

- 1) reducing the water breakthrough of exploitation wells;
- 2) increasing the exploitation wells flow rates by 20-65% in the area where wells are being put into development.

These results clearly indicate the effectiveness of the implementation of the contracting technical representatives' measures.

According to the results of calculations, the additional production amounted to:

|                                                                              |                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 01.01.2015 on the work site BS10 – 11 thousand tons; BS11 – 8 thousand tons; |                                                   |
| 01.01.2016                                                                   | BS10 – 45 thousand tons; BS11 – 40 thousand tons; |
| 01.01.2017                                                                   | BS10 – 85 thousand tons; BS11 – 71 thousand tons. |

Since the pilot site in the initial period of application of the contracting technical representatives' measures consisted of one block, and then it was expanded to four blocks, the assessment of displacement characteristics became higher than in the model, since the effect of other measures implemented at the site was included.

Thus, since the beginning of the implementation of measures at the pilot site, the estimate of additional oil production on the 1-st of January, 2017 varied from 187 to 239 thousand tons.

The positive effect of the implementation of all these measures confirmed the results of theoretical research not only qualitatively, but also (and it is very important to note) quantitatively. The effect of the implemented measures amounted to 331 thousand tons in 2016.

The expected economic effect due to the implementation of the contracting technical representatives' measures in 2018 amounted to 238,651 thousand roubles.

The hydrodynamic model of the Priobskoyefield developed in the VIP-package (at the BS10 and BS11 work sites) operates at the "SUN Solaris 2.6" workstation of the "Kogalymneft" company. To keep the model in working condition, the model database and the hydrodynamic model itself are being replenished.

Replenishment is carried out by using oil field data, and all current changes in the production and injection wells are taken into account: commingling of layers and interlayers, transitions to other horizons, selective isolation of flooded interlayers, changes in the injectivity profiles in the injection wells after the injection of polymer into it. The degree of consistency of the calculated data with the fact is monitored.

The analysis of the calculation of the hydrodynamic model allows not only to select and calculate the effectiveness of geological and technological measures at individual wells, but also to identify areas with increased and vice versa with lowered reservoir pressure, stagnant zones with non-producing oil reserves.

### References:

1. <https://docplayer.com/181176388-Biznes-edinica-reagenty-dlya-bureniya-i-dobychi-katalog-reagentov.html>
2. <https://mirrico.ru/products/repellent-liquid-foundation-gs/#description>
3. Krapivin M.G., Rakov I.Ya., Sysoev N.I. Mining tools. M.: Nedra, 1990. – 255 p.
4. Maulana D.T., B.T.H. Marbun ROP Modeling for Volcanic Geothermal Drilling Optimization // Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne, Australia, 2015. – Pp. 19-25
5. Ergin H., Kuzu C., Balci C., Tunçdemir H., Bilgin N. Optimum Bit Selection and Operation for The Rotary Blasthole Drilling Through Horizontal Drilling Rig (HDR), A Case Study at KBI Murgul Copper Mine // International Journal of Surface Mining Reclamation and Environment Reclamation and Environment, 2000. – Pp. 295-304
6. Sitnikov N.B., Trapeznikov V.T. Basic values determination of drilling wells // Izv. vuzov. Mining Journal, 1984, № 8. – Pp. 109-111
7. Sitnikov N.B., Trapeznikov V.T. The maximum criterion of the drilling speed per run // Izv. vuzov. Mining Journal, 1984, № 9. – Pp. 49-51
8. Sitnikov N.B., Makarov L.V. Investigation of the mathematical model of the exploration wells core drilling // Izv. vuzov. Mining Journal, 1989, № 3. – Pp. 71-76

**ОБЗОР КОМПОНОВОК ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ЗАДАННОЙ ОСЕВОЙ НАГРУЗКИ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

**М.Я. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском, доцент)*

**А.Г. Гиляев**

*(ООО «Башнефть-Добыча» Управление добычи нефти и газа, Начальник Туймазинского  
региона добычи нефти и газа)*

**В.В. Лобов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском, студент гр. МГР12-23-11)*

**Аннотация.** В статье приведен обзор компоновок для обеспечения заданной осевой нагрузки при бурении скважин. Описана работа бурильного инструмента при проводке скважины. Представлена классификация компоновок для бурения скважин, в которых отражается процесс передачи осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент. Выявлены преимущества и недостатки рассмотренных схем.

**Ключевые слова:** бурение скважин, компоновка бурильного инструмента, осевая нагрузка, породоразрушающий инструмент, жесткость конструкции, прочность конструкции

**OVERVIEW OF LAYOUTS FOR PROVISION  
SPECIFIED AXIAL LOAD DURING WELL DRILLING**

**M.Ya.Khabibullin**

*((Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of  
Oktyabrsky, assistant professor)*

**A.G. Gilaev**

*(LLC "Bashneft-Dobycha" Oil and Gas Production Department,  
Head of the Tuimazinsky Oil and Gas Production Region)*

**V.V. Lobov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of  
Oktyabrsky, student gr. MGR12-23-11)*

**Abstract.** The article provides an overview of the layouts to provide a given axial load when drilling wells. The work of the drilling tool during well drilling is described. A classification of layouts for drilling wells is presented, which reflects the process of transferring the axial load to the rock cutting tool. The advantages and disadvantages of the considered schemes are revealed.

**Keywords:** borehole drilling, drilling tool layout, axial load, rock cutting tool, structural rigidity, structural strength

Создание осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент в процессе бурения скважин является определяющим параметром, влияющим на показатели бурения. При формировании забоя скважины при разрушении горной породы к породоразрушающему инструменту прикладываются осевая нагрузка и крутящий момент, обеспечивающие внедрение породоразрушающих элементов в горную породу и скалывание ее. Осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент может создаваться несколькими способами, причем характер приложения может быть статическим или динамическим. Практика показывает, что динамическое создание нагрузки является более эффективным по сравнению со статическим.

Рассмотрены компоновки бурильного инструмента с позиции создания осевой нагрузки при бурении скважин различной глубины разными буровыми установкам.

Бурильная колонна, входящая в состав бурильного инструмента, передает вращение от поверхностного привода к породоразрушающему инструменту и создает нагрузку на него, при этом испытывает действие множества сил. Верхняя часть бурильной колонны под действием сил собственного веса и перепада давления в промысловых отверстиях

породоразрушающего инструмента находится в растянутом состоянии, а нижняя, воспринимающая реакцию забоя - в сжатом состоянии (рисунок 1). Следовательно, в бурильной колонне имеется сечение, в котором отсутствуют осевые растягивающие и сжимающие силы (сечение 0 - 0).

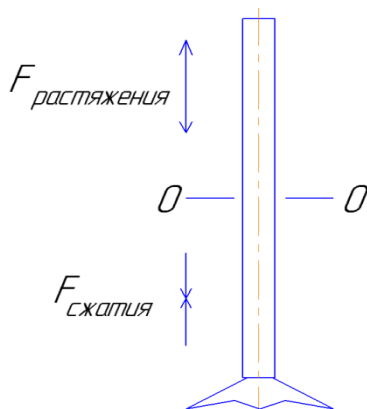


Рисунок 1

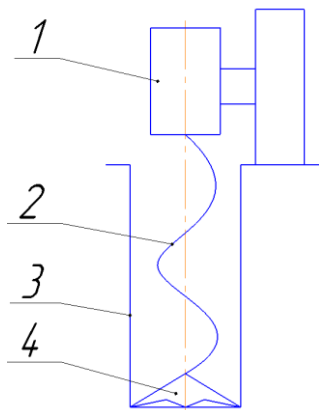
Выше этого сечения действуют напряжения растяжения, возрастающие к поверхности, а ниже него – напряжения сжатия, увеличивающиеся к забою.

При малой глубине скважины и, соответственно, длине бурильной колонны осевая нагрузка может создаваться различными способами.

На рисунке 2 показана схема, при которой необходимая осевая нагрузка создается весом бурильной колонны и усилием поверхностного механизма подачи.

$$F_{заб} = Q_{БТ} + F_{МП}$$

где  $F_{заб}$  - осевая нагрузка,  $Q_{БТ}$  - вес бурильной колонны,  $F_{МП}$  - усилие механизма подачи.



1 – механизм подачи буровой установки; 2 – бурильная труба;  
3 – скважина; 4 – долото

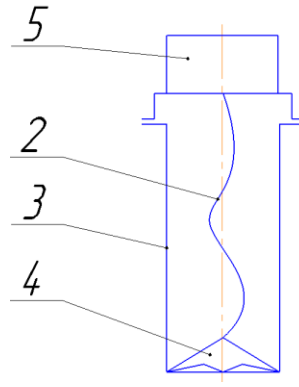
Рисунок 2 - Буровая установка со шпиндельным вращателем и гидравлической подачей при бурильной колонне

В результате колонна приобретает спиральную форму и испытывает повышенные осевые, изгибающие и касательные нагрузки.

Рисунок 3 показывает бурение роторным способом, при котором осевой нагрузки, создаваемой весом бурильной колонны недостаточно для создания необходимой, но достаточно для потери устойчивости ее и возникновения тех же тяжелых условий работы колонны

$$F_{заб} = Q_{БТ} < F_{ОПТИМ}$$

где  $F_{\text{опт}}$  - оптимальная осевая нагрузка.



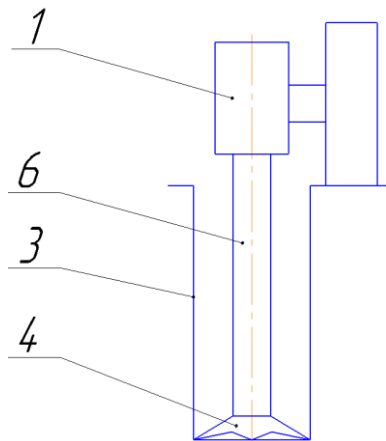
2 – бурильная труба; 3 –скважина; 4 –долото; 5 - ротор

Рисунок 3 - Буровая установка с роторным вращателем при бурильной колонне, состоящей из стандартных бурильных труб

На рисунке 4 показана схема с применением в начале бурения скважины колонны утяжеленных бурильных труб (УБТ). Их использование обеспечивает расчетную осевую нагрузку

$$F_{\text{заб}} = Q_{\text{УБТ}} + F_{\text{МП}}$$

где  $Q_{\text{УБТ}}$  - вес утяжеленных бурильных труб.

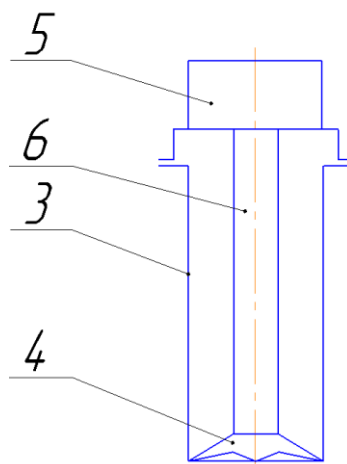


1 – механизм подачи буровой установки; 3 –скважина;  
4 –долото; 5 – ротор; 6 – утяжеленные бурильные трубы

Рисунок 4 - Буровая установка со шпиндельным вращателем и гидравлической подачей при бурильной колонне, состоящей из утяжеленных бурильных труб

Применение УБТ способствует оптимизации режима бурения, но в тоже время удорожает процесс бурения.

Рисунок 5 показывает схему для установки роторного бурения с использованием колонны утяжеленных бурильных труб (УБТ)  $F_{\text{заб}} = Q_{\text{УБТ}} < F_{\text{опт}}$ . Применение УБТ способствует оптимизацию режима бурения, но в тоже время удорожает процесс бурения.



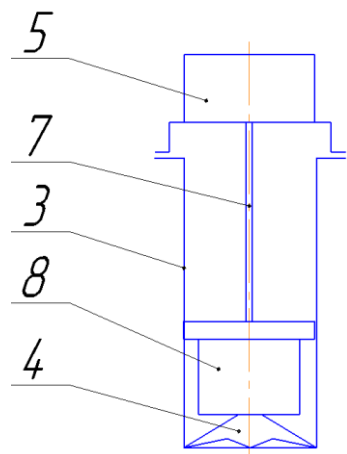
3 – скважина; 5 – ротор; 4 – долото; 6 – утяжеленные бурильные трубы

Рисунок 5 - Буровая установка с роторным вращателем при бурильной колонне, состоящей из утяжеленных бурильных труб

Одним из способов создания достаточной для эффективного бурения осевой нагрузки является применение забойных механизмов подачи, работающих за счет использования энергии потока промывочной жидкости. Результатом применения забойных механизмов подачи является создание повышенной осевой нагрузки по сравнению с осевой нагрузкой, создаваемой весом бурильных труб.

На рисунке 6 показана схема использования бурильной колонны из стандартных бурильных труб и забойного механизма подачи с распорным узлом, опирающимся на стенки скважины, что обеспечивает нормальные условия работы колонны:

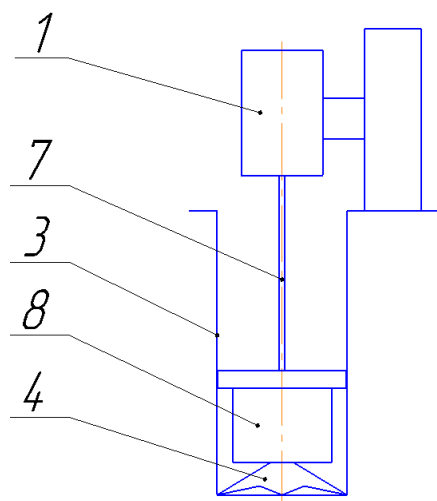
$$F_{ЗАБ} = F_{ЗМП}$$



3 – скважина; 4 – долото; 5 – ротор; 7 – стальные бурильные трубы;  
8 – забойный механизм подачи

Рисунок 6 - Буровая установка с роторным вращателем и бурильной колонной, состоящей из стандартных бурильных, трубы и забойным механизмом подачи с раскрепляющим узлом

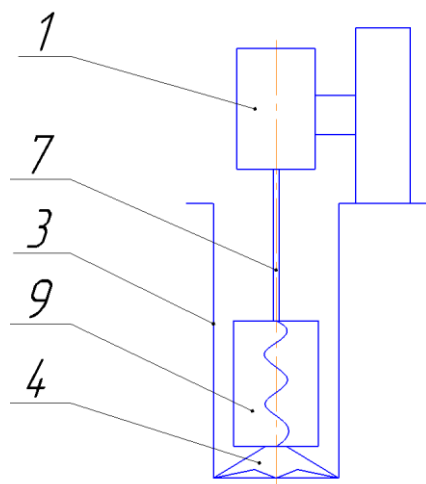
На рисунке 7 показана схема бурения колонной из стандартных бурильных труб, а осевая нагрузка создается забойным механизмом подачи.



1 – механизм подачи буровой установки; 3 – скважина;  
4 – долото; 7 – стальные бурильные трубы; 8 – забойный механизм подачи  
Рисунок 7 - Буровая установка с применением ЗМП и станок  
со шпиндельным вращателем

Утяжеленная стабилизирующая компоновка (УСК), предназначенная для бурения скважин В этой конструкции осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент от веса толстостенной трубы передается через внутреннюю трубу, которая передает крутящий момент.

На рисунке 8 показана схема бурения с использованием утяжеленной стабилизирующей компоновки (УСК) и станка со шпиндельным вращателем. Утяжеленная стабилизирующая компоновка (УСК) включает в себя стандартную бурильную трубу с центраторами, удерживающими наружную трубу. Это позволяет уменьшить нагрузки на бурильные трубы, входящие в комплект, а также улучшить условия работы бурильной колонны, избавив ее от изгибающих напряжений.



1 – механизм подачи буровой установки; 3 – скважина; 4 – долото;  
7 – стальные бурильные трубы; 9 – утяжеленная стабилизирующая компоновка  
Рисунок 8 - Схема бурения с использованием утяжеленной стабилизирующей компоновки

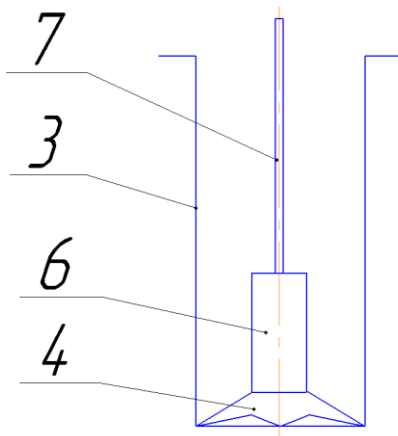
При бурении глубоких скважин применяют следующие схемы компоновки низа бурильного инструмента для создания осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент:

Рисунок 9 показывает схему бурения с разгрузкой:

$$F_{зав} = F_n - \Delta F$$

где  $\Delta F$  – потери осевой нагрузки;  $F_n$  - осевая нагрузка измеренная поверхностным прибором бурового станка.

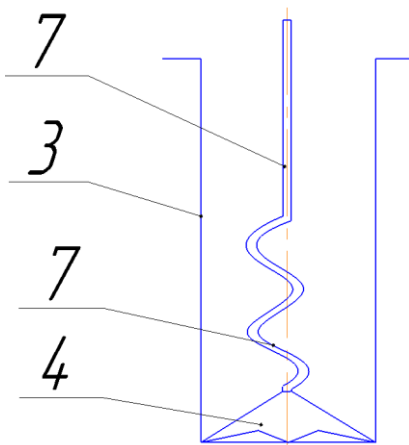
В этом случае нагрузка создается колонной утяжеленных бурильных труб, нулевое сечение проходит через УБТ, а колонна стандартных труб находится в растянутом положении. Компоновка получило большое распространение.



3 – скважина; 4 – долото; 6 – утяжеленные бурильные трубы  
7 – стандартные бурильные трубы

Рисунок 9 - Компоновка с применением УБТ

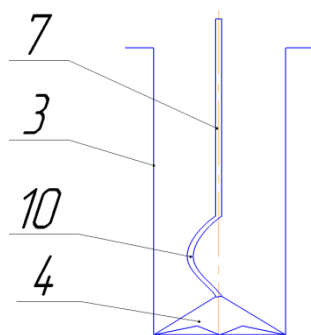
Рисунок 10 показывает схему бурения с разгрузкой, т.е.  $F_{з\text{АБ}} = F_n - \Delta F$ , при этом нагрузка создается колонной из стандартных бурильных труб. Колонна разделена на сжатую и растянутую части и испытывает различные напряжения.



3 – скважина; 4 – долото; 7 – стандартные бурильные трубы

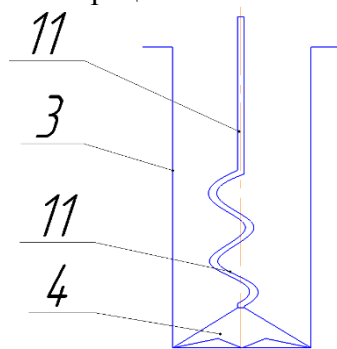
Рисунок 10 - Компоновка без УБТ

Рисунок 11 показывает схему бурения с разгрузкой, т.е.  $F_{з\text{АБ}} = F_n - \Delta F$ , при этом нагрузка создается колонной труб, которые представлены в нижней части стальными бурильными трубами утяжеленными (СБТУ), а растянутая часть состоит из стандартных бурильных труб. Нулевое сечение проходит через колонну СБТУ.



3 –скважина; 4 –долото; 7 – стальные бурильные трубы;  
10 - стальные бурильные трубы утяжеленные  
Рисунок 11 - Компоновка с применением СБТУ

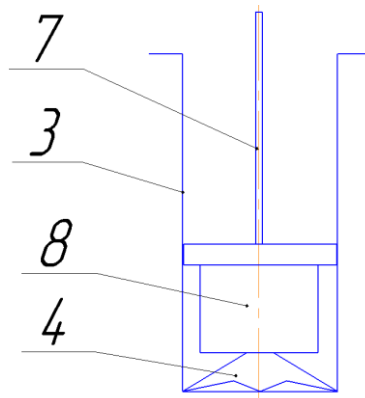
Рисунок 12 показывает схему бурения колонной, состоящей из бурильных труб с различным диаметром, причем нижняя часть состоит из труб с большим диаметром, а верхняя часть из стандартных с меньшей толщиной стенки или колонны с меньшим диаметром, что позволяет снизить потери на спускоподъемные операции.



3 –скважина; 4 –долото; 11 – стальные бурильные трубы с повышенными прочностными характеристиками

Рисунок 12 – Компоновка с СБТМ разного диаметра

Рисунок 13 показывает схему бурения колонной из стандартных бурильных труб, при чем осевая нагрузка создается забойным механизмом подачи с раскрепляющимся на стенки скважины узлом. Это позволяет создавать оптимальную нагрузку и не перегружать бурильную колонну.

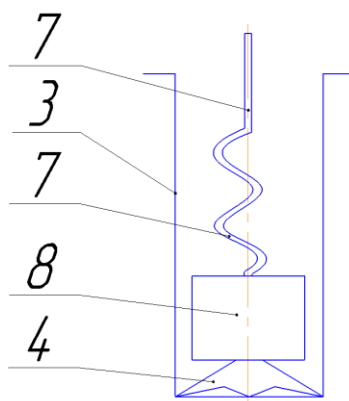


3 –скважина; 4 –долото; 7 – стальные бурильные трубы;  
8 – забойный механизм подачи

Рисунок 13 – Компоновка с применением ЗМП с раскреплением на стенки скважины

Рисунок 14 показывает схему бурения колонной из стандартных бурильных труб, а осевая нагрузка создается забойным механизмом подачи без раскрепления на стенки скважины.

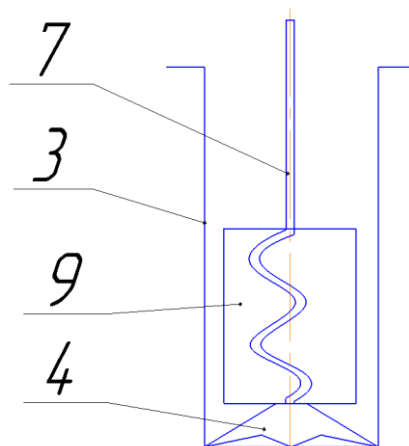




3 – скважина; 4 – долото; 7 – стальные бурильные трубы;  
8 – забойный механизм подачи

Рисунок 14 – Компоновка с применением ЗМП без раскрепления на стенки скважины

На рисунке 15 показана схема бурения с использованием утяжеленной стабилизирующей компоновки (УСК).



3 – скважина; 4 – долото; 7 – стальные бурильные трубы;  
9 – утяжеленная стабилизирующая компоновка

Рисунок 15 – Компоновка с применением УСК

Представленная классификация учитывает возможные компоновки низа бурильного инструмента как для неглубоких скважин, так и скважин значительной глубины. Она позволяет выбрать оптимальный вариант способа создания осевой нагрузки в процессе бурения скважин различными способами.

#### Список использованных источников:

1. Давыдов А.Ю. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории "Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности". 2017. - С. 122-129.
2. Галимуллин М.Л. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Зиянгиров А.Р. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 22-27.

3. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 23 с.
4. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 108 с.
5. Габдрахимов М.С. Исследования колебательных процессов электробурения / Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2018: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 30 марта 2018 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 19-21.
6. Галимуллин М.Л. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.
7. Галимуллин М.Л. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 34-38.
8. Галимуллин М.Л. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.
9. Сулейманов Р.И. Факторы, влияющие на эффективность шламообразования / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 101-104.
10. Давыдов А.Ю. Компановки колонны штанг с амортизатором крутильных колебаний / Давыдов А.Ю., Сулейманов Р.И., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 324-331.
11. Габдрахимов М.С. Бурение сейсмических скважин вибрационным методом / Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Габдрахимов Ф.С. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 1. – С. 68-71.
12. Саитгалин И.Р. Оптимизированная конструкция забойного механизма подачи бурильного инструмента / Саитгалин И.Р., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Габдрахимов М.С., Хабибуллина Р.Г. // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 356-359.
13. Петров В.А. Привод цепной ПЦ-80 с многоступенчатой передачей / Петров В.А., Петрова Л.В., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Хасанов Э.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 270-273.

14. Зарипова Л.М. Двигатель забойный винтовой 7LZ172 с повышенной надёжностью трансмиссионного вала / Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Петров В.А., Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Давыдов А.Ю., Зайнаглина Л.З., Стройкин Г.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 229-232.
15. Сулейманов Р.И. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» (Октябрьский, 10 февраля 2017 г.) / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.
16. Сулейманов Р.И. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.
17. Сулейманов Р.И. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сидоркин Д.И., Абдюкова Р.Я. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.
18. Сулейманов Р.И. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
19. Галимуллин М.Л. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Зарипова Л.М., Хабибуллина Р.Г. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
20. Давыдов А.Ю. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / Давыдов А.Ю., Габдрахимов М.С., Хабибуллин М.Я., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.

UDC 622.24

## **CASING DRILLING AS A INNOVATION METHOD TO INCREASE THE TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF DRILLING WELLS**

**A.M. Khabibullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
student of group BGR-21-11)*

**T.N. Minnivaliev**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
assistant professor)*

**Abstract.** Modern conditions of functioning of drilling enterprises oblige to conduct a continuous search for means and ways to minimize economic costs. One of the ways to improve the flight, technical and commercial drilling speeds is the use of casing drilling technology. The article presents information about the history of the emergence of this drilling method, shows the

schematic diagrams of layouts, designs of drill bits. The results of the application of this technology in oil drilling are shown.

**Keywords:** casing string, drilling on the string, mechanical penetration speed, flight speed.

The first ideas of casing string drilling date back to the beginning of the 20th century. For example, a 1923 patent described a special retrievable bit and highlighted 17 advantages of this technology. Let's consider in what cases casing drilling helps to optimise well construction technology. Let's start with absorption, which is a headache for drillers in many fields. Casing has a larger diameter compared to drill pipe. Because of this, there is constant contact with the borehole wall. This creates a mechanical colmatation effect - the drilled cuttings are pushed into the borehole wall by the casing, pores and fractures are plugged, and if there is absorption, it is reduced or eliminated altogether.

The presence of swelling and ductile clays, flowing salts or rockslides, and the risk of permafrost thawing are common factors in many Russian fields when drilling under a conductor or technical string. They lead to the next problem - borehole wall instability, which leads to prolonged templating and reaming. This greatly increases the construction time of even short sections. But even after all operations on borehole preparation there is often an accident - sticking, which can cause loss of equipment and necessity to re-drill the interval. In such a case drilling on the string is also an effective solution, as the casing is permanently in the well. The problem intervals are cased immediately during drilling.

Let's look at such a novel drilling technology on Schlumberger casing - Direct XCD (Figure 1).

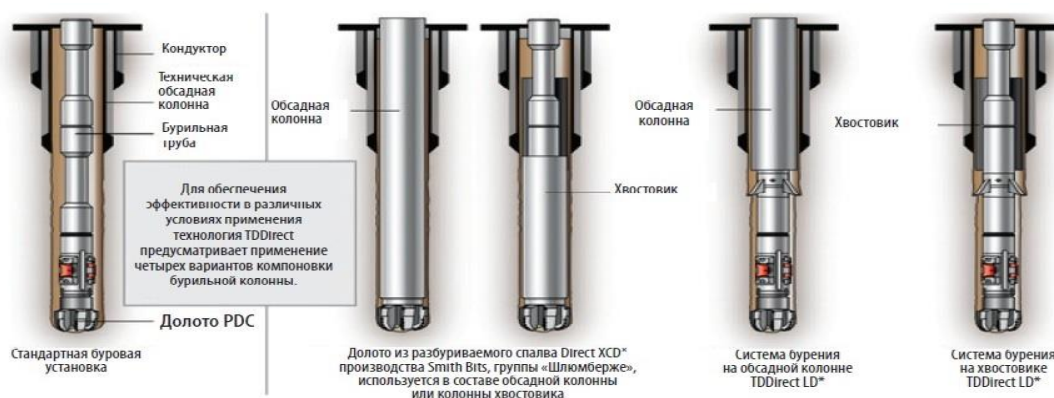


Figure 1 – Schlumberger casing drilling systems

It is used for unguided drilling on the casing or liner. In this case, a casing running system (CRT) is connected to the top drive system (TDS). It has a screw-type wedge gripper that holds the casing by the inside and transmits torque to the casing. The available packer provides reliable hydraulic isolation and allows flushing through the casing. The most commonly used casing threads are standard OTTM or Buttress threads, which are designed for high tensile loads but have low torque tolerances. Multi-torque relief rings (MLT) allow this limit to be extended. They provide a metal-to-metal connection to the stop and increase the permissible torque. In addition to this aspect, metal centring elements are mounted on the tooling to increase the strength characteristics of the string. This makes it possible to work with dynamic loads and ensure the space between the borehole wall and the casing at high lateral loads. Centring elements involve special design features and special fasteners to the casing string. It should be noted that one of the main elements of Direct XCD technology is a special type of rock-cutting tool, which implies the possibility of drilling it out after cementing operations. Among the locomotives in the development of this type of bits are Smith Bits and Schlumberger. An important element is the proper selection of bit design. The bits are made of a metal substrate and synthetic diamond, while the body material is copper alloy (Figure 2). Copper, being a less hard and ductile material, is easily drilled with standard PDC bits. The casing drilling technology has been extensively tested in the well conditions of the Volga-Ural,

Timan-Pechora provinces, Southern regions of the country, Western and Eastern Siberia. The number of wells drilled using this technology in Russia has exceeded 100 wells.

The beginning of casing drilling technology application in our country dates back to the Timan-Pechora province. Not without reason, as it is characterised by the complexity of its geological structure. For example, at classical sloping sections wiring for 245 mm diameter intermediate casing at Labaganskoye oilfield, despite good mechanical speed indicators, there are difficulties with wall stability when drilling oil wells. As a result, drillers have to repeatedly rework the borehole, which leads to unproductive time consumption. Accidents in the form of tooling snagging during its lowering for the purpose of subsequent cementing are no less rare. Therefore, this field was selected by a joint decision of RN-Severnaya Neft and Schlumberger engineers to conduct pilot casing drilling with retrievable BHA. In the course of preparation, a candidate well was selected, the BHA was optimised using iDrill software and the bit was selected to suit the geological conditions of the field.



Figure 2 – XCD bit drilled in laboratory tests (left), SDi516 bits, no wear after XCD drilling in a field in Western Siberia.

Practically and theoretically, casing drilling technology has a wide range of applicability conditions. For example, it allows drilling operations in upper and lower intervals, which are represented by soft and medium rock formations. Applying casing drilling technology during well construction it is possible to drill a guide string or a casing string-conductor in one tripping operation. Reducing the time spent on tripping operations significantly increases the travelling speed of drilling, which is accompanied by an increase in commercial and cycle speed. This fact alone already testifies to the increase of technical and economic indicators of the well construction process - the downtime is reduced - the time spent on fighting with complications in the well is minimised; - drilling time is reduced by 30% due to the reduction of time spent on tripping operations; - good bottom hole cleaning with constant circulation is ensured; - all possible complications, such as stuck pipes, stuck tools, are eliminated due to the improvement of wellbore stability; - all possible complications, such as stuck pipes, stuck tools, are eliminated; - the drilling time is reduced by 30%.

#### **List of references:**

1. Basniev K.S. Underground Hydromechanics / K.S. Basniev, I.N. Kochina, V.M. Maksimov. - Moscow: Nedra, 1993. - 416 c.

2. Gabdrakhimov M.S. Analysis of oil well drilling in Aznakaevsk PBR LLC "Burenie" / M.S. Gabdrakhimov, T.N. Minnivaliev, R.M. Galimov. // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. - 2013. - №5. - С. 8-11.
3. Hydrodynamic study of downhole hydromechanical compensator of drilling fluid pressure fluctuations / M.S. Gabdrakhimov, F.I. Ermolenko, T.N. Minnivaliev, R.I. Suleymanov // Construction of oil and gas wells onshore and offshore. - 2015. - № 11. - С. 26-29.
4. Minnivaliev T. N. Drilling tool dynamics control by installation of downhole hydromechanical compensator of drilling fluid pressure fluctuations in the drill string bottom assembly / T. N. Minnivaliev, A. N. Minnivaliev, A. N. Minnivaliev // Construction of oil and gas wells on land and at sea. - 2019. - № 9. - С. 13-16. - DOI: 10.30713/0130-3872-2019-9-13-16.
5. Minnivaliev, T.N. Vibration load control of wellhead and downhole drilling equipment using downhole hydromechanical compensator in the drill string bottom layout / T.N. Minnivaliev // Problems of gathering, preparation and transport of oil and petroleum products. - 2020. - №3. - С. 9-19.
6. Minnivaliev T.N. Results of field tests of the hydromechanical pressure compensator of the flushing fluid pressure / T.N. Minnivaliev, R.I. Suleymanov // Modern technologies in oil and gas business - 2014: proceedings of the international scientific and technical conference: in 2 vol. - Ufa: Arkaim, 2014. - V.1. - P. 370-375.
6. Mirzanzadeh A.H. Hydrodynamics in drilling / A.Kh. Mirzanzadeh, V.M. Entov. - M: Nedra, 1985. - 196 p.
7. Nizamov H.N. Wave processes in the hydraulic system of drilling fluid injection into the formation and ways of their elimination / H.N. Nizamov, E.I. Derbukov, V.N. Primenko // Oilfield Business. - 1996. - №11. - с. 20-24.

УДК 622.276

# ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРИТОКА ЖИДКОСТИ ИЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МЕЗОЗОЙСКИХ ПЛАСТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРОЗНЕНСКОГО НЕФТЯНОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРАВОБЕРЕЖНОЕ)

**А.Ш. Халадов<sup>1</sup>, С.С. Морозов<sup>3</sup>, А.Ф. Шагисултанов<sup>3</sup>, Х.Т. Начуев<sup>3</sup>, М.М. Картоев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>К.т.н., доцент кафедры «Бурение, разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия

<sup>2</sup>старший преподаватель кафедры ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова,  
г. Грозный, Россия

<sup>3</sup>Студент магистратуры по направлению «Нефтегазовое дело», ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия)

**А.А. Гиззатуллина**

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)

**Аннотация.** Актуальными задачами добычи нефти в Грозненском нефтяном районе являются вопросы совершенствования применяемых и разработки новых технологических процессов, направленных на оптимизацию работы глубоких и сверхглубоких скважин, эксплуатирующих залежи нефти, приуроченные к коллекторам трещинного и трещинно-каверново-порового типа. Это предполагает увеличение уровня добычи нефти и попутного газа не только за счет ускоренного ввода в разработку новых месторождений, но и широкое использование прогрессивных методов воздействия на пласт, обеспечивающих увеличение дебитов скважин на разрабатываемых залежах. Одним из основных методов повышения эффективности добычи нефти является физико-химическое воздействие на призабойную зону пласта с целью увеличения ее проницаемости и обеспечения связи забоя скважины с пластом.

**Ключевые слова:** залежи, нефть, мощность, давления, методы воздействия, глинокислотные растворы, призабойная зона пласта, кислотные эмульсии.

**INTENSIFICATION OF FLUID INFLOW FROM HIGH-TEMPERATURE  
MESOZOIC STRATA OF DEPOSITS OF THE GROZNY OIL DISTRICT  
(ON THE EXAMPLE OF THE PRAVOBEREZHZHOYE FIELD)**

**A.Sh. Khaladov<sup>1</sup>, S.S.Morozov<sup>3</sup>, A.F.Shagisultanov<sup>3</sup>, H.T. Nachuev<sup>3</sup>, M.M. Kartoev<sup>3</sup>**

*(<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Drilling,  
Development and Operation of Oil and Gas Fields, GGNTU named after. acad. M.D.*

*Millionshchikova, Grozny, Russia*

*<sup>2</sup> senior lecturer of the department of GGNTU named after. acad. M.D. Millionshchikova,  
Grozny, Russia*

*<sup>3</sup>Master's students in the field of "Oil and Gas Engineering", State Oil and Gas Technical  
University named after. acad. M.D. Millionshchikova, Grozny, Russia)*

**A.A.Gizzatullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, associate professor)*

**Abstract.** The urgent tasks of oil production in the Grozny oil region are the issues of improving the applied and developing new technological processes aimed at optimizing the operation of deep and superdeep wells that exploit oil deposits confined to fractured and fractured-cavernous-porous reservoirs. This implies an increase in the level of oil and associated gas production not only due to the accelerated commissioning of new fields, but also the widespread use of progressive methods of stimulating the formation, ensuring an increase in well flow rates in the developed deposits.

One of the main methods of increasing the efficiency of oil production is the physicochemical impact on the bottomhole formation zone in order to increase its permeability and ensure the connection of the well bottom with the formation.

**Keywords:** deposits, oil, thickness, pressures, methods of action, mud-acid solutions, bottomhole formation zone, acid emulsions.

Среди применяемых растворов наибольшее распространение получили глинокислота и гидрофобные кислотные эмульсии на её основе.

Анализ отечественного и зарубежного опыта показывает, что применение этих растворов особенно в глубоких скважинах, не всегда даёт положительный результат. Например, в глубоких мезозойских скважинах объединения АО «Грознефтегаз» успешность обработок призабойной зоны пласта глинокислотными растворами составляет в среднем 50 %, а гидрофобными кислотными эмульсиями на их основе - 66,6 %. С увеличением глубины залегания продуктивных отложений отмечается тенденция к снижению эффективности обработок [1, 2, 3]. Наиболее распространённым методом повышения производительности скважин является химическое воздействие на пласт.

В настоящее время для интенсификации притока нефти из глубокозалегающих трещинных и трещинно-поровых коллекторов предпочтительны концентрированные кислотные растворы. Промышленностью поставляется плавиковая кислота концентрацией до 40 % и соляная кислота, ингибированная В-2, концентрацией до 24 %. Из этих кислот можно приготовить раствор с максимальным содержанием плавиковой кислоты 23 % и 10 % соляной кислоты. При таком составе реагент способен растворить до 460 кг горной породы на 1 м<sup>3</sup> смеси. К примеру, на месторождении «Белый Тигр» во Вьетнаме применяются нефтекислотные эмульсии в нефтяной промышленности в качестве жидкостей для первичного вскрытия продуктивного пласта, глушения скважин перед капитальным ремонтом, в качестве рабочей жидкости для проведения обработки ПЗП, выравнивания фронта вытеснения нефти в неоднородных коллекторах, уменьшения обводненности пласта. Такие эмульсии не оказывают отрицательного влияния на коллекторские свойства ПЗП [2, 4].

Таким образом, СКО, ГКО применяются эффективно до обводненности скважин 20-25



%. При обводненности более 25 % следует применять кислотные растворы повышенной вязкостью для блокирования высокопроницаемых обводненных поровых каналов (полимеры, нефтекислотные эмульсии и др.).

Основным способом интенсификации притоков нефти из песчано-алевролитовых продуктивных отложений нижнемелового возраста в объединении АО «Грознефтегаз» (месторождения Правобережное) является обработка призабойной зоны пласта глинокислотной или гидрофобной нефтекислотной эмульсией на её основе. Обработки глинокислотными растворами проводились преимущественно в скважинах, эксплуатирующих пласты с температурой до 110° С.

Помимо высокой скорости нейтрализации кислоты в пласте при этих температурах происходит значительный коррозионный износ насосно-компрессорных труб. В этой связи при интенсификации отборов нефти из пласта с более высокой температурой проводились, главным образом, обработки гидрофобными кислотными эмульсиями. Анализ имеющихся данных показывает, что успешность обработок зависит от типа рабочего агента. Наиболее высокая успешность у нефтекислотных эмульсий, в то же время эффективность зависит от необходимой глубины обработок. Так, средняя успешность обработок эмульсиями в процессе освоения скважин (вызов притока) составляет 55 %, а при интенсификации притока - 66,6 %. При обработках глинокислотными растворами зависимость обратная, - успешность обработок при освоении составляет 62 %, в то время как при интенсификации притока - всего – 50 %. Это можно объяснить скоростью нейтрализации кислоты и размерами зоны охвата пласта химическим воздействием. В добывающих скважинах глинокислотные растворы целесообразно использовать при пластовых температурах до 110 - 115° С, а нефтекислотные эмульсии до 140-170° С [3, 5, 6]. Для условий АО «Грознефтегаз» (месторождения Правобережное) перспективно также применение для интенсификации притока высококонцентрированных щелочей.

Эксплуатация глубоких мезозойских скважин на ряде месторождений АО «Грознефтегаз» (месторождения Правобережное) (осложняется также отложением в насосно-компрессорных трубах (НКТ) и призабойной зоне пласта (ПЗП) высокоплавких асфальтено-смолистых веществ (АСВ). Это приводит к снижению производительности скважин (вплоть до полного прекращения подачи), затрудняет, а в отдельных случаях и полностью исключает возможность проведения термогидродинамических исследований и отбора глубинных проб пластовых флюидов. В этой связи разработана, с учетом условий глубоких высокотемпературных скважин и внедряется технология удаления органических отложений из НКТ и ПЗП, с использованием ароматических и предельных углеводородов, а также гидрофилизирующих агентов. В качестве ароматических растворителей использовали бутилбензольную или бензолтолуольную фракции (ББФР или БТФ), а в качестве гидрофилизаторов - водные растворы гидроокиси натрия или жидкого стекла концентрации 30-40 % [3, 6]. Объем ББФР или БТФ на одну обработку составлял 6-18 м<sup>3</sup> и в большинстве случаев соответствовал объему НКТ, гидрофилизаторов 0,5-3 м<sup>3</sup>. Обработки проводились с целью предотвращения осложнений при эксплуатации глубоких скважин на месторождении Правобережное[7-9].

Остаются перспективными направления научно- исследовательских и промысловых работ, связанных с увеличением продуктивности добывающих скважин на различных этапах разработки залежей, стабилизацией работы технологического оборудования скважин, за счёт предотвращения отложений АСВ на стенках скважины и подъемника жидкости.

#### **Список использованных источников:**

1. Глазова В.М., Трахтман Г.И. Совершенствование методов интенсификации притока нефти к забою скважин путем кислотных обработок. Обзорная информация. Сер. Нефтепромысловое дело. – М.: ВНИИОЭНГ, 1985.- 60 с.
2. Комисаров А.И. и др. Интенсификации добычи нефти из глубокозалегающих трещиноватых коллекторов. - М., 1985.- Вып. VIII.



3. Халадов А.Ш. Диссертация на соискание кандидата технических наук. Повышение эффективности удаления асфальто-смолистых и парафиновых отложений при добыче нефти с большими перепадами температур в фонтанном лифте. – Уфа: УГНТУ-2002 - 156 с.
4. Фунг Ван Хай, Г.А. Шамаев Выбор эмульсии для проведения обработок призабойной зоны пласта нижнего олигоцена месторождения Белый Тигр. / Нефтяное хозяйство № 8 2008. С- 88-89.
5. Комисаров А. И., Яровой В.А., Лемешко Н.Н. Интенсификация притоков жидкости из глубокозалегающих терригенных отложений ЧИАССР // Нефтепромысловое дело. – 1983. - № 9. – С. 18-19.
6. Халадов А.Ш., Р.Х. Моллаев, Н.Д. Булчаев. Особенности добычи нефти из залежей мезозойских отложений Чеченской Республики / Всероссийская научно-практическая конференция «Перспективы развития топливно-энергетического комплекса и современное состояние нефтегазового инженерного образования в России» Посвященная 105-летию академика М.Д. Миллионщикова, Россия, Чеченская Республика, г. Грозный, 21-22 июня 2018 г.
7. Владимиров И.В., Велиев Э.М. Технология периодической работы добывающих и нагнетательных скважин в противофазе // Деловой журнал Neftegaz.RU [3], 2018, С. 54-61
8. Кудин Е.В., Велиев Э.М. Некоторые особенности работы скважин месторождения «Белый тигр» при переходе от газлифтного к механизированному способу добычи нефти с помощью установок электроцентробежных насосов // НТЖ «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов» УГНТУ. –2018. –Вып. 6 (116). С. 72-81.
9. Щетников В.И., Велиев Э.М. Критерии выбора эксплуатационного объекта применения технологии интенсификации добычи нефти на основе энзим-комплексов // НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА Материалы IX Международной молодежной научной конференции (г. Уфа, 14-15 ноября 2019 г.), С. 94-95.

УДК 622.276

### **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ АФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГРОЗНЕНСКОГО НЕФТЯНОГО РАЙОНА**

**А.Ш. Халадов<sup>1</sup>, Хасан Т.Карнукаев<sup>2</sup>, Б.И. Картоев<sup>2</sup>  
Хусейн Т.Карнукаев<sup>2</sup>, М.Б.Хизриев<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>*К.т.н., доцент, доцент кафедры «Бурение, разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия*

<sup>2</sup>*Студенты магистратуры по направлению «Нефтегазовое дело», ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия*

**Г.И. Гарифуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**А.Р. Хасанова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, преподаватель)*

**Аннотация:** На промыслах Чеченской Республики АО «Грознефтегаз», несмотря на жесткие термобарические условия эксплуатации скважин, возникают серьезные осложнения, связанные с отложениями парафина и асфальто-парафиновых веществ (АСПО) в насосно-компрессорных трубах и выкидных линиях скважин многих месторождений с повышением их частоты в зимнее время года. Также на коррозию нефтесборного оборудования оказывают влияние такие факторы как технологическая схема сбора и транспортировки нефти, технологические операции, проводимые на трубопроводах, гидравлический режим потока продукции при транспорте, физико-химические свойства добываемой продукции и изменение их во времени.

**Ключевые слова:** залежи, нефть, скважина, разработка, мероприятия, освоение, повышение продуктивности, парафинизация, способы, составы, отложения, асфальто-смолистые вещества и парафины, коррозия.

## FEATURES OF OPERATION OF WELLS IN CONDITIONS OF APHALT-RESIN PAROFFINE DEPOSITS OF THE GROZNY OIL DISTRICT

*A.Sh. Khaladov<sup>1</sup>, Khasan T. Karnukaev<sup>2</sup>, B.I. Kartoev<sup>2</sup>  
Khusein T. Karnukaev<sup>2</sup>, M.B. Khizriev<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>K.t.n., Associate Professor, Associate Professor  
of the Department "Drilling, Development and Operation of oil and gas fields", GGNTU  
named after M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

*<sup>2</sup>Students of the master's degree in the field  
of "Oil and Gas business", GGNTU named after M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia)*

*G.I. Garifullina  
(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological  
University in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

*A.R. Khasanova  
(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological  
University in the City of Oktyabrsky, teacher)*

**Abstract:** In the fields of the Chechen Republic of Grozneftegaz JSC, despite the harsh thermobaric operating conditions of wells, serious complications arise associated with deposits of paraffin and asphalt-paraffin substances (APS) in the tubing and flow lines of wells in many fields with an increase in their frequency in the winter season. Also, the corrosion of oil gathering equipment is influenced by such factors as the technological scheme for collecting and transporting oil, technological operations carried out on pipelines, the hydraulic regime of product flow during transport, the physical and chemical properties of the extracted products and their change over time.

**Keywords:** deposits, oil, well, development, activities, development, increasing productivity, waxing, methods, compositions, deposits, asphalt-resinous substances and paraffins, corrosion.

С целью разработки эффективных мероприятий по борьбе с отложениями парафина и асфальтено-смолистых веществ были проведены исследования условий и характера закупорки выкидных линий на месторождении Правобережное. Исследования проводились на промысловой экспериментальной установке, смонтированной на выкидной линии фонтанирующей скважины № 64. Установка состояла из трех участков, каждый из которых имел длину 100 м и был составлен из последовательно соединённых труб диаметром 0,1, 0,15 и 0,2 м. Через эту установку пропусклась продукция скважины, и измерялись давление в начале выкидной линии и на экспериментальной установке, температура потока, окружающей среды и поверхности трубопровода. Определялись толщина, форма и характер отложений АСПО на внутренней поверхности смотровых катушек. Дебит и состав продукции скважины получали на основании промысловых замеров. Анализ полученных данных показывает, что плотные парафиновые отложения наблюдаются в основном в трубах диаметром 0,1 м. Интенсивность парафинизации уменьшается с увеличением диаметра труб причём с понижением температуры газонефтяной смеси и окружающей среды плотность отложений возрастает. В трубах диаметром 0,15 и 0,2 м, где наблюдаются низкие скорости потока, образуются в основном полужидкие отложения и только в небольшом количестве рыхлые. Полужидкие отложения представляют собой как бы смесь частиц парафина, осевших под действием гравитационных сил, и застывшей высоковязкой нефти. В трубах малого диаметра, где скорости потока достаточно высоки, выпадающие из раствора частицы парафина не оседают, и поэтому полужидких отложений не наблюдалось [1, 2].

Одним из основных вопросов, возникающих при изучении механизма процесса парафинизации промыслового оборудования, является вопрос о связи между выделением

кристаллов парафина из нефти и отложением их на внутренней поверхности трубопроводов и другого оборудования. Различными исследованиями предлагается тот или иной механизм парафинизации, и устанавливаются факторы, определяющие интенсивность парафинизации. Одни исследователи [3] считают, что процесс выделения кристаллов парафина и отложение их во времени совпадают, другие утверждают, что выделение кристаллов парафина из раствора происходит раньше, чем их отложение на стенках труб, а некоторые исследователи [4] высказывают противоречивые суждения. К наиболее ранним исследованиям относятся работы К.Е. Рестли. Автор придерживается мнения, что отложения начинаются в той точке системы, где температура падает ниже температуры кристаллизации парафина, и будут продолжаться, пока снижается растворяющая способность нефти по отношению к парафину. К.Е. Рестли приводит факторы, определяющие появление отложений парафина. К этим факторам он относит: периодическое смачивание поверхности труб нефтью и осушение ее; контакт нефти с холодной поверхностью труб; сильное распыливание нефти; движение газонефтяной смеси с низкой скоростью; турбулизацию потока; шероховатость труб; небольшую вязкость нефти.

Исследованиями [3] было показано, что первые кристаллы появляются, закрепляются и растут на участках развитой шероховатости твердой поверхности, причём закрепление кристаллов происходит в местах их выделения. Изучение начальной стадии процесса парафинизации позволило представить механизм парафинизации следующим образом.

При движении нефти на стенках труб с развитой шероховатостью возникают зародыши кристаллов, способные к дальнейшему росту вследствие выделения на их поверхности твёрдой фазы из нефти. Так как пересыщение нефти мало, то выделяющаяся в ограниченном количестве твердая фаза сначала образует отдельные скопления кристаллов. Число этих скоплений растет, так как увеличивается число центров кристаллизации, вокруг которых они формируются. Эти скопления кристаллов при достаточно большом их числе соединяются друг с другом, образуя слой кристаллов парафина по всей поверхности.

Скопления кристаллов под действием адсорбционных и капиллярных сил удерживают определенное количество высокомолекулярных асфальто-смолистых соединений. В дальнейшем кристаллическая масса уплотняется и теряет часть жидких соединений.

Этот механизм парафинизации был подтвержден дальнейшими работами сотрудников МИНХ и ГП, ТатНИПИнефть [5].

На основании промысловых данных можно отметить, что зоной наиболее интенсивной парафинизации являются выкидные линии от скважин до групповых замерных установок.

Было установлено, что при снижении температуры нефти ниже температуры кристаллизации отложение парафина начинается с зарождения и роста отдельных кристаллов непосредственно на поверхности вдоль различного рода царапин, трещин и шероховатостей. На выросших кристаллах возникают другие, увеличивая толщину отложений. Исследования показали, что процесс накопления отложений чередуется с частичными или полными срывами последних.

На отложение парафина оказывает влияние большое число факторов, и установить роль каждого из них в промысловых условиях представляет большие трудности, так как изменение одного из них, например, производительности трубопровода, приводит к изменению многих других параметров. Однако, исходя из наиболее вероятного механизма парафинизации, а также на основании данных лабораторных и промысловых исследований, о которых упоминалось выше, можно говорить о решающей роли температурного фактора. Значительное влияние оказывает температура поверхности стенок трубопроводов потока газонефтяной смеси, которая определяет растворяющую способность нефти по отношению к тугоплавающим парафинам.

Следовательно, одним из перспективных направлений борьбы с парафиновыми отложениями является снижение до минимума потерь тепла и поддержание оптимальной температуры при добыче и транспорте нефти и газа. Это может быть достигнуто выбором оптимальной глубины заложения трубопровода, надлежащей теплоизоляции труб, выбором

оптимального режима перекачки. Особое внимание следует уделять температуре стенок трубопровода, так как с уменьшением последней увеличиваются интенсивность выделения и скорость роста кристаллов, а также сила сцепления отложений со стенками трубопровода и их прочность.

Отличительной особенностью эксплуатации глубоких скважин Чеченской республики являются многочисленные осложнения, связанные с выделением из нефти и отложением в призабойной зоне пласта и подземном оборудовании высокоплавких, асфальтено-смолистых веществ (АСВ). По компонентному составу АСВ представлены асфальтенами, смолами, маслами, соединениями парафинового ряда и идентичны высокоокисленным битумам [6].

Выделение твёрдой фазы из раствора, в частности АСВ из нефти, представляет собой многофакторный и сложный процесс, связанный с адсорбцией и кристаллизацией твёрдых углеводородов. При этом в роли центров кристаллизации, способствующих процессу отложения асфальто-смолистых веществ и парафинов, могут выступать также сингенетичные пластовые битумоиды [6].

Образование отложений высокомолекулярных асфальто-смолистых веществ и парафинов происходит в скважинах, находящихся в различных термогидродинамических условиях. Залежи нефти, при эксплуатации которых наблюдается выпадение асфальто-смолистых веществ и парафинов в призабойной зоне пласта и насосно-компрессорных трубах, залегают на больших глубинах (3000 – 6000 м). Пластовые температуры составляют 80 – 180° С, а давления достигают 35 – 100 МПа [1]. Количество глубоких фонтанных скважин, эксплуатация которых существенно осложняется выпадением из нефти асфальто-смолистых веществ и парафинов, составляет, например, в объединении «Грознефтегаз» порядка 1/4 от общего их фонда (месторождения Брагуны, Эльдарово, Правобережное, Минеральное и др.).

Отложения асфальто-смолистых веществ и парафинов приводят к значительному снижению дебита нефти (вплоть до полного прекращения притока из пласта), затрудняют, а в ряде случаев и полностью исключают возможность отбора глубинных проб пластовых флюидов, проведения термогидродинамических исследований, обработок скважин изолирующими или кислотными составами. В связи с этим зачастую наблюдаются задержки и обрыв глубинных измерительных приборов (например, скважины № 1007 Старогрознефть, № 66 Заманкул, объединения «Грознефть» и др.). Обработки пласта кислотными растворами без предварительного удаления асфальто-смолистых веществ и парафинов не дают в большинстве случаев положительного результата (например, скважины № 126, № 132 Правобережное, № 231 Октябрьское объединения «Грознефть» и др.), а закачка водоизолирующих материалов может привести в этих условиях к закупорке насосно-компрессорных труб [6].

В нефтепромысловой практике используются различные способы и составы для удаления отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов. По механизму действия их можно объединить в 3 группы: механические, тепловые и физико-химические.

Механические способы основаны на соскабливании отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов со стенок труб в процессе работы скважин скребками, спускаемыми на проволоке, или летающими скребками. Эти методы довольно трудоёмки и позволяют удалять твердые осадки только из колонны насосно-компрессорных труб. Кроме того, область применения летающих скребков ограничена - они могут применяться только при дебитах скважин свыше 50 т/сут. [6].

Тепловые методы предполагают расплавление твёрдых осадков и удаление их потоком нефти. Наиболее распространённым из тепловых методов является прогрев водяным паром. Этот способ весьма трудоемок и применяется главным образом для очистки наземных коммуникаций и верхней части насосно-компрессорных труб. При отложениях асфальто-смолистых веществ и парафинов на больших глубинах эффективность этого метода резко снижается. Применяются также прокачки горячей нефти или нефтепродуктов, подогретых до температуры 70-80 °С [5].

Разновидностью тепловых способов являются термогазохимические методы воздействия на пласт (ТГХВ). Недостатком их является неприемлемость при забойных температурах свыше 100 °С и низких статических уровнях (менее 100 м). Кроме того, при нагревании до 300 °С (а при ТГХВ температура на стенке скважины может достигать 2000 °С) часть асфальто-смолистых веществ разлагается с образованием кокса, что может привести к потере проницаемости призабойной зоны пласта. Промысловые испытания метода, проведённые, например, в объединении «Грознефтегаз», показали невысокую эффективность ТГХВ.

Одним из существенных недостатков всех тепловых методов является неполное удаление отложений АСВ. Оставшиеся на стенках труб отдельные частицы АСВ служат центрами кристаллизации, на которых впоследствии быстро формируется новый слой отложений АСВ. Другим недостатком паротеплового метода является возникновение при нагреве термических напряжений в трубах, что часто приводит к нарушению целостности и герметичности эксплуатационных колонн, порывам нефтепроводов и т.д. Этот метод применим для удаления парафиновых отложений и неэффективен при наличии осадка асфальтено-смолистых веществ.

Наиболее универсальным и доступными являются физико-химические методы, основанные на растворении твёрдых осадков. Применяемые на практике для обработок скважин различные углеводородные жидкости (горячая нефть, керосин, ароматический газоконденсат и др.) предназначены для удаления парафиновых отложений [1].

В ранее проведённых работах не исследовано влияние диаметра трубы с движущейся в ней газонефтяной смесью на образование отложений асфальто-смолистых и парафиновых веществ. Отмечалось, что при диаметре труб 0,1 - 0,15 м образуется плёнка асфальто-смолистого вещества определенной степени рыхлости, а при других диаметрах труб плёнка имеет иные свойства. Вопрос требует более глубокого изучения с учётом характера теплообмена в трубах различного диаметра, так как при изменении этого параметра существенно изменяются качественные и количественные показатели теплообмена, а значит и усиливается или ослабляется один из основных факторов, способствующих образованию отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов, – температура стенки трубопровода.

Прочность отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов зависят от их состава, который определяется наличием таких веществ в нефти и условиями в потоке. В предшествующих работах не отмечено, что в составе отложений есть твёрдая минеральная фаза, роль которой по нашим данным существенна.

Недостаточное внимание уделялось влиянию состава отложений на их прочность и локализацию в подъёмных трубах скважин, а также в поверхностных трубопроводах. Очевидно, что парафиновые углеводороды, не обладая адгезионной способностью к металлу, образовать твёрдые и прочные отложения могут при достаточно низких температурах и неблагоприятном режиме движения углеводородной смеси. В то же время асфальто-смолистые вещества, обладая высокой адгезионной способностью, в смеси с кристаллизирующимися парафинами и в присутствии твёрдой минеральной фазы образуют отложения, обладающие свойствами по типу твёрдых соединений и с большим трудом разрушающиеся при повышении температуры.

В освещении механизма образования отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов ранее сделан правильный акцент на изменение температуры потока, режим движения смеси, состав движущихся флюидов, но недостаточно полно исследовано влияние изменения газонасыщенности нефти при подъёме в лифтных трубах, взаимосвязь давления насыщения нефти, депрессии на пласт и уровня пластового давления.

Недостаточное внимание уделялось механизму образования отложений в скважинах в зависимости от температурного режима ее работы во взаимосвязи с теплообменом при различном заполнении межколонного пространства, конструкции лифта.

Существенные пробелы отмечаются в исследованиях по ликвидации и предотвращению отложений асфальто-смолистых веществ и парафиновых углеводородов в

лифтах добывающих скважин, связанные с упрощением технологических приемов и невысокой определённости ожидаемых результатов при выборе технологии обработки скважин в конкретных геолого-промысловых условиях.

При выборе реагентов для ликвидации отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов в большинстве случаев обоснованно использовались ароматические углеводороды (ББФР), но их применение в промышленных масштабах всегда затруднительно ввиду дефицитности [6]. Рациональным является поиск и создание растворителей асфальто-смолистых и парафиновых веществ на базе широких фракций углеводородов, получаемых при первичной переработке нефти на атмосферно-вакуумных установках или в других технологических процессах. Такие реагенты могут обеспечить достаточно эффективное растворение отложений асфальто-смолистых веществ и парафинов, будут более доступными и менее дорогостоящими.

Важным направлением работ по предотвращению образования отложений парафинов и АСВ и их разрушению является разработка технологических приемов, связанных с изменением режимов работы скважин, а также рациональным использованием технических средств в комплексе с физико-химическими процессами [7-9].

Для выявления основных причин аварий подземного оборудования был проанализирован геолого-промысловый материал по тем мезозойским скважинам АО "Грознефтегаз" Чеченской Республики, в которых проводились или планировались ремонтные работы с целью замены насосно-компрессорных труб. Коррозионному разрушению наиболее подвержено подземное оборудование скважин на глубине от 0 до 1000 м, скорость коррозии здесь достигает 2,95 мм/год при обводненности продукции 15 % [1-2]. Для внутренней поверхности трубопроводов системы нефтегазосбора рассчитаны прогнозные скорости коррозии составляет 0,79 и 2,53 мм/год соответственно для крайних значений обводненности: 4,35 % – 1982 г. и 84,6 % – 1999 г.

Для защиты от углекислотной коррозии подземного оборудования эксплуатационных скважин рекомендуется применение ингибитора коррозии ИКНСАзНИПИнефть (ТУ 6-03-458-78) по следующей технологии: в затрубное пространство скважины цементировочным агрегатом закачивается 100 %-ный раствор ингибитора. Средний расход ингибитора на одну закачку – 5 тонн, периодичность закачки два раза в год, средний расход ингибитора на одну скважину составляет 10 т/год.

#### **Список использованных источников:**

1. Муравьева И.М. и др. Исследование процесса парафинизации нефтепромыслового оборудования. Тр. МИНХиГП.-М.: Недра, 1965.-Вып.55.
2. Люшин С.Ф. и др. Борьба с отложениями парафина при добыче нефти. - М.: Недра, 1971.
3. Ларионов В.В., Фарманова Н.В., Ефремова Л.В., Шварман М.Д. Разработка методических основ поисков нефти в карбонатных коллекторах мезозойских отложений Северного Кавказа и Предкавказья. Раздел II. Отчет ВНИИГНИ и МИНХиГП по теме № 804 за 1962 – 1963 гг.
4. Халадов А.Ш. Особенности осложнений эксплуатации скважин при разработке мезозойских залежей Чеченской Республики; Грозненский государственный нефтяной институт. - Грозный, 1998. – 11 с. – Библиогр.: 12 назв.- Деп в ВИНТИ 25.05.98, № 1584 – В 98.
5. Гужов А.И. Совместный сбор и транспорт нефти и газа.- М., 1973.- С. 64-68.
6. Халадов А.Ш., Дегтярев Н.М. Методы удаления отложений АСВ в лифтных трубах добывающих скважин (на примере нефтяного месторождения Гойт-Корт); – Грозненский государственный нефтяной институт. - Грозный, 1998. – 8 с.– Библиогр.: 5 назв.- Деп. в ВИНТИ 25.05.98, № 1585 – В 98.
7. Владимиров И.В., Велиев Э.М. Технология периодической работы добывающих и нагнетательных скважин в противофазе // Деловой журнал Neftegaz.RU [3], 2018, С. 54-61
8. Кудин Е.В., Велиев Э.М. Некоторые особенности работы скважин месторождения «Белый тигр» при переходе от газлифтного к механизированному способу добычи нефти с помощью

установок электроцентробежных насосов // НТЖ «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов» УГНТУ. –2018. –Вып. 6 (116). С. 72-81.

9. Щетников В.И., Велиев Э.М. Критерии выбора эксплуатационного объекта применения технологии интенсификации добычи нефти на основе энзим-комплексов // НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА Материалы IX Международной молодежной научной конференции (г. Уфа, 14-15 ноября 2019 г.), С. 94-95.

УДК 622.276

### **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СКВАЖИН, ОБРУДОВАННЫХ УЭЦН И МЕРОПРИЯТИЙ ПО БОРЬБЕ С СОЛЕОТЛОЖЕНИЯМИ**

**А.Ш. Халадов<sup>1</sup>, М.С. Хасиханов<sup>1</sup>, Т.Р.Альшин<sup>2</sup>, М-Б.А.Цуров<sup>2</sup>, А.Ф.Шагисултанов<sup>2</sup>**

*(<sup>1</sup>К.т.н., доценты и к.п.н., доцент кафедры «Бурение, разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», и «Безопасность жизнедеятельности», ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия*

*<sup>2</sup>Студенты магистратуры по направлению «Нефтегазовое дело», ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова, г. Грозный, Россия)*

**М.О. Михайлов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, ассистент)*

**Аннотация.**Актуальными задачами добычи нефти в Грозненском нефтяном районе являются вопросы совершенствования применяемых и разработки новых технологических процессов, направленных на оптимизацию работы глубоких и сверхглубоких скважин.

Поступающая из нефтяных и газовых скважин продукция не представляет собой соответственно чистые нефть и газ. Вместе с нефтью из скважины поступает пластовая вода, попутный газ, твердые частицы механических примесей (горные породы, затвердевший цемент). Природный газ, добываемый на газовых месторождениях, содержит повышенное количество влаги, а также твердые частицы.

**Ключевые слова:** скважин, пластовая вода, солеобразование, отложения, комбинированные обработки, призабойная зона пласта.

### **ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL OPERATING MODES OF WELLS EQUIPPED WITH ESP AND MEASURES TO COMBAT SCALE DEPOSITS**

**A.Sh. Khaladov<sup>1</sup>, M.S. Khasikhanov<sup>1</sup>, T.R. Alshin<sup>2</sup>, M-B.A. Tsurvov<sup>2</sup>, A.F.Shagisultanov<sup>2</sup>**

*(<sup>1</sup> Associate professors and Ph.D., Associate Professor of the Department "Drilling, Development and Operation of oil and gas fields", and "Life Safety", GGNTU named after Academician M.D. Millionshchikov, Grozny, Russia*

*<sup>2</sup>Students of the Master's degree in the field of "Oil and Gas Business", M.D. Millionshchikov State Technical University, Grozny, Russia)*

**M.O. Mikhailov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, assistant)*

**Abstract.**Current problems of oil production in the Grozny oil region are the issues of improving existing and developing new technological processes aimed at optimizing the operation of deep and ultra-deep wells.

The products coming from oil and gas wells do not represent pure oil and gas, respectively. Along with oil, formation water, associated gas, and solid particles of mechanical impurities (rocks, hardened cement) come from the well. Natural gas produced from gas fields contains increased amounts of moisture as well as particulate matter.

**Keywords:** wells, formation water, salt formation, sediments, combined treatments, bottomhole formation zone.

Основным способом интенсификации притоков нефти из песчано-алевролитовых продуктивных отложений нижнемелового возраста в объединении АО «Грознефтегаз» является обработка призабойной зоны пласта глинокислотной или гидрофобной нефтекислотной эмульсией на её основе. Обработки глинокислотными растворами проводились преимущественно в скважинах, эксплуатирующих пласты с температурой до 110° С (месторождения Северо-Брагунское, Правобережное, Брагуны).

Выпадение осадка может происходить при:

- изменении термобарических условий в процессе эксплуатации скважин;
- смешивании вод различного ионного состава несовместимых друг с другом;
- освоении скважины после капитального ремонта скважин (КРС) и подземного ремонта скважин (ПРС);
- прорыве нагнетаемой воды по пласту в добывающие скважины;
- испарении воды потоком нефтяного газа и пр.

#### 1. Изменение термобарических условий в процессе эксплуатации скважин.

Подъем по лифту скважины добываемой продукции сопровождается снижением температуры и давления. При снижении давления происходит нарушение сложившегося в пластовых условиях равновесного водного состава. Устанавливается новое соотношение растворенного диоксида углерода между водной и нефтяной фазами. Снижение содержания диоксида углерода в воде приводит к выпадению карбоната кальция из насыщенных солеобразующими ионами сред:



Процесс интенсифицируется при снижении давления ниже давления насыщения нефти. Из нефти выделяются газообразные компоненты, что приводит к снижению содержания углекислоты в нефти и водной фазе и, как следствие, к выпадению новых порций карбоната кальция. В результате происходит отложение солей в эксплуатационной колонне, на поверхности насосного оборудования, рабочих колес электроцентробежных насосов (ЭЦН) и внутри насосно-компрессорных труб (НКТ).

#### 2. Смешивание несовместимых вод.

Смешивание несовместимых вод, приводящее к солеобразованию, может происходить при выводе скважины на режим из глушения, при реализации различных способов заводнения месторождения, при смешивании на забое скважины вод различных нефтяных пропластков несовместимых друг с другом и т.д.

#### 3. Испарение воды.

Испарение воды потоком нефтяного газа: оказывает решающее влияние на процесс солеотложения в низкообводненных добывающих скважинах. В процессе испарения воды уменьшается растворимость солей, в осадок могут перейти растворимые в обычных условиях соли – хлориды щелочных и щелочноземельных металлов.

Испарение водных растворов при контакте с нагретым оборудованием (электродвигатели УЭЦН) приводит к перенасыщению флюидов малорастворимыми солями и их выпадению на поверхности оборудования. Этот механизм реализуется в малообводненных скважинах, эксплуатируемых УЭЦН и, особенно, в скважинах с высоким давлением и температурой, к примеру на месторождениях Чеченской Республики [1, 2, 3].

В таблице 1 приведены наиболее распространенные типы солеотложения в скважинах и параметры, влияющие на их растворимость.

Таблица 1-Наиболее распространенные типы отложения в скважинах



| Тип солеотложения      |                                      | Химическая формула                   | Основные параметры, влияющие на растворимость данного типа солеотложения             |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Название солеотложения |                                      |                                      |                                                                                      |
| Карбонаты              | Кальцит<br>(Карбонат кальция)        | CaCO <sub>3</sub> ,                  | Парциальное давление CO <sub>2</sub> , температура, давление, pH, растворенные соли. |
| Сульфаты               | Гипс<br>(сульфат кальция 2-х водный) | CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | Температура, давление, растворенные соли.                                            |
|                        | Ангидрит<br>(Сульфат кальция)        | CaSO <sub>4</sub> ,                  |                                                                                      |
|                        | Барит<br>(Сульфат бария)             | BaSO <sub>4</sub> ,                  |                                                                                      |
|                        | (Сульфат стронция)                   | SrSO <sub>4</sub> ,                  |                                                                                      |
| Соединения железа      | Карбонат железа                      | FeCO <sub>3</sub>                    | Растворенные газы и коррозия, температура, давление, pH.                             |
|                        | Сульфид железа                       | FeS                                  |                                                                                      |
|                        | Гидрат закиси железа                 | Fe(OH) <sub>2</sub>                  |                                                                                      |
|                        | Гидроксид железа                     | Fe(OH) <sub>3</sub>                  |                                                                                      |
|                        | Оксид железа (III)                   | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>       |                                                                                      |

Ниже приведены параметры, оказывающие влияние на растворимость наиболее распространенных типов солевых отложений [1]:

#### 1. Отложения сульфатов.

Отложения сульфатов происходит главным образом при смешении несовместимых вод. Эта ситуация имеет место, когда пластовая вода, содержащая значительное количество катионов кальция, стронция или бария смешивается с нагнетаемой водой, содержащей большое количество сульфат ионов, что приводит к выпадению нерастворимых сульфатов.

Из сульфатов наибольшее распространение имеет гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и ангидрит ( $\text{CaSO}_4$ ).

Тенденция к осадкообразованию сульфатов кальция увеличивается в основном при понижении концентрации растворимых солей в воде, при повышении температуры выше  $40^\circ\text{C}$  и значительном снижении давления.

#### 2. Карбонатные отложения.

Характерно увеличение растворимости с уменьшением температуры.

Большое влияние оказывает на растворимость присутствие углекислого газа. Увеличение парциального давления  $\text{CO}_2$  ( $P_{\text{CO}_2}$ ) от 0,0012 до 0,96 атм. увеличивает растворимость  $\text{CaCO}_3$  примерно в 9 раз.

Тенденция к выпадению кальцита в осадок увеличивается с понижением парциального давления  $\text{CO}_2$ , повышением температуры и уменьшением концентрации солей, присутствующих в растворе.

#### 3. Отложения хлористого натрия (галиты).

На некоторых месторождениях, где нефтяная залежь контактирует с высокоминерализованными погребенными водами, встречаются отложения хлористого натрия (галит). Основная причина выпадения хлористого натрия - перенасыщение попутно добываемой воды вследствие снижения давления и температуры в стволе скважины.

#### 4. Соединения (составы) железа.

Ионы железа, присутствующие в пластовых водах в естественных условиях или вследствие коррозионных процессов, вступая в реакцию с растворенными газами ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_2$ ) образуют химические соединения, которые очень часто являются причиной формирования отложения в ПЗП или в скважинах.

Разработка месторождений на 4-ой стадии имеет существенные технические и технологические негативные моменты, к которым, в том числе, относится отрицательное влияние твердых отложений на нефтепромысловом оборудовании (на примере Саматлорское месторождение). Среди твердых отложений 70-80 % составляют карбонаты кальция, борьба с которыми вызывает, растущую в последние годы, потребность в химических продуктах:

ингибиторах солеотложений, соляной кислоте. Активизация проведения геолого-технических материалов (ГТМ) в ОАО «СНГ» привела к существенному росту солевого фонда (рисунок 1), традиционно поставщиками отказов УЭЦН из-за солей являются скважины НПА-8. Газлифтный фонд на протяжении последних лет имеет тенденцию к снижению и незначительную динамику изменения. Фонд скважин, осложнённый карбонатными отложениями, неуклонно растёт.

Процесс добычи нефти сопровождается отложением твердых осадков неорганических веществ, в призабойной зоне пласта добывающих скважин, на стенках эксплуатационных колонн и лифтовых труб, на насосном оборудовании в наземных системах сбора и подготовки нефти. Главным источником выделения солей является вода, добываемая совместно с нефтью. Процессу солеотложения подвержены скважины и наземное оборудование, эксплуатирующийся в условиях обводнения добываемой продукции. Выпадение химического вещества в осадок из раствора происходит в том случае, если концентрация этого вещества или иона в растворе превышает равновесную. Выпадение осадка может происходить [1]:

- при смешивании вод различного состава несовместимых друг с другом;
- при перенасыщении вод в результате изменения термобарических условий в скважине либо в насосе;
- при испарении воды и т.д.

Смешивание несовместимых вод, приводящее к слоеобразованию, происходит при выводе скважины на режим из глушения, при реализации различных способов заводнения месторождения, при смешивании на забое скважины вод различных нефтяных пропластков несовместимых друг с другом и т.д.

Из-за разной проницаемости пропластков нефтяного пласта в стволе скважины происходит смешивание попутно-добываемых вод с различным содержанием солеобразующих ионов и растворенного  $\text{CO}_2$ , что зачастую приводит к образованию пересыщенных в отношении карбоната кальция водных растворов и выпадению карбонатных осадков в стволе скважины. Этот фактор может оказывать решающее влияние на солеотложение при прорыве нагнетаемых вод в призабойную зону скважины.

Подъем по скважине добываемой продукции сопровождается снижением температуры и давления на месторождениях Грозненского нефтяного района, западной Сибири. При снижении давления происходит нарушение сложившегося в пластовых условиях равновесного водного состава. Из нефти выделяются газообразные компоненты, что приводит к снижению содержания углекислоты в нефтяной и водной фазах и, как следствие, к выпадению новых порций карбоната кальция. В результате происходит отложение солей в эксплуатационной колонне, на поверхности насосного оборудования, рабочих колес электроцентробежных насосов (ЭЦН) и т.д.

Интенсивное отложение карбоната кальция на рабочих колесах ЭЦН происходит из-за повышения температуры потока добываемой продукции, вызванного теплоотдачей работающего погружного электродвигателя. С ростом температуры снижается растворимость карбоната кальция, что интенсифицирует солеотложение карбонатных осадков на колесах ЭЦН.

Для установления факта карбонатных отложений исследуются осадки, отобранные с призабойной зоны пласта, рабочих колес ЭЦН, лифтовых труб, устья скважины. Присутствие карбонатов устанавливается растворением, отмытого от нефтяной пленки органическим растворителем (бензином, керосином, газOLIном, дистиллятом), осадка в 10 – 15 % растворе соляной кислоты, сопровождающимся выделением газообразного  $\text{CO}_2$ . Используется методика определения отложений солей по РД 39-23-1035-84.

Как видно из диаграммы Саматлорского месторождения (рисунок 1), за 2011 год солевой фонд увеличился по сравнению с 2010 годом на 28 скважин (2009 г на 63 скв., за 2008 г на 128 скв.) и, вероятно, солевой фонд будет расти дальше.

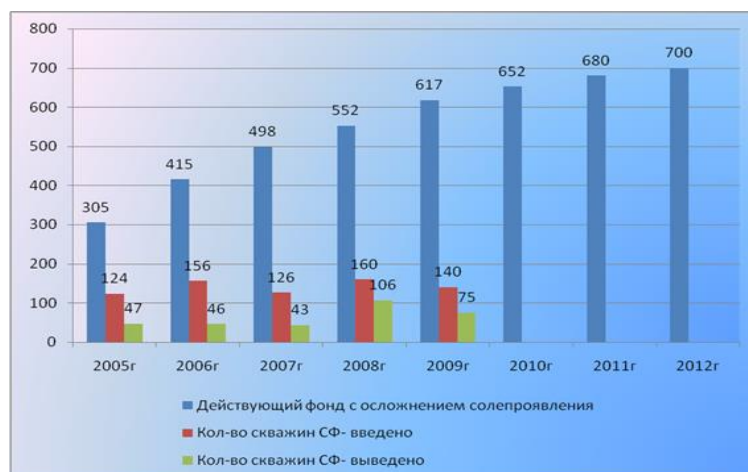


Рисунок 1 -Динамика солепроявляющего фонда скважин с 2005 г. по 2012 г.

Анализом осадков с рабочих колес ЭЦН солеобразующих скважин различных месторождений нефти выявлено наличие в отложениях нефтяных компонентов (НК), катионов  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $3^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , анионов  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , окислов –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , механических примесей искусственного происхождения (проппанта).

Рост солепроявляющего фонда происходит только по скважинам, эксплуатирующимся УЭЦН. Нарушение химического равновесия в добываемой жидкости из-за увеличения отборов в 2005-2011 г, связанных с проведением различных геолого-технических мероприятий, в первую очередь ГРП и оптимизации на малопродуктивных частях пластов, использованием высоконапорных насосов привели к росту солевого фонда.

Комбинированная обработка кислотой и ингибитором солеотложений состоит из двух основных последовательных этапов закачки: этапа промывки призабойной зоны пласта и этапа ингибирования призабойной зоны пласта ингибитором солеотложения[7-9].

Уровень добычи в скважине, как правило, поддерживается кислотными обработками и/или превентивными обработками ингибиторами солеотложений, а отложения карбоната кальция в значительной степени уменьшают добычу нефти на месторождениях по всему миру.

На графике (рисунок 2) показана эффективность обработки ингибитором солеотложений по сравнению с обычными обработками.

Как видно из графика, ингибитор солеотложений, совместимый с кислотой, приводит к интенсификации добычи нефти и длительному периоду высвобождения ингибитора солеотложения. Продолжительное освоение скважины не требуется. Диагностирование обработки показывает скорее передвижение твердых частиц, чем повреждение проницаемости, вызванное солеотложениями.

Кислотные обработки успешно применяются с использованием подходящего ингибитора солеотложений для получения длительного периода последствия ингибитора при задавливании в пласт. Также достигнута эффективная адсорбция ингибитора солеотложений в сильноокислой среде. Не замечено каких-либо изменений в эффективности кислотных обработок, вследствие присутствия ингибитора солеотложений. Дополнительная промывка, необходимая для оптимизации обработки ингибированием солеотложений, может быть изменена для сокращения времени промывки во время кислотной обработки.

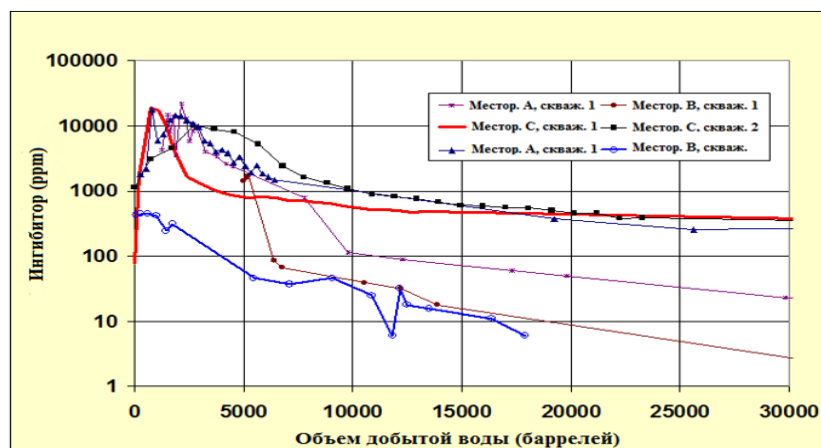


Рисунок 2 -Эффективность обработки ингибитором солеотложений по сравнению с обычными обработками

Дополнительная добыча нефти составила за 3 года 149,57тыс.т. На одну скважинную операцию приходится 276 тонн дополнительно добытой нефти. Средняя продолжительность эффекта одной скважинной операции – 8.

Эксплуатация глубоких мезозойских скважин на ряде месторождений АО «Грознефтегаз» осложняется также отложением в насосно-компрессорных трубах (НКТ) и призабойной зоне пласта (ПЗП) высокоплавких асфальтено-смолистых веществ (АСВ) (месторождения Северо-Брагуновское, Правобережное, Брагуны). Это приводит к снижению производительности скважин (вплоть до полного прекращения подачи), затрудняет, а в отдельных случаях и полностью исключает возможность проведения термогидродинамических исследований и отбора глубинных проб пластовых флюидов. В этой связи разработана, с учетом условий глубоких высокотемпературных скважин и внедряется технология удаления органических отложений из НКТ и ПЗП, с использованием ароматических и предельных углеводородов, а также гидрофилизирующих агентов.

Вопросы безопасного взаимодействия человека со средой обитания, защита объектов и человека от негативных факторов чрезвычайных ситуаций постоянно должны находиться в центре внимания специалистов любого предприятия, которые должны разрабатывать меры безопасности технологического процесса, аппаратного оформления, применяемых в процессе эксплуатации и ремонта технологического оборудования вредных веществ, проявления опасных и вредных производственных факторов определяют опасные участки производства, выявляют возможные опасные ситуации и разрабатывают меры по их предупреждению и ликвидации [6].

#### Список использованных источников:

1. Фондовые материалы Самотлорского месторождения Нижневартовского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.
2. Викторин В.Д., Лычков Н.П. «Разработка нефтяных месторождений, приуроченных к карбонатным коллекторам» М. Недра, 1980 г.
3. Муслимов Р.Х., Абдулмазитов Р.Г. «Совершенствование технологии разработки малоэффективных нефтяных месторождений Татарии» Казань Таткнигоиздат 1989 г.
4. Халадов А.Ш. Оптимизация работы асфальтено-смолообразующих скважин / Халадов А.Ш., Дудников Ю.В., Ямалетдинова К.Ш., Дудаев М.М., Закриев Х.И., Рахмаев А. М. Журнал «Естественные и технические науки», Москва. № 3 (166) 2022 г. ISSN 1684-2626 ООО Компания Спутник +2022. С. 107-110.
5. Халадов А.Ш., Ямалетдинова А.А., Jose Perez Yanes. Методы интенсификации притока жидкости из высокотемпературных мезозойских пластов. Научные технологии в

решении проблем нефтегазового комплекса. Материалы XI Международной научно-практической и методической конференции. Уфа, 2021. Издательство: Башкирский государственный университет (Уфа) 25–29 октября 2021 года, С 41-43.

6. Хасиханов М.С. Состояние и меры по улучшению экологической обстановки в Чеченской республике/ М.С. Хасиханов, Л.М. Масаева, Ш.Д. Амхаев/ Труды Грозненского государственного нефтяного института им. акад. М.Д. Миллионщикова. Вып.1. - Грозный, 2001.

7. Владимиров И.В., Велиев Э.М. Технология периодической работы добывающих и нагнетательных скважин в противофазе // Деловой журнал Neftegaz.RU [3], 2018, С. 54-61

8. Кудин Е.В., Велиев Э.М. Некоторые особенности работы скважин месторождения «Белый тигр» при переходе от газлифтного к механизированному способу добычи нефти с помощью установок электроцентробежных насосов // НТЖ «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов» УГНТУ. –2018. –Вып. 6 (116). С. 72-81.

9. Щетников В.И., Велиев Э.М. Критерии выбора эксплуатационного объекта применения технологии интенсификации добычи нефти на основе энзим-комплексов // НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА Материалы IX Международной молодежной научной конференции (г. Уфа, 14-15 ноября 2019 г.), С. 94-95.

УДК 553.982

## **К ВОПРОСУ МЕТОДОЛОГИИ ДОБЫЧИ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ**

**Т.Р. Хамидуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО  
УГНТУ в г.Октябрьском, студент гр. МГР12дв-23-11)*

**А.А. Гиззатуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО  
УГНТУ в г.Октябрьском, доцент каф. РРНГМ, к.ф.-м.н.)*

**Ш.Г. Мингулов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО  
УГНТУ в г.Октябрьском, профессор каф. РРНГМ, д.т.н.)*

**Аннотация.** Статья посвящена критериям отнесения нефтей к трудноизвлекаемым. С использованием базы данных по физико-химическим свойствам нефти проведен анализ пространственного распределения трудноизвлекаемых нефтей основных нефтегазоносных бассейнов мира, выявлены особенности физико-химических свойств, как нефтей с аномальными свойствами, так и нефтей в сложных условиях залегания.

**Ключевые слова:** трудноизвлекаемые нефти, тяжелые нефти, вязкие нефти, сернистые нефти, смолистые нефти, парафинистые нефти, нефтегазоносный бассейн, физико-химические свойства нефтей.

UDC 553.982

## **ON THE ISSUE OF THE METHODOLOGY OF EXTRACTION OF HARD-TO-RECOVER OILS**

**T.R. Khamidullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum  
Technological University in the City of Oktyabrsky,  
student gr. MGR12dv-23-11)*

**A.A. Gizzatullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum  
Technological University in the City of Oktyabrsky, assistant professor, candidate of sciences)*

**Abstract.** The article is devoted to the criteria for assigning oils as difficult to recover. Using the database on the physicochemical properties of oil, the spatial distribution of hard-to-recover oils of the basic oil and gas basins of the world was analyzed, the features of physico-chemical properties were identified as oil with abnormal properties and oils under difficult conditions of occurrence.

**Keywords:** hard-to-recover oil, heavy oil, viscous oil, sulfur oil, tar oil, paraffin oil, oil and gas pool, physico-chemical properties of oil.

### Введение

Большинство энергетических потребностей мира удовлетворяются за счет нефти и газа. Однако уровень добычи нефти растет, в то время как запасы нефти не увеличиваются уже долгое время. Из-за этого истощается самое ценное нефтяное сырье - легкая, низковязкая и низкосернистая нефть. Вместе с этим начинают разрабатываться труднодоступные запасы с высокой плотностью, вязкостью, сернистостью и смолистостью. Это приводит к изменению технологических параметров сырья и увеличению экологических издержек. Изучение физико-химических свойств труднодоступных нефтей может помочь уменьшить негативное влияние на окружающую среду и принять защитные меры на стадии выбора технологий добычи и переработки.

### Трудноизвлекаемые нефти

Трудноизвлекаемые запасы нефти обладают особыми характеристиками, что делает их добычу сложной. Эти запасы могут находиться в геологически сложно устроенных пластах или быть представлены малоподвижной нефтью с высокой вязкостью, плотностью и содержанием твердых парафинов. Низкие дебиты скважин в этих месторождениях связаны с низкой продуктивностью пластов, неблагоприятными условиями залегания нефти (как, например, газонефтяные залежи) или аномальными физико-химическими свойствами (рис. 1).

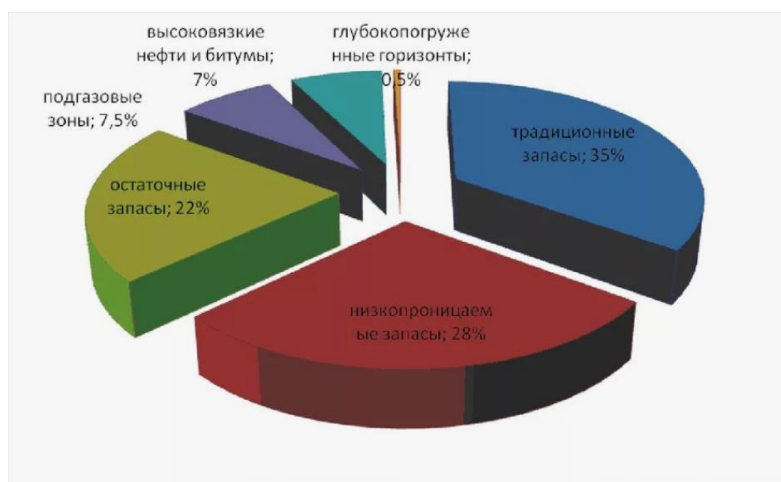


Рисунок 1 - Структура трудноизвлекаемых нефтей

### Свойства аномальных трудноизвлекаемых нефтей

Известно, что тяжелые и вязкие нефти содержат большое количество тяжелых примесных элементов, многие из которых обладают выраженной токсичностью. Это не только кардинально меняет технические параметры углеводородного сырья, но и увеличивает экологические затраты на его разработку. Установлено, что тяжелые нефти содержат наибольшие концентрации комплексов металлов, особенно ванадия и никеля. По оценкам экспертов, мировой потенциальный ресурс ванадия в тяжелой нефти и битуме

составляет около 125 млн тонн, а извлекаемый ресурс, связанный с нефтью, - около 20 млн тонн [1-3]. В настоящее время ванадий и никель теряются при сжигании нефтепродуктов, нанося значительный ущерб окружающей среде. Кроме того, по мере истощения запасов легкой нефти и перехода к крупномасштабной добыче тяжелой нефти, содержащей большое количество ванадия, никеля и других токсичных элементов, количество извлекаемых из нефти металлокомплексов неизбежно возрастет, а их эксплуатация будет недопустима без соответствующих мер по очистке окружающей среды.

Высокое содержание серы в нефти влияет как на технологию её освоения, транспорта, переработки и утилизации, так и на степень неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Все это вынуждает технологов исследовать содержание серы в нефтях более детально. Высокое содержание смол в нефтях также является причиной технологических осложнений как при добыче и транспортировке нефти, так и в процессах их переработки.

Свойства трудноизвлекаемой нефти в сложных условиях залегания

В перечень основных критериев для выявления трудноизвлекаемых запасов нефти входят аномалии пластовой температуры - выше 100 °С или ниже 20 °С [1, 4]. Знание значения пластовой температуры важно для экологической оценки свойств нефти. Поведение нефти в приповерхностных условиях, то есть при температуре, как правило, ниже 40-45 °С, остается относительно благоприятным. Однако экологическая ситуация резко меняется, когда, например, при добыче высоковязкой нефти используются парогенераторы или методы подземного сжигания. Растворимость в возрастающем ряду от метана к нафтенам и ароматике увеличивается в два-три раза. Например, бензол, толуол, бенз(а)-пирен и многие смоло-асфальтеновые фракции нерастворимы в воде при нормальных условиях. Они стекают с горячей водой из зоны добычи и загрязняют водоносные горизонты. Те же свойства, которые позволяют нефти растворяться в "горячей" пластовой воде (выше 100°С), особенно в пластовой воде с минерализацией ниже 100 г/л, должны учитываться и при выходе нефти на поверхность при добыче с больших глубин, обычно выше 4000 м в бассейнах, богатых тепловыми потоками [1, 5].

Аномально низкая пластовая температура (ниже 20°С) ведет к экологическим последствиям добычи нефти из-за низкой разницы между пластовой температурой и температурой застывания парафинов и смол в нефти.

Вывод

Выявлены закономерности залегания трудноизвлекаемых нефтей и особенности их свойств. Проведен сравнительный анализ физико-химических свойств трудноизвлекаемых нефтей. Описаны экологические последствия добычи трудноизвлекаемых нефтей.

#### **Список использованных источников:**

1. Butler R.M., Jiang Q. Improved Recovery of Heavy Oil by Vapex with Widely Spaced Horizontal Injectors and Producers. Journal of Canadian Petroleum Technology, 2000, Vol. 39, Issue 1, pp. 48-56. DOI: 10.2118/00-01-04.
2. Assessment of the effect of the gas separator in the installation electric centrifugal pump for its energy efficiency // Topolnikov A.S., Gimaltdinov I.K., Gimaltdinova A.A., Kochanova E.Y. / AIP Conference Proceedings. 2. Сер. "Proceedings of the II International Conference on Advances in Materials, Systems and Technologies, CAMSTech-II 2021" 2022. С. 060031.
3. On the decomposition of gas hydrate at a positive temperature // Tazetdinov B.I., Chiglintseva A.S., Gimaltdinov I.K., Kochanova E.Y. / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, 2020. С. 62057.
4. Кудинов В.И., Сучков Б.М. Новые технологии повышения добычи нефти. Самара: Самарское книжное издательство, 1998. 368 с.
5. Численное моделирование распространения примесей в водной среде и их акустический мониторинг // Гималтдинов И.К., Столповский М.В., Кочанова Е.Ю. В книге:



УДК 550.832

## ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЙ КАРОТАЖ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СКВАЖИН

**Р. Р. Хуснутдинова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Э. В. Гайфуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. ГР-21-11)*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются особенности использования ионных электродов для гидрогеохимического каротажа в условиях нефтяных скважин. На основании результатов измерений была продемонстрирована работа разработанной аппаратуры.

**Ключевые слова:** гидрогеохимический каротаж, газонефтяная скважина, электрод, скважина, нефтекаротаж.

UDC 550.832

## HYDROGEOCHEMICAL LOGGING IN WELL INVESTIGATION

**R. R. Khusnutdinova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**E. V. Gaifullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. GR-21-11)*

**Abstract.** This article discusses the features of using ionic electrodes for hydrogeochemical logging in oil well conditions. Based on the measurement results, the operation of the developed equipment was demonstrated.

**Key words:** hydrogeochemical logging, gasoil well, electrode, well, oil logging.

Гидрологический химический каротаж (ГХКК) - это метод обследования скважин, основанный на электрохимическом анализе состава жидкости. Он может решать различные научные и промышленные задачи. Этот метод может быть использован для разведки и разработки нефтяных месторождений. [1] Исследования, проведенные в ходе разведки с использованием ГХК, включают следующее. [2]:

- исследование состава воды
- определение и оценка изменений уровня воды в различных пластах в соответствии с конкретными показателями;
- обнаружение аварийного поступления воды в котлован и принятие решения о поступлении воды в котлован.

Помощь ГХК в разработке нефтяных месторождений используется для решения следующих проблем:

- исследование изменений химического состава вод в процессе разработки;
- оценка взаимосвязанности гидродинамики накопительного слоя;
- увеличение добычи нефти, контроль за закачкой воды, контроль за закачкой воды, контроль за закачкой воды, контроль за закачкой воды;
- кислотная обработка про-сертификация руководства центра и управление качеством после кислотной обработки;



- управление технологическим состоянием ямы (централизованное обнаружение, ремонт и оптимизация утечки гниющих пищевых продуктов и других частей ямы).

Метод ГГХК основан на применении метода разности потенциалов, который измеряет разность потенциалов между электродами, погруженными в жидкость. В зависимости от наличия или отсутствия селективной реакции электродного потенциала на концентрацию определенных ионов его подразделяют на ионоселективный электрод (ISE) и неселективный электрод. В ИСЭ измеряется разность потенциалов между ISE и электродом (-ами) сравнения, которая может быть общей для нескольких ИСЭ. В практике работы нефтяных скважин наиболее часто используется ISE для измерения активности ионов водорода (pH), ионов хлора (pCl) и ионов натрия (pNa). Стекланный электрод pH, используемый для измерения кислотно-щелочного показателя, практически абсолютно селективен по отношению к ионам водорода и не подвержен влиянию макро- и микрокомпонентов, содержащихся в природных и искусственных подземных водах [1]. Кроме того, электрод надежен и стабилен по своим характеристикам.

Измерение концентрации (активности) хлоридов может решить проблемы, связанные с идентификацией и оценкой корреляции воды, наличием или отсутствием связей с пластом, определением способа и скорости подачи перекачиваемой воды в пласт и т.д. [2]. В этих задачах ионы хлора используются в качестве индикаторов для различения различных водных объектов и оценки процессов их смешивания. Выбор ионов хлора в качестве такого показателя во многом обусловлен тем, что формула для определения концентрации ионов хлора в водоемах до и после смешивания является линейной, поскольку хлор обычно не участвует в процессе солеобразования при перемешивании воды. Однако следует отметить, что хлорид-ИЗЕ является кристаллическим электродом, поэтому он очень чувствителен к загрязнению нефтью. В то же время, используя ионы натрия в качестве индикаторов, можно решить вышеуказанные проблемы. Экспериментальные исследования, проведенные во многих областях, показали почти линейную зависимость между концентрацией ионов натрия и хлорида [1], и с помощью Na ИСЭ можно косвенно и непосредственно измерить концентрацию хлорида в скважине. ИСЭ, изготовленный из натриевого селективного стекла, обладает высокой селективностью и стабильными свойствами. С этой точки зрения, использование электродов из стекла pH и pNa следует считать перспективным для применения в нефтяных скважинах.

Важным элементом потенциометра является электрод сравнения. В подземном оборудовании в качестве таких электродов используется хлорид серебра. Это неполярный проточный электрод, который обеспечивает точность и стабильность потенциометрического канала в реальных условиях ГНС. Кроме того, потенциал не зависит от концентрации отдельных ионов и является неселективным электродом, не зависящим от потенциала в жидкости, что открывает возможность его использования для исследования электрического поля в скважине. Потенциометрическое измерение с использованием ИСЭ основано на уравнении Нернста, которое может быть выражено в следующем виде [1]:

$$E - E_{\text{и}} = - (pX - pX_{\text{и}}) * S *, \quad (1)$$

где:  $E$  – потенциал электрода относительно ЭС;  $pX$  – измеряемая активность ионов;  $E_{\text{и}}$ ,  $pX_{\text{и}}$  – координаты изопотенциальной точки характеристик ИСЭ;  $T$  – абсолютная температура;  $S$  – коэффициент, определяющий чувствительность ИСЭ.

Формула (1) при  $T = \text{const}$  описывает линейную зависимость  $E$  от  $pX$ , где эта формула отражает экспериментально установленный факт, что все прямые  $T = \text{const}$  пересекаются в точке (изопотенциальной точке) с координатами  $pH$ ,  $E$ . Успешное создание и применение измерительных приборов в ССЗ связано с решением ряда научно-технических задач. Давайте кратко рассмотрим наиболее важные из них:

1) Поскольку чувствительность ИСЭ зависит от температуры, во время измерения требуется автоматическая температурная коррекция в соответствии с уравнением (1).

2) Выходная ЭДС ИСЭ зависит от гидростатического давления, и электрод сравнения может вообще потерять свою работоспособность при повышении давления. Поэтому

измерительные электроды и электрод сравнения должны быть конструктивно скомпенсированы в соответствии с давлением.

Эти проблемы были успешно решены при разработке потенциометрических анализаторов в стране и за рубежом для экологических исследований океанографической и водной среды. Эти решения также были применены на буровых установках ГНС. В то же время существовали и определенные проблемы, решение которых требовало научных исследований, результатом которых стало оригинальное техническое решение, защищенное российскими патентами [3-5]. 1. Одной из таких проблем является наличие в скважине значительного электрического поля природного (геофизическое электрическое поле) или антропогенного происхождения (наличие опорных кабелей, разность электродных потенциалов между самой скважиной и металлической конструкцией и дренажным устройством, потенциал, связанный с коррозией обсадной колонны, потенциал, связанный с коррозией обсадной колонны), вызванное изменением режима течения рабочей жидкости в скважине. В этих случаях существует вероятность существенного влияния на результат потенциометрического измерения. Поэтому важным вопросом является обеспечение защиты канала потенциометра от помех, создаваемых внешним электрическим полем. В результате проведенных исследований мы смогли определить ряд мер для обеспечения требуемого уровня помехоустойчивости в реальных условиях ИСЭ. К ним относятся оригинальные конструктивные решения (конструкция электродов и диафрагмы) и алгоритмические решения (цифровая фильтрация измеряемых сигналов и их корреляционный анализ) [3]. В то же время использование неселективных электродов (таких как электроды сравнения) позволяет измерять напряженность поля скважины, тем самым решая широкий спектр задач, связанных с разведкой и разработкой месторождения. Суть данного способа исследования электрического поля в скважине описана в патенте Российской Федерации на "устройство для физических исследований в скважине" [4]. Другой важной проблемой, связанной с ГГХК, является то, что в исследуемых скважинах часто смешиваются вода, нефть и газ. В таких случаях канал разности потенциалов может потерять свою функцию. Это связано с тем, что масло является изолятором, и если это масло присутствует в области электрода, электрическая цепь в жидкости между измерительным электродом и электродом сравнения может разорваться. Для решения этой задачи потенциометрического измерения в смеси воды и нефти совместно с сотрудниками Института геологии месторождений, петрологии, минералогии и геохимии Российской академии наук (Москва) была разработана и успешно решена оригинальная конструкция электрода сравнения и конфигурация расположения всех измерительных электродов [5].

Гидрохимический модуль "GeorALS-GCM" был разработан на основе вышеуказанных исследований и разработок и в настоящее время серийно выпускается для использования в нефтяных скважинах в составе комбинированной буровой установки "GeorALSKSP". Модуль имеет 3 канала разности потенциалов, 2 из которых работают на ионоселективных электродах, а 1 канал измеряет напряженность поля в шахте. Этот модуль позволяет использовать ISE любого типа. Как показано выше, мы рекомендуем использовать электроды pH и pNa (или pCl), а также специальные электроды сравнения для НСК. Электроды легко заменяются, что упрощает техническое обслуживание и калибровку.

Гидрохимический модуль "GeorALS-XM" представляет собой микропроцессорное устройство, которое обеспечивает высокоточные потенциометрические измерения, а также может оценивать напряженность этого электрического поля при обследовании воды или скважин, смешанных с водой и нефтью, с помощью электрического поля. Примеры практического применения гидрохимического модуля "GeorALS-XM" приведены ниже. Апробация метода проводилась на эксплуатационных скважинах в Западной Сибири, Башкирии, Самарской и Оренбургской областях.

На рисунке 1 показаны результаты гидрохимического каротажа скважины 425 на Бобровском нефтяном месторождении в Оренбургской области. Перед повторным подключением скважины и проведением работ по сжатию были проведены базовые

исследования для определения ее производительности. Жидкость между 539 и 583 метрами представляет собой смесь небольшого количества воды и нефти, а на глубине 570 метров находится слой воды. Под слоем нефти находится очищающий раствор, который представляет собой полученную воду.

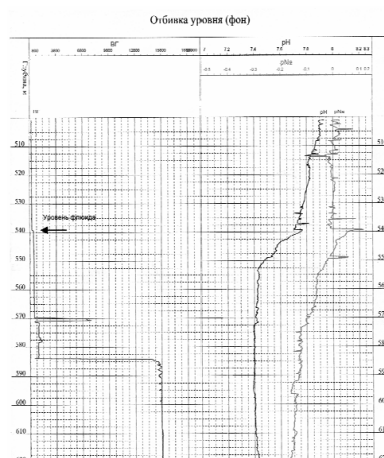


Рисунок 1 - Результаты гидрохимического каротажа

Из этого рисунка видно, что потенциметрические электроды pH и pNa начинают работать практически сразу после достижения уровня жидкости. Поскольку верхняя часть содержит масло с низким содержанием воды, можно сделать вывод, что техническое решение, использованное при создании этого модуля, обеспечивает работоспособность ионоселективного электрода в жидкостях с высоким содержанием масла. Согласно лабораторным экспериментам, содержание масла в смеси может достигать 90%. В этом случае важно измерить параметры водной составляющей жидкости. Достоверность полученных данных измерений подтверждена лабораторными экспериментами и работой скважин. В лабораторных условиях была получена смесь буфера и нефти с известным значением pH или концентрацией соли NaCl. Результаты измерений, полученные с помощью ионоселективного электрода, сравнивались с известными установленными значениями. В результате погрешность измерений находилась в диапазоне от  $\pm 0,05$  до 0,1 относительной влажности, что полностью соответствовало условиям измерений при исследовании скважины. В верхнем слое жидкости на глубине около 10 м pH колеблется между 7,7 и 7,4, что обусловлено воздействием конденсата, стекающего со стенки скважины [1]. Таким образом, значение pH электрода не зависит от наличия масла или других примесей.

Метод HGHC в некоторых случаях предоставляет дополнительную информацию о широко используемых методах определения пластов, и иногда эта информация более надежна, чем традиционные методы. Например, широко используемый в геофизике метод заключается в расчете минерализации пластовых вод на основе измерений электропроводности и температуры жидкости. Если жидкость в скважине представляет собой смесь пластовой воды и различных примесей (нефть, газ, взвешенные вещества), то оценка степени минерализации жидкости проводится с большими погрешностями или вообще становится невозможной. При исследовании скважины значение канала проводимости жидкости (измерителя сопротивления) в диапазоне глубин, соответствующем пласту, равно нулю, и оценить минерализацию воды не представляется возможным. В этом примере значение канала pNa варьируется от 0 до -0,2, что соответствует изменению солёности для NaCl в диапазоне от 90 до 130 г/л. В верхнем слое, как описано выше, минерализация за счет конденсированной воды низкая. Затем минерализация достигает значения около 130 г/л, что соответствует минерализации питьевой воды, используемой для очистки скважин. Приведенный выше пример показывает, что используемое техническое решение позволяет получать достоверную измерительную информацию в условиях каротажа нефтяных скважин с использованием ионоселективных электродов.

Одним из важнейших способов повышения продуктивности скважин является кислотная обработка пластов. В то же время ни один из применявшихся до сих пор методов испытаний скважин не позволил оценить качество кислотной обработки, количественно оценить кислотную реакцию и проверить правильность проведения промывки скважины. По этой причине при обработке скважины часто образуется ненужный избыток кислоты, а присутствие кислоты в скважине из-за низкого качества промывки приводит к поломке обсадной колонны и несчастным случаям. Например, присутствие кислоты во время геофизических исследований приводит к обрыву кабеля, что приводит к повреждению и потере оборудования. Разработанный модуль позволяет контролировать наличие и диффузию кислот в скважине. В качестве примера на рисунке 2 показана скважина №1220 (Башкирия, Александровское нефтяное месторождение).

Предварительные данные показывают, что жидкость на глубине 1090-1120 метров имеет рН около 0,5, что соответствует 10-12%-ному раствору кислоты. Кислота находится в этой концентрации, и слой обрабатывается. Наличие кислоты в скважине указывает на низкое качество закачки и последующей промывки. Согласно результатам ГХК, в процессе промывки эта кислота была слегка разбавлена скважинной жидкостью и поднялась в скважину.

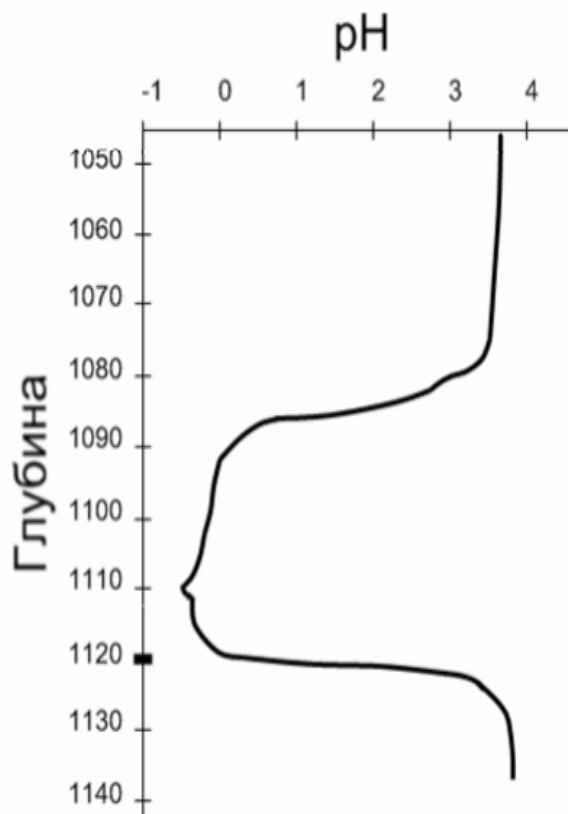


Рисунок 2 - Результат каротажа скважины № 1220

Вывод: экспериментальные данные свидетельствуют об эффективности предложенного технического решения при создании измерительных приборов при гидрогеохимическом каротаже и возможности его применения для широкого спектра работ при разведке эксплуатационных скважин.

#### Список использованных источников:

1 Хуснутдинова Р. Р. Особенности фильтрации аномальных нефтей в пористой среде / Р. Р. Хуснутдинова, Р. Ф. Сираев, И. Ф. Нуртдинов // Материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 1. – С.202 - 204.

- 2 Петрова Л. В. Изучение влияния различных факторов на форму индикаторной диаграммы при фильтрации аномальных нефтей в пористой среде / Л. В. Петрова, Р. Р. Хуснутдинова, И. Р. Гадельшин, А. А. Аникаев // Материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 1. – С. 153 - 156.
- 3 Yusupova L. F. Technological feature of water shutoff operations / L. F. Yusupova, K. M. Khalikova, R. R. Khusnutdinova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. – № 868. – С. 012086.
- 4 Хуснутдинова Р. Р. Мини-ГРП как предварительный этап гидроразрыва пласта / Р. Р. Хуснутдинова // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли – 2020: сборник материалов V Международной научно-практической конференции в 3-х т. /отв. ред. И. Н. Бобровский. – Альметьевск, 2020. –Т.1 – С. 229 - 231.
- 5 Хуснутдинова Р. Р. Опыт применения ударно-волнового воздействия на Сабанчинском месторождении / Р. Р. Хуснутдинова, Р. А. Гилязетдинов, Л. Ф. Юсупова, Р. Р. Шарифуллина // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 470 - 476.
- 6 Хуснутдинова Р. Р. Предупреждение асфальтеносмолопарафиновых отложений при эксплуатации скважин / Р. Р. Хуснутдинова, Л. В. Петрова, К. И. Хабибуллин, Л. Ф. Юсупова, Р. Р. Шарифуллина // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 456 - 463.
- 7 Хуснутдинова Р. Р. Решения задачи на определение водонефтяного контакта в пористом пласте / Р. Р. Хуснутдинова, Л. В. Петрова, Г. А. Шевцов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2020: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 187-190.
- 8 Петрова Л. В. Использование информационных технологий и программного обеспечения в нефтегазовом деле / Л. В. Петрова, Е. В. Воронова, Р. Р. Хуснутдинова, Р. Р. Самигуллин, Э. А. Султанбекова // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 413 - 418.
- 9 Фаттахов И.Г. Методология расчета для построения дизайна ремонтно-изоляционных работ / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Хуснутдинова // Булатовские чтения - 2022 - Т. 1. - С. 319-323.
- 10 Гилязетдинов Р. А. Исследование работы газовой скважины по результатам гидродинамических исследований при установившейся фильтрации / Р. А. Гилязетдинов, Р. Ф. Хуснутдинов, Р. Р. Хуснутдинова, Л. В. Петрова, Н. М. Сайфуллин // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти - 2022 - - С. 11-16.
- 11 Фаттахов И. Г. Эффективность разработанной методологии расчетов для дизайна ремонтно-изоляционных работ // А. С. Жиркеев, А. К. Сахапова, З. А. Гарифуллина, Р. Р. Хуснутдинова, А. Р. Вафин, Р. Ф. Хуснутдинов // Нефтепромысловое дело – 2022 - № 3 (639).- С. 46-53.
12. Измайлова Г. Р. Электромагнитно-акустический нагрев нефтяного пласта с одновременной добычей нефти / Г. Р. Измайлова, Л. Ф. Юсупова, Л. З. Усманова // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 2. – С. 55-58.
13. Юсупова Л. Ф. О возможности повышения эффективности приобретения общепрофессиональных компетенций при заочной форме обучения студентов в техническом вузе / Л. Ф. Юсупова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 2. – С. 200-201.

14. Габдрахманова К. Ф. Дистанционная образовательная технология – как средство повышения качества заочного обучения / К. Ф. Габдрахманова, Л. Ф. Юсупова // Теория и практика современного профессионального образования. – 2014. – № 1. – С. 174-181.
15. Izmaylova G. R., Yusupova L. F. Numerical implementation of the mathematical model of combined effect on the formation using fortran programming language | В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "International Conference on IT in Business and Industry, ITBI 2021" 2021. С. 012042.
16. Оценка наработки узлов на отказ и анализ надежности узлов ШГН при постоянном режиме работы / Юсупова Л.Ф., Каменев С.И., Бикташев М.С., Измайлова Г.Р. // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти (Октябрьский, 22-23 апреля 2022 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 286-291. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49370453&selid=49545095> (дата обращения: 10.04.2024).
17. Юсупова Л.Ф., Кобилев Ф.У., Кашапов Р.А., Измайлова Г.Р. Факторы, влияющие на работу ШСНУ, условия их применения // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти (Октябрьский, 22-23 апреля 2022 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 293-300. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49370453&selid=49545095> (дата обращения: 10.04.2024).

УДК 622.276

### **ОПТИМИЗАЦИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЛАЗМЕННО-ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Р.З. Чириков**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. МГР-12-22-11)*

**Э.С. Луцко**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. МГР-12-22-11)*

**Аннотация.** Плазменно-импульсное воздействие на пласт в нефтедобыче представляет собой эффективный метод для увеличения добычи нефти. В данной статье рассмотрена эффективность метода ПИВ.

Основываясь на данных, полученных от двухсот скважин, статья демонстрирует значительное увеличение добычи нефти, особенно на истощенных месторождениях, со значительным приростом продуктивности.

**Ключевые слова:** ПИВ, нефтеотдача, истощенные месторождения, экологичность, увеличение добычи, оптимизация операций.

UDC 622.276

### **OPTIMIZATION OF OIL RECOVERY: EFFICIENCY OF PLASMA PULSE ACTION**

**R.Z. Chirikov**

*(Institute of Oil and Gas of the Federal State Budgetary Educational Institution in USNTU in Oktyabrsky, student of the MGR-12-22-11)*

**E.S. Lutsko**

*(Institute of Oil and Gas of the Federal State Budgetary Educational Institution in USNTU in Oktyabrsky, student of the MGR-12-22-11)*

**Annotation.** Plasma pulse action on the reservoir in oil production is an effective method for increasing oil production. In this article, the effectiveness of the PIV method is considered.

Based on data obtained from two hundred wells, the article demonstrates a significant increase in oil production, especially in depleted fields, with a significant increase in productivity.

**Keywords:** oil recovery, depleted fields, environmental friendliness, increased production, optimization of operations.

Современная нефтедобыча сталкивается с рядом вызовов, включая снижение эффективности традиционных методов в условиях истощения запасов. В этом контексте метод плазменно-импульсного воздействия (ПИВ) представляет собой инновационный подход, направленный на увеличение нефтеотдачи пластов.

Плазменно-импульсное воздействие применяется для увеличения добычи углеводородов. Для этого в скважину спускают специальный прибор, который называется плазменно-импульсным генератором или плазмотроном. Этот прибор способен генерировать кратковременные высокоэнергетические плазменные разряды. При взаимодействии с пластом, эти разряды создают ударные волны, которые приводят к образованию новых трещин и расширению уже существующих каналов в породе. Это улучшает проницаемость породы и облегчает движение нефти или газа к скважине, что увеличивает их добычу. Плазмотрон может быть использован как в вертикальных, так и в горизонтальных скважинах, и он особенно эффективен в условиях низкой проницаемости породы.

Испытания метода ПИВ охватили множество месторождений, включая двести скважин разнообразных конструкций. Подтверждение эффективности этой техники в усилении добычи исходит из экстраполированных данных: значительное увеличение эффекта заметно более чем на половине объектов. Такие результаты выделяют ПИВ как универсальный и адаптируемый к разнообразным условиям и конфигурациям скважин.

Изучив данные с разных скважин показало, что наибольшая отдача от этого наблюдается на истощенных месторождениях, где добыча нефти возрастает в среднем на 300%, особенно при исходных дебитах менее пяти баррелей в сутки. Это указывает на потенциал метода для восстановления старых и низкопродуктивных скважин. Применение в таких скважинах способствует значительному увеличению объема добычи, при этом ключевые преимущества включают ресурсную и временную экономию, а также относительную экологичность, что делает его желанным выбором в контексте стремления к устойчивому развитию.

Плазменно-импульсное воздействие особенно результативно на пластах, состоящих из песчаников, с гиперболической зависимостью увеличения добычи от предшествующего объема извлечения. Данные компании «Propell Technologies» свидетельствуют о долгосрочной успешности на различных объектах, включая нагнетательные скважины, даже без строгого соблюдения процедур ГРП. Это демонстрирует гибкость метода и его способность повышать показатели добычи в условиях, где традиционные подходы не применяются. Примером успешного использования являются калифорнийские месторождения «Monterey Shale». Согласно информации от «Propell Group», обработка пяти скважин в Бейкерсфилде, а также трёх нагнетательных и двух добывающих объектов в округе Лос-Анджелес, подтвердила эффективность в разнообразных операционных ситуациях и географических условиях.

Данное воздействие представляет собой передовой подход к усилению добычи, адаптируемый к широкому спектру геологических условий. Этот метод активирует пульсации, стимулирующие приток и извлечение нефти, особенно ценный для месторождений с исчерпанными традиционными методами. ПИВ может стать ключевым инструментом для увеличения эффективности добычи в будущем, увеличивая срок службы скважин и снижая затраты на их обслуживание и ремонт, что делает его ценным активом для нефтедобывающих компаний, стремящихся к оптимизации операций и уменьшению воздействия на окружающую среду. В целом, метод является перспективным направлением в нефтедобыче, адаптирующимся к новым вызовам и возможностям.

По 27 скважинам разных месторождений среднее повышение дебита составило 88% (при средней продолжительности эффекта 2 месяца).

Заинтересованность в применении рассматриваемого метода проявляют многие нефтедобывающие государства, в частности, КНР, Канада, ОАЭ, Кувейт и т.д.

Даже на залежах с нефтяными и газовыми запасами, трудно поддающимися извлечению, как свидетельствует практический опыт использования метода, может быть достигнут эффект по нефтяному дебиту и снижению обводнённости продукции, соответствующий результату за несколько месяцев.

Рассмотрев данные различных компаний показал увеличение дебита нефти в среднем на 300% на истощенных месторождениях. Интерпретация данных подтвердила, что, ПИВ способствует снижению вязкости нефти и улучшению её подвижности, что ведет к увеличению её притока к скважине.

Оценка экологической безопасности: в рамках исследования также проводилась оценка экологической безопасности метода ПИВ.

Современная нефтедобыча сталкивается с рядом вызовов, включая снижение эффективности традиционных методов в условиях истощения запасов. В этом контексте метод плазменно-импульсного воздействия (ПИВ) представляет собой инновационный подход, направленный на увеличение нефтеотдачи пластов.

#### **Список использованных источников:**

- 1 Дыбленко В.П. Освоение скважин на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами с использованием комплекса волновых технологий/ В. П. Дыбленко, И. А. Туфанов, Р. С. Хисамов и др.// Нефтяное хозяйство. – 2008. – №11 – С.112–116.
- 2 Дыбленко В.П. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия / В.П. Дыбленко, Р.Н. Камалов, Р.Я. Шарифуллин, И.А. Туфанов. – М.: ООО «Недра–Бизнесцентр», 2000. – 381 с.
- 3 Елкин С. В. Модель для расчета дебита горизонтальной скважины в зависимости от числа трещин гидроразрыва пласта / С.В. Елкин // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 64–67.
- 4 Ибатуллин Р.Р. Увеличение нефтеотдачи на поздней стадии разработки месторождений. Теория. Методы. Практика/ Р.Р. Ибатуллин, Н.Г. Ибрагимов, Ш.Ф. Тахаутдинов, Р.С. Хисамов. – М.: ООО «Недра– Бизнесцентр», 2004. – 292с.
- 5 Ибатуллин, Р.Р. Результаты и перспективы методов увеличения нефтеотдачи в ОАО «Татнефть» / Р.Р. Ибатуллин [и др.]// Нефтяное хозяйство. – 2002. – №5. – С. 74–76.
- 6 Ильинский А.А. Стратегические приоритеты развития нефтегазового комплекса России в современных условиях/ А.А. Ильинский, Ю.В. Шамалов// Нефтегазовая геология. Теория и практика: электронный научный журн.– СПб.: ВНИГРИ, 2008. – [http://ngtp.ru/rub/6/36\\_2008.pdf](http://ngtp.ru/rub/6/36_2008.pdf).
- 7 Кузнецов О. Л. Физические основы вибрационного и акустического воздействий на нефтегазовые пласты/ О. Л. Кузнецов, Э. М. Симкин, Дж. Чилингар. – М.: Мир, 2001. – 260 с.
- 8 Лукьянов, Ю.В. Сырьевая база Республики Башкортостан: перспективы и проблемы ее освоения / Ю.В. Лукьянов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 4. –С. 10–12.
- 9 Максutow, Р.А. Освоение запасов высоковязких нефтей в России / Р.А. Максutow, Г.И. Орлов, А.В. Осипов // Технологии ТЭК. –2005. –С.10–13.
- 10 Максютин А.В. Опыт и перспективы применения технологии плазменно–импульсного воздействия на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами нефти/ А.В. Максютин, Р.Р. Хусаинов// Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 3. – С. 231–235.



## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРА "ПРИТОК-1" ДЛЯ ПЛАЗМЕННО-ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Р.З. Чириков**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. МГР-12-22-11)*

**Э.С. Луцко**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. МГР-12-22-11)*

**Аннотация.** Метод плазменно-импульсного воздействия (ПИВ) активно применяется для увеличения добычи углеводородов.

С помощью прибора "Приток-1" и его модификации "Приток-1М" достигается контролируемое создание плазмы и ударных волн, что способствует улучшению проницаемости пластов и очистке от загрязнений.

Эта технология показала высокую эффективность в различных геологических условиях и при разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.

**Ключевые слова:** Плазменно-импульсное воздействие, Приток-1, добыча углеводородов, проницаемость пластов, трудноизвлекаемые запасы.

## APPLICATION OF THE DEVICE "PRITOK-1" FOR PLASMA PULSE ACTION

**R.Z. Chirikov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, student of the MGR-12-22-11)*

**E.S. Lutsko**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, student of the MGR-12-22-11)*

**Annotation.** The plasma pulse action (PPI) method is actively used to increase hydrocarbon production.

With the help of the device "Pritok-1" and its modification "Pritok-1M", controlled creation of plasma and shock waves is achieved, which helps to improve the permeability of formations and clean up pollution.

This technology has shown high efficiency in various geological conditions and in the development of deposits with hard-to-recover reserves.

**Keywords:** Plasma pulse effect, Inflow-1, hydrocarbon production, reservoir permeability, hard-to-recover reserves.

В современной нефтедобывающей промышленности постоянно возрастает потребность в инновационных технологиях, направленных на увеличение эффективности добычи углеводородов. ПИВ является одним из таких перспективных методов, который использует физические процессы для воздействия на нефтеносные пласты.

Прибор "Приток-1" представляет собой комплексное устройство, включающее в себя плазмотрон, систему управления и блок питания. Плазмотрон оснащён высоковольтным источником для генерации плазменных разрядов и системой охлаждения для поддержания работоспособности при высоких температурах. Принцип работы прибора основан на преобразовании электрической энергии в энергию плазменного разряда. При активации устройства в скважине происходит ионизация газа с образованием плазмы, которая под действием высокого давления создаёт ударные волны. Эти волны распространяются в пласте, увеличивая его проницаемость и способствуя добыче углеводородов. Прибор "Приток-1" может применяться в скважинах различной конструкции и глубины. Он эффективен как в новых, так и в действующих скважинах, включая те, что имеют пониженную проницаемость или забои с высоким содержанием асфальтеновых и

парафиновых отложений. "Приток-1" позволяет проводить ПИВ без применения химических реагентов, что снижает экологические риски и стоимость работ.

Данный прибор обладает максимальным рабочим давлением, способным выдерживать высокое давление нефтяных скважин, и может функционировать в широком диапазоне температур. Высокая энергия плазменного разряда обеспечивает создание мощных ударных волн, а регулируемая частота импульсов позволяет оптимизировать процесс воздействия на пласт. Диаметр устройства соответствует стандартным размерам скважин, что облегчает спуск и подъём прибора.

Аппаратура "Приток-1" использовалась для обработки скважин на нефтяных месторождениях в различных регионах России, включая Западную и Восточную Сибирь, Урало-Поволжье, а также за пределами страны, в Казахстане и Китае. Эти месторождения характеризуются терригенными и карбонатными коллекторами.

Использование усовершенствованной аппаратуры "Приток-1М" показало, что даже на скважинах с низкой пористостью (7–8%) и проницаемостью (0,02–0,1 мкм<sup>2</sup>), возможно достижение устойчивого увеличения дебита и снижения водонасыщенности добываемой жидкости на протяжении нескольких месяцев.

Для оценки эффективности обработки скважин используется методика, основанная на сравнении параметров работы скважины до и после воздействия. Это включает измерение динамического уровня жидкости в скважине с помощью уровнемера до начала обработки, определение соотношения нефть/вода по пробам, взятым на поверхности, а также учет дебита скважины и пластового давления. Результаты эксплуатации показывают значительное повышение объёма добычи углеводородов, уменьшение количества воды в добываемой продукции, сокращение времени, необходимого для ввода новых скважин в эксплуатацию, и возможность возвращения к эксплуатации старых скважин.

Использование ПИВ с прибором "Приток-1" позволяет значительно увеличить дебит скважин и снизить обводненность продукции, что ведет к ускорению освоения новых скважин и повышению экономической эффективности добычи.

Данный прибор демонстрирует высокую эффективность и представляет собой важное направление в развитии нефтедобывающей отрасли. Этот метод может стать ключевым в решении задач по увеличению добычи углеводородов, особенно на месторождениях с трудноизвлекаемыми запасами. Для более точной оценки эффективности прибора необходимо провести дополнительные исследования и анализ специфических условий на каждом конкретном месторождении.

#### **Список использованных источников:**

- 1 Абызбаев И.И. и др. Разработка залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти Башкортостана / И. И. Абызбаев, А. Ш. Сыртланов, П. Ф. Виктор, Е. В. Лозив. – Уфа: Баш. изд-во «Китап», 1994. – 180 с.
- 2 Аметов И. М. Добыча тяжелых и высоковязких нефтей / И. М. Аметов, Ю. Н. Байдинов, Л. М. Рузин, Ю. А. Спиридонов. – М.: «Недра», 1985. – 205 с.
- 3 Байков, Н.М. Основные показатели внедрения новых методов увеличения нефтеотдачи в США // Нефтяное хозяйство. – 2002. – №11. – С.127–129.
- 4 Бочкарев А.В. Плазменно-импульсное воздействие. Перспективы применения на горизонтальных скважинах / А.В. Бочкарев // Время колтюбинга. – 2010. – №4-5. – С.38.
- 5 Бурштейн, М.А. О состоянии и перспективах внедрения новых методов увеличения нефтеотдачи пластов / М.А. Берштейн, М.Л. Сургучев // Нефтяное хозяйство. – 1973. – №5. – С. 25–27.
- 6 Вахитов Г.Г., Симкин Э.М. Использование физических полей для извлечения нефти из пластов. – М.: Недра, 1985, – 231 с.
- 7 Вежин С.А. Применение технологии Плазменно-импульсного воздействия для выравнивания профиля приемистости / С.А. Вежин, В.К. Нечаев // Нефтяное хозяйство. – 2010. – №5. – С.12-14.

- 8 Галеев Р.Г. Повышение выработки трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья/ Монография. – М.: КУБК-а, 1997. – 352 с.
- 9 Ганиев Р.Ф. О резонансном характере распределения амплитуд волнового поля в призабойной зоне скважины / Р.Ф. Ганиев, С.А. Петров, А.Е. Украинский // Вибротехника.–1989.–№62 – с.82–87.
- 10 Джоши, С. Основы технологии горизонтальной скважины : учебник / С.Джоши. – Joshi Technologies International, Inc., 2003 – 155 с.

УДК 51-74

## **ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИМЕНЕНИЯ НА МНОГОПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТЕХНОЛОГИИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Р.Р. Шагидуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. МГР 12-22-11)*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются положительные и отрицательные параметры применения на многопластовых месторождениях технологии одновременно-раздельной эксплуатации.

**Ключевые слова:** дебит жидкости, одновременно-раздельная эксплуатация, скважина.

UDC 51-74

## **POSITIVE AND NEGATIVE PARAMETERS OF APPLYING SIMULTANEOUS-SEPARATE OPERATION TECHNOLOGY IN MULTI-REMAT FIELDS**

**R.R. Shagidullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, student gr. MGR 12-22-11)*

**Abstract.** This article discusses the positive and negative parameters of using simultaneous-separate exploitation technology in multi-layer fields.

**Keywords:** fluid flow rate, simultaneous-separate operation, well.

Технология одновременно-раздельной эксплуатации применяется на многопластовых месторождениях для разработки одной скважиной одновременно нескольких пластов.

Применение данного метода дает возможность совмещения эксплуатационных объектов и позволяет проводить процесс контроля и регулирования отбора отдельно по каждому объекту, позволяет отказаться от необходимости бурения скважин на каждый пласт, что сокращает затраты, составляющих основную часть капитальных вложений на обустройство месторождений. Скважины для ОРЭ оснащаются стандартным оборудованием, позволяющим разобщить пласты или специальной конструкцией.

Выбор скважин кандидатов проводится исходя из результатов опытно-промышленных работы по геологическим и техническим параметрам. Геологические критерия характеризуются невыработанностью запасов, непроницаемой пережкой не меньше 3м и пластами с разными коллекторскими свойствами. К техническим относятся наличие условного диаметра эксплуатационной колонны более 146 мм, набора кривизны не больше 2° на 10 м в интервале спуска компоновки, герметичности эксплуатационной колонны, надежного контакта цементного камня между разобщаемыми интервалами.

Внедряя в разработку технологии ОРЭ проводят необходимый комплекс геофизических исследований скважины, такие как применение кислотно-углеродного каротажа, позволяющего определить характер насыщения пластов, определение герметичности колонны, инклинометрия и акустическая цементометрия.

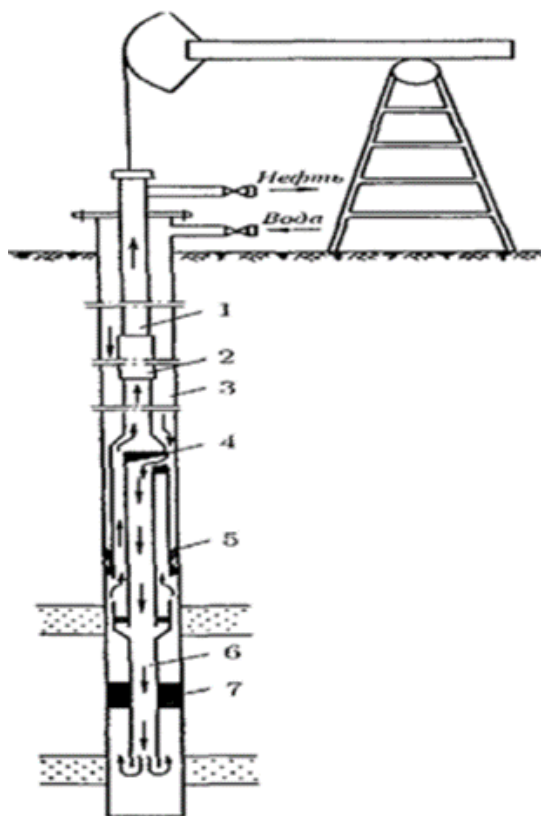


Рисунок 1 - Схема однолифтовой установки для одновременно-раздельной эксплуатации: при а - при  $P_{пр.в} > P_{пр.н}$ ; б —  $P_{пр.в} < P_{пр.н}$ , 1, 3 - нефтяные пласты, 2 - пакер, 4 - штанговый насос, 5 - всасывающий клапан.

Одновременно-раздельная эксплуатация (ОРЭ) нескольких объектов одной скважиной допускается при соблюдении следующих условий:

- обосновано проектными документами на разработку месторождения;
- имеется сменное внутрискважинное оборудование;
- обеспечен раздельный учет добываемой продукции;
- имеется возможность проведения промысловых исследований каждого пласта в отдельности;
- существует возможность проведения безопасного ремонта скважин с учетом различия давлений и свойств пластовых флюидов.

При соблюдении указанных условий одновременно-раздельная разработка (ОРР) нескольких объектов позволяет решать многие важные задачи, такие как:

- повысить нефтеотдачу и дебит скважины за счет дополнительного вовлечения в разработку низкопроницаемых прослоев;
- увеличить степень охвата и интенсивность освоения многопластового месторождения путем раздельного вовлечения в разработку отдельных тонких разнопроницаемых пластов-прослоев;
- сократить капитальные вложения на бурение скважин;
- интенсифицировать процесс регулирования отборов и закачки во времени и по разрезу скважины;
- увеличить рентабельный срок разработки месторождения;
- снизить эксплуатационные затраты;
- обеспечить учет добываемой продукции из каждого пласта и закачиваемого в него рабочего агента;
- оперативно управлять полем пластовых давлений, регулировать направления и скорости фильтрации пластовых флюидов;

- предотвратить вредное воздействие растворов глушения на ПЗП, отсекают пласты (изолировать скважинную установку от пласта) без отрицательного техногенного воздействия на них;
- уменьшить вероятность осложнений гидратообразования, отложения асфальтенов, смол и парафинов, высоких значений температуры, газового фактора, обводненности и вязкости добываемой продукции, повышенного содержания в ней механических примесей, солей, серы и коррозионно - активных компонентов;
- эксплуатировать скважину с негерметичной эксплуатационной колонной;
- использовать газ из газовой шапки или газовых пластов для организации бескомпрессорного (БКГ) или внутрискважинного газлифта (ВСГ) проводить совместную разработку нефтяной оторочки и газовой шапки без образования газовых конусов.

Преимущества метода ОРЭ следующие:

- практически в два раза сокращаются затраты на строительство скважин;
- снижаются затраты на обустройство месторождений;
- снижаются потребности в добывающем оборудовании;
- приобщаются к разработке непромышленные запасы нефти;
- повышаются темпы ввода месторождений в разработку вследствие сокращения сроков обустройства месторождений;
- эксплуатация одновременно объектов с разными коллекторскими характеристиками и свойствами нефти;
- повышение рентабельности отдельных скважин за счет подключения других объектов разработки или разных по свойствам пластов одного объекта разработки.

Проведение ОРЭ возможно в трех направлениях:

- разобщение вскрытых эксплуатируемых продуктивных пластов в добывающих скважинах;
- приобщение возвратных продуктивных пластов;
- вскрытие двух объектов в бурящихся скважинах.

Таким образом, стало возможным вводить в разработку многие месторождения вязкой нефти и разрабатывать их с высокими технико-экономическими показателями, а главное - достигать конечных коэффициентов нефтеизвлечения, сопоставимых с коэффициентами нефтеизвлечения при разработке месторождений с легкой нефтью при заводнении.

Примером может служить разработка и масштабное внедрение одновременно-раздельной добычи (ОРД). Оборудование и технологии защищены 30 патентами на изобретения. Динамика внедрения установок ОРЭ в ПАО «Татнефть» приведена на рис.2.

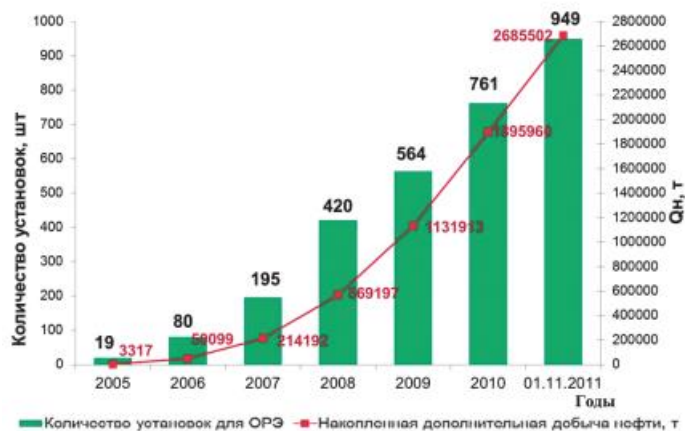


Рисунок 2 - Динамика внедрения установок ОРД в ПАО «Татнефть».

Эти эффективные технологии позволили сократить бурение и получить дополнительную добычу нефти, внедряются и в независимых нефтяных компаниях Татарстана (рис.3).

| Организация              | Кол-во скважин | Организация         | Кол-во скважин |
|--------------------------|----------------|---------------------|----------------|
| ЗАО «Кара-Алтын»         | 68             | СМП «Нефтегаз»      | 5              |
| ЗАО «ТатОйлГаз»          | 55             | ЗАО «ОхтинОйл»      | 5              |
| ЗАО «Троицкнефть»        | 23             | ТАТЕХ               | 3              |
| ЗАО «АлОйл»              | 21             | Промгеотех          | 2              |
| ОАО «ТНП-Зюлеевнефть»    | 20             | ОАО «Гриц»          | 2              |
| ООО «Карбон-Ойл»         | 10             | Кондурчанефть       | 2              |
| ООО «Карбон-Нефтеcервис» | 9              | ИделОйл             | 1              |
| ЗАО «ХИТР»               | 8              | МакОйл              | 1              |
| ТрансОйл                 | 8              | ООО «БлагодаровОйл» | 1              |

Рисунок 3 - Внедрение ОРД в нефтяных компаниях Татарстана.

#### Список использованных источников:

1. Щуров, В. И. Технология и техника добычи нефти / В.И. Щуров. - М.: Альянс, 2009. - 512 с.
2. Выбор скважин-кандидатов для применения технологии одновременно-раздельной эксплуатации скважин / Н. В. Федоренко, В. Н. Кожин, И.Г. Хамитов [и др.]. // Нефтепромысловое дело. — 2015. — № 1. — С. 4–7.
3. Лукьянов, Ю. В. Новые технологии в процессах добычи нефти / Ю. В. Лукьянов, И. Ш. Гарифуллин, В. Г. Акшенцев // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 4. – С. 16–17.
4. Результаты и перспективы внедрения одновременно-раздельной эксплуатации пластов в одной скважине / А. И. Крякушин, Ю. В. Шляпников, А. А. Агафонов [и др.] // Территория нефтегаз. — 2009. — № 12. — С. 50–53.
5. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений: учебник для вузов. – М.: Недра, 1990. – 427 с. 4.В. Ш. Шагапов, Ю. А. Юмагулова, А. А. Гиззатуллина. Моделирование динамики давления и температуры в пласте с высоковязкой нефтью при нагревании. Вестн. СамУ. Естественнонаучн. сер., 2016, выпуск 1-2, страницы 62–68.
6. Шагапов В.Ш., Юмагулова Ю.А., Гиззатуллина А.А. Фильтрация высоковязкой нефти в пласте при тепловом воздействии // Инженерно-физический журнал. 2018. Т. 91, №2. С. 319-328.
7. Шагапов В.Ш., Тазетдинова Ю.А., Гиззатуллина А.А. К проблеме разработки месторождений с высоковязкой нефтью тепловыми методами // Инженерно-физический журнал. 2018. Т. 91, №5. С. 1242-1249.

УДК 622.276

#### МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК МЕТОД УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

**Э.А. Шайдуллин**

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском, студент гр. МГР-12-22-11)

**Аннотация:** Статья посвящена рассмотрению особенностей применения микробиологических технологий. Выделены преимущества применения данного метода. Приведены условия применения метода. Рассмотрена эффективность применения метода.

**Ключевые слова:** микробиология, ПАВ, эмульгатор, дебит, интенсификация, заводнение

UDC 622.276

#### MICROBIOLOGICAL TECHNOLOGIES AS A METHOD FOR INCREASING OIL RECOVERY

**E.A. Shaydullin**

(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky,

**Abstract:** The article is devoted to consideration of the features of the use of microbiological technologies. The advantages of using this method are highlighted. The conditions for using the method are given. The effectiveness of the method is considered

**Key words:** microbiology, surfactant, emulsifier, flow rate, intensification, flooding.

Текущие тенденции показывают снижение эффективности ранее применяемых методов увеличения нефтедобычи и значительное увеличение обводненности добываемой продукции, несмотря на наличие в недрах остаточных значительных запасов нефти. Нынешнее состояние нефтяной промышленности требует разработки передовых технологий для сохранения текущих показателей добычи продукции. Результатом современных исследований являются различные методы, основанные на микробиологических технологиях.

В основе микробиологических технологий лежит введение в продуктивный пласт продукты жизнедеятельности различных бактерий или их создание микроорганизмами непосредственно в пласте.

Особый вид микробов имеет способность окислять углеводороды и метаболизировать их, в дальнейшем выделяя разнообразные спирты, альдегиды, жирные кислоты, газосодержащие продукты, метаболиты, которые обладают высокой поверхностной активностью и способствуют подвижности нефти. Газообразные метаболиты, растворенные в нефтепродуктах, снижают их вязкость, что положительно сказывается на нефтеотдачи. Всё сказанное, говорит о том, что, если подобные микроорганизмы будут введены в нефтяной пласт, то они будут активно передвигаться до месторасположения нефти и приводить в движение трудноизвлекаемые запасы.

Среди применяемых микробиологических технологий наиболее часто встречается два вида: циклическое микробиологическая обработка и микробиологическое заводнение. Циклическое микробиологическая обработка подразумевает собой закачку в пласт питательных субстратов, биокатализаторов и микроорганизмов и дальнейшее закрытие скважины на несколько дней или недель для размножения микробов и накопления метаболитов, затем наступает этап эксплуатации. Если дебит продукции снизится, то цикл нужно снова провести для достижения нужных показателей. Под микробиологическим заводнением подразумевают введение в пласт микроорганизмов и питательных веществ для них одновременно. Преимуществом этих методов является то, что необходимые вещества, необходимые для вытеснения нефти создаются непосредственно в пласте.

Преимущества микробиологического метода повышения нефтеотдачи:

- повышение производительности нефтяных месторождений;
- увеличение общей добытой нефти и срока эффективной эксплуатации скважин и месторождений;
- снижение обводненности продукции;
- повышение вязкости пластовой воды;
- снижение содержания сероводорода в скважинах;
- снижение времени простоя оборудования.

Методы на основе микробиологических технологий безопасны с точки зрения экологии и улучшают общее качество добываемой продукции.

Микробиологические методы основаны на использовании физиолого-биохимических особенностей микроорганизмов, вводимых в пласт, а именно их способности к размножению в широком диапазоне температуры, давления, солености, в аэробных и анаэробных условиях и использовать для жизнедеятельности в качестве источника питания нефть.

Все методы микробиологического воздействия на нефтяные пласты можно разделить на две основные категории. Первая категория включает технологии, в которых используются продукты жизнедеятельности микроорганизмов (метаболиты), полученные промышленных условиях. Эти методы близки к химическим, так как вытеснение нефти закачиваемой водой

происходит благодаря таким соединениям, как биоПАВ, биополимеры, эмульгаторы. Вторая категория предполагает развитие микробиологических процессов для получения метаболитов непосредственно в пласте. В этом случае образование нефтевытесняющих агентов в результате деятельности микроорганизмов происходит в пласте за счет дополнительного ввода в пласт микроорганизмов и питательных веществ, например, мелассы, молочной сыворотки и других отходов пищевой или химической промышленности. Вторая категория может быть дополнительно подразделена на группы в зависимости от вида биоценоза – пластового или введенного с поверхности.

В результате биосинтеза непосредственно в пласте микроорганизмы образуют такие метаболиты, как газы, кислоты, ПАВ, что способствует повышению нефтеотдачи на 40%. За счет микробиологических методов удалось повысить объем вовлекаемых в разработку запасов на 6-8%, увеличить производительность добывающих скважин на 17-20%. Расчеты технико-экономической эффективности показали, что даже при постоянном росте цен на энергоносители, окупаемость метода составляет 2-3 года.

Повышение добычи нефтяного продукта достигается селективной закупоркой высокопроницаемых промытых пропластков скоплениями микроорганизмов и выделяемыми ими биополимерами, что повышает коэффициент охвата пласта заводнением, а также тем, что производимые микроорганикой нефтевытесняющие продукты метаболизма (биогазы, биоПАВы) повышает текучесть остаточной нефти, тем самым повышая коэффициент вытеснения.

Реализация технологического процесса осуществляется путем введения микробиологического раствора, который содержит углеводородокисляющие бактерии (УОБ), источники кислорода, азота и фосфора таким образом, чтобы завершение введения раствора совпало с завершением цикла закачки воды, выполняемого в согласно программе заводнения.

В пласте УОБ имеют способность создавать органические растворители, такие как спирты и альдегиды, жирные кислоты поверхностно-активного действия и газы, которые увеличивают подвижность нефти. Такой технологии можно найти применение на участках, заводняемых как пресной, так и минерализованной водой, для её использования достаточно иметь реагенты отечественного производства и не требуется устанавливать сложное технологическое оборудование для внедрения. Технологии на основе микроорганизмов безвредны для окружающей среды и человека, благодаря применению естественных непатогенных микроорганизмов и полностью утилизируемых в природе реагентов.

Микробиологические методы представляют собой перспективное направление в области увеличения нефтеотдачи. Они позволяют эффективно управлять нефтяными пластами, улучшать производительность и срок эксплуатации добывающих скважин. Разработка и применение таких методов открывают новые возможности для нефтедобывающей промышленности, улучшая ее эффективность и экологическую безопасность.

#### **Список использованных источников:**

1. Увеличение нефтеотдачи на поздней стадии разработки месторождений. Теория. Методы. Практика / Р.Р. Ибатуллин, Н.Г. Ибрагимов, Ш.Ф. Тахаутдинов, Р.С. Хисамов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2004. – 292 с.
2. Бадретдинов И.А. Классификация методов увеличения нефтеотдачи. Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2014. – Т.9. – №1.
3. Самсонова А., Макаревич А. Микробиологические методы повышения вторичной добычи нефти. Журнал «Нефтехимический комплекс». № 1 2019 г.
4. Ибрагимов Г.З. Фазлутдинов К.С., Хисамутдинов Н.И. Применение химических реагентов для интенсификации добычи нефти: справочник – М.: Недра, 1991 – 384 с
5. Ладенко А.А., Савенок О.В. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений. М.: Инфра-Инженерия, 2020. 244 с.
6. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи. – М.: Недра,



## ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ НА ОСНОВЕ ПРОЕКТНО- ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Е.В. Шепелькевич**

*(Бирский филиал ФГБОУ ВО УУНУТ, ассистент)*

**Аннотация.** В статье были проанализированы экологические аспекты в федеральном государственном образовательном стандарте среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

**Ключевые слова:** экологическое образование, экологизация программ профессионального образования, экологические компетенции, строительные технологии.

Актуальность работы. В последнее время повысилось внимание мировой общественности к проблеме экологического образования, от эффективности которого зависит решение существующих экологических проблем. Будущие специалисты должны иметь четкие представления о взаимосвязи природных явлений и ограниченности природных ресурсов, уметь предвидеть и оценивать масштаб последствия вмешательства людей в естественное течение биологических процессов, быть убежденными в том, что без уверенности в безвредности для окружающей среды того или иного мероприятия оно не должно реализовываться.

В связи с этим в настоящее время экологизация всех сфер деятельности человека является одним из основных принципов государственной политики, следовательно, экологическое образование становится приоритетным направлением в области среднего и высшего профессионального образования.

Формирование экологической компетентности у специалистов архитектурно-строительного профиля особенно актуально, поскольку стремительный рост количества городов и населения является одной из характерных особенностей современной жизни на нашей планете.

В соответствии с современными приоритетами развития в контексте экосистемного подхода претерпевают изменения строительные технологии, применяются более экологичные материалы и конструкции, развивается социальная архитектура, модернизируются методы управления. В перспективе, в XXI в. тенденции широкого признания экологических и социальных приоритетов в развитии производственных систем не только сохранятся, но и распространятся на все сферы жизнедеятельности человека. Реализация приоритетов в практической деятельности предприятий потребует реинжиниринга управленческих процессов, что в свою очередь самым тесным образом взаимосвязано с подготовкой специалистов, владеющих соответствующими компетенциями [3].

Переход к экологически ориентированной модели развития строительной отрасли требует соответствующего кадрового обеспечения. Выпускник по направлению архитектурно-строительного профиля должен знать не только современные тренды применения технологий зеленого строительства в России и в зарубежной практике, но и владеть практическими навыками организации строительства с учетом применения экологически ориентированных методов и инструментов в проектировании будущих строений [2; 4].

Экологизация программ профессионального образования и обучения является актуальной задачей современного мирового сообщества. В декларации Всемирной конференции ЮНЕСКО по образованию в интересах устойчивого развития акцентировано внимание на необходимости срочных действий, направленных на дальнейшее укрепление образования в интересах устойчивого развития и «расширения его охвата в целях

удовлетворения потребностей как нынешних, так и будущих поколений на основе сбалансированного и комплексного подхода к социально-экономическим и экологическим аспектам устойчивого развития». А одним из призывов декларации стало обращение к правительствам государств о необходимости обеспечения интеграции образования в интересах устойчивого развития в программы подготовки и обучения [1].

Модернизация образования в интересах устойчивого развития требует трансформации образовательной парадигмы, ключевым элементом которой является изменение содержания образовательных программ [5; 7].

В образовательные программы подготовки специалистов всех уровней необходимо интегрировать методологию экосистемного подхода, которая основана на взаимосвязи экономических, экологических и социальных компонентов в процессе решения профессиональных задач и выполнения трудовых функций. Это позволит будущим специалистам получать системное образование, учитывающее взаимосвязи между различными факторами, и позволит им принимать обоснованные решения, учитывающие общие интересы общества и окружающей среды.

Процесс экологизации профессиональной деятельности – неотъемлемая составляющая подготовки будущих специалистов в области строительства.

На сегодняшний день к студентам предъявляются новые повышенные требования и знания в области экологии, а именно:

- владение системой экологических знаний
- готовность к деятельности по выявлению и решению экологических проблем;
- освоение умений, позволяющих действовать эффективно на основе использования новых технологий по улучшению состояния окружающей среды.
- обладание знаниями о новых технологиях,
- способность пользоваться сложными процедурами принятия решений.

Задачи экологического образования в профессиональной подготовке студентов решает дисциплина «Экологические основы природопользования» математического и общего естественнонаучного цикла, в рамках которой можно наглядно продемонстрировать действия экологических факторов и закономерностей, внедрение новых технологий, особенности различных технических объектов при их попадании в окружающую среду и их воздействие на биосферные процессы.

Рассмотрим, как сегодня реализуется экологическая составляющая в подготовке специалистов, решающих организационно-управленческие задачи в строительной деятельности. Для начала проанализируем содержание актуальных профессиональных стандартов, поскольку разработка образовательных программ происходит на основе содержания трудовых функций, сформулированных требований к знаниям и навыкам специалистов. В той или иной степени экологическая составляющая присутствует в компетенциях подготовки специалистов, определенных в профессиональных стандартах.

Рассмотрим какое место уделяется экологическим знаниям и умениям в федеральном государственном образовательном стандарте среднего профессионального образования (ФГОС СПО) по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

В результате освоения образовательной программы у выпускника должны быть сформированы общие и профессиональные компетенции. К общей компетенции в области охраны окружающей среды и экологии, относится:

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;

Выпускник, освоивший образовательную программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями настоящего ФГОС СПО:

3.4.3. Организация деятельности структурных подразделений при выполнении строительно-монтажных, в том числе отделочных работ, эксплуатации, ремонте и реконструкции зданий и сооружений:

ПК 3.5. Обеспечивать соблюдение требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиту окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, в том числе отделочных работ, ремонтных работ и работ по реконструкции и эксплуатации строительных объектов.

Согласно этой компетенции, выпускник должен знать:

- требования нормативных документов в области охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды при производстве строительных работ;

- основные вредные и (или) опасные производственные факторы, виды негативного воздействия на окружающую среду при проведении различных видов строительных работ и методы их минимизации и предотвращения;

- правила ведения документации по контролю исполнения требований охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды;

- меры административной и уголовной ответственности, применяемые при нарушении требований охраны труда, пожарной безопасности и охране окружающей среды.

А также должен уметь:

- определять вредные и (или) опасные факторы воздействия производства строительных работ, использования строительной техники и складирования материалов, изделий и конструкций на работников и окружающую среду;

- оформлять документацию по исполнению правил по охране труда, требований пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

- обеспечении соблюдения требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительных работ на объекте капитального строительства;

- контроле соблюдения на объекте капитального строительства требований охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Вместе с тем ФГОС уделяет внимание охране окружающей среды и в других компетенциях раздела «3.4.2 Выполнение технологических процессов на объекте капитального строительства», согласно которым, будущий специалист должен иметь практический опыт в подготовке строительной площадки, участков производств строительных работ и рабочих мест в соответствии с требованиями технологического процесса, охраны труда, пожарной безопасности и охраны окружающей среды [6].

Анализируя требования ФГОС, можно сделать вывод о том, что в рамках одной дисциплины невозможно освоить требуемые компетенции предусмотренные ФГОС СПО, поэтому предлагается ввести в вариативную часть учебного плана по данной специальности дисциплину «Экологический контроль и надзор». В результате освоения заложены большие потенциальные возможности для постановки исследовательской работы экологического характера. Круг изучаемых тем, связанных с обеспечением требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, в том числе отделочных работ, ремонтных работ и работ по реконструкции и эксплуатации строительных объектов [7].

Формирование экологической компетентности студентов может быть реализовано на основе обучения решению экологических проблем посредством учебных заданий, в которых отрабатываются отдельные этапы решения этих проблем.

Материалы для обучения тем, которые изучаются, постоянно обновляются и актуализируются, а учебные пособия разрабатываются в соответствии с нормативными документами, учитывая информацию о реальных продуктах, свойствах материалов и оборудования, используемых в строительстве.

Надлежащий уровень экологических знаний – основа для грамотного использования биосферных ресурсов, минимизации нагрузок на важнейшие экосистемы.

#### Список использованных источников:

1. Айти-Нагойская декларация по образованию в интересах устойчивого развития: офиц. портал // Всемирная конференция ЮНЕСКО по образованию в интересах устойчивого развития, Aichi-Nagoya, Japan, — 2014. — URL: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231074\\_rus?posInSet=6&queryId=NEXPLORE-6f7a7625-62c0-4f7e-9d6d-62d62ca8fa4f](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231074_rus?posInSet=6&queryId=NEXPLORE-6f7a7625-62c0-4f7e-9d6d-62d62ca8fa4f) (дата обращения 5.01.2024).
2. Нужина, И. П. Модель развития управленческих технологий в строительстве в условиях повышения роли социально-значимых приоритетов / И.П. Нужина, М.В. Золотарева, Ю.В. Васильева // Экономика и предпринимательство. — 2017. — № 9–4 (86). — С. 814–820.
3. Нужина, И. П. Профессиональная подготовка специалистов для экологического строительства / И.П. Нужина // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития. Материалы Седьмой международной научно-практической онлайн-конференции. Иркутск, — 2021. — С. 297—305.
4. Нужина, И. П., Золотарева, М.В. Современные управленческие технологии развития социально-экологической ответственности бизнеса (СЭОСБ) / И. П. Нужина, М. В. Золотарева // Проблемы экономики и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития: материалы 4-й междунар. науч.-практ. онлайнконф., 6–7 апр. 2017 г., Иркутск. — Иркутск: Изд-во БГУ. — 2017. — С. 241–246.
5. Муравьева, А. А. Трансформация образовательной парадигмы в условиях формирования «зеленой» экономики / А. А. Муравьева, О. Н. Олейникова // Образование и наука. — 2016. — № 8 (137). — 133 с.
6. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) [Электронный ресурс]. — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения 20.03.2024)
7. Филичев, С. А. Экологическая подготовка студентов технического вуза в условиях реализации ФГОС 3++ / С. А. Филичев, О. Д. Лукашевич, Л. Н. Цветкова // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы: материалы междунар. науч.-метод. конф., 31 января 2019 г., Россия, Томск. — Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники. — 2019. — С. 19–20.

УДК 622.32

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ГИДРАТА В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ГАЗА, ПОРИСТОМ ПЛАСТЕ И СНЕЖНОМ МАССИВЕ

*О.А. Шепелькевич*

*(Бирский филиал ФГБОУ ВО УУНиТ, ассистент)*

**Аннотация.** В статье представлены результаты по теме кандидатской диссертации. Разработаны математические модели процессов образования газовых гидратов в водном растворе газа, пористом пласте и снежном массиве. Полученные решения дифференциальных уравнений, описывающие данные модели, могут быть использованы для дальнейших научных исследований.

**Ключевые слова:** газовые гидраты, газогидрат метана, клатраты, замещение газа в составе гидрата, водный раствор газа, период индукции гидратообразования.

*Актуальность работы.* Газовые гидраты – это клатратные соединения молекул воды и гидратообразующего газа. Особый интерес исследователей и промышленников к газовым гидратам вызывают их необычные свойства. Не вступая в химическую реакцию один объем воды способен связать около 180 объемов газа, но только при определенных термобарических условиях – высоком давлении и низкой температуре.

В данной работе речь идет о природном газе (т.е. метан) и промышленных газах (таких как двуокись углерода, сероводород). Имеются множество подтвержденных данных о

большом количестве месторождений гидратов природного газа. А учитывая то, сколько газа они могут содержать, газовые гидраты рассматриваются исследователями, как альтернативный источник энергии. По оценкам ученых это  $1,5 \cdot 10^{16}$  м<sup>3</sup> газа. Т.е. в форме гидрата находится порядка  $2 \cdot 10^{12}$  тонн углерода, что практически на один порядок превышает все другие его запасы на Земле. Это значит, что исследование способов получения газа из гидрата – очень перспективные исследования.

Другая сторона изучения газовых гидратов – это привлекательная, с точки зрения экономики, форма клатрата, как способ утилизации промышленных газов. Уже сейчас эти исследования являются актуальными во многих странах, и часто выходят за рамки лабораторных исследований.

Целью работы является теоретическое исследование начального этапа образования гидратного слоя и рост гидратных частиц различной геометрической формы в объеме жидкости при контакте газа и воды, и анализ закономерностей процессов теплообмена и фазовых переходов при воздействии на пористую среду гидратообразующим газом.

Задачи работы:

1. Выполнить теоретическое описание начального этапа формирования гидратного слоя на границе контакта воды и гидратообразующего газа, а также роста гидрата в объемной зоне на примесных частицах вблизи границы контакта.
2. Изучить влияние геометрической формы гидрата на его рост в водном растворе газа, когда интенсивность гидратообразования определяется диффузией газа к его поверхности.
3. Описать математическая модель и построить численные решения задачи о нагнетании жидкого диоксида углерода в пласт, состоящего из скелета, гидрата метана и пор, заполненных газом метаном.
4. Исследовать процесс образования гидрата в снежном массиве, в исходном состоянии, насыщенном газом, при нагнетании этого же газа. Построить автомодельные решения, описывающие поля температур и давлений, а также насыщенностей льда, гидрата и газа в массиве в осесимметричной постановке.

*Методы исследования.* Для получения научных результатов в работе были использованы методы и подходы, применяемые в области механики многофазных сред: решение дифференциальных уравнений методом конечных разностей; использование квазистационарных решений; нахождение аналитических решений; метод стрельбы. Моделирование исследуемых процессов выполнялось в среде программирования Pascal ABC.net, а также математического пакета MathCad, обработка данных и их визуализация осуществлялись в программе Origin Pro.

Основные результаты:

1. Предложен параметр – период индукции образования гидратного слоя [1]. Установлено, что период индукции снижается обратно пропорционально росту статического давления и две трети степени от концентрации числа примесных частиц. Показано также что, с ростом растворимости гидратообразующего газа в воде период индукции также снижается [рис. 1].

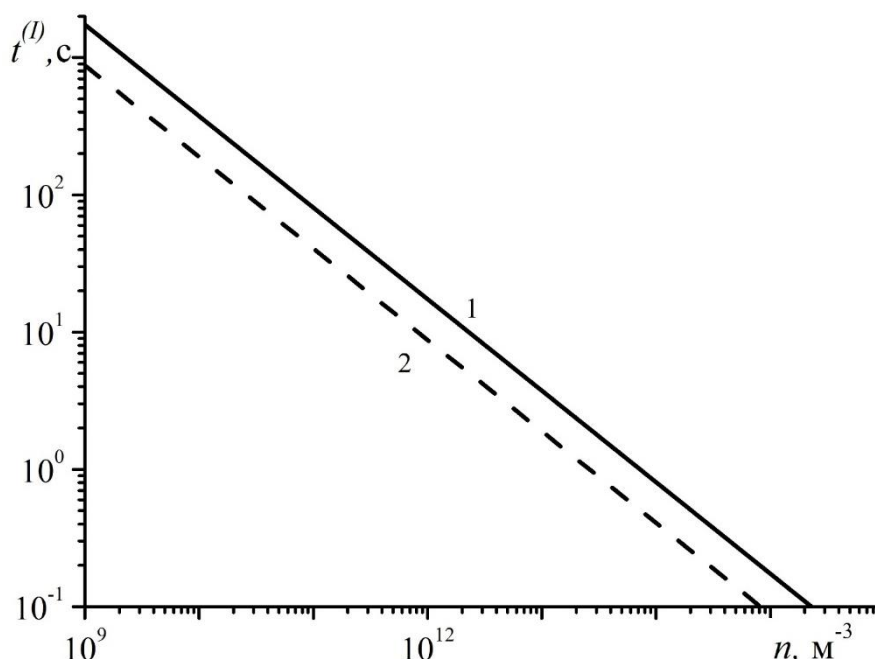


Рис. 1. Зависимость периода индукции от числа примесных частиц

2. Анализ температурных полей, обусловленных тепловыделением при гидратообразовании на поверхности контакта гидратного слоя с раствором газа [2]. Полученное решение позволяет определить качественную и количественную оценку роста гидрата в зависимости от вида гидратообразующего газа, а также термобарических условий. [рис.2]

3. Процесс нагнетания жидкого диоксида углерода в гидратный пласт может состоять из следующих этапов: поршневое вытеснение свободного газа из пор; замещение метана жидким диоксидом углерода, его растворение и вымывание из пласта; завершение гидратообразования и вымывание оставшегося газа метана из гидратного пласта [3]. Следует отметить, что в зависимости от состояния скелета (дисперсности гидрата, его чистоты) и общей проницаемости пласта могут реализоваться различные режимы замещения. Здесь рассмотрен один из возможных режимов, когда из-за достаточно высокой проницаемости на первом и коротком этапе происходит вытеснение метана, находящегося в порах. Представленный режим является наиболее привлекательным с точки зрения практической реализации, когда возможно разрушение гидрата метана путем его замещения жидким диоксидом углерода.

4. При нагнетании гидратообразующего газа в снежный массив, насыщенный тем же газом, возможно образование трех характерных зон в области фильтрации: ближняя, насыщенная газом и гидратом, промежуточная, в которой газ, снег и гидрат находятся в состоянии фазового равновесия, и дальняя, заполненная газом и снегом. [рис.3] Построены автомодельные решения для осесимметричной постановки, описывающие распределения основных параметров в массиве. Показано, что увеличение массового расхода нагнетаемого газа и уменьшение исходной температуры массива приводит к росту как протяженности объемной зоны образования гидрата, так и гидратонасыщенности на ближней границе [4].

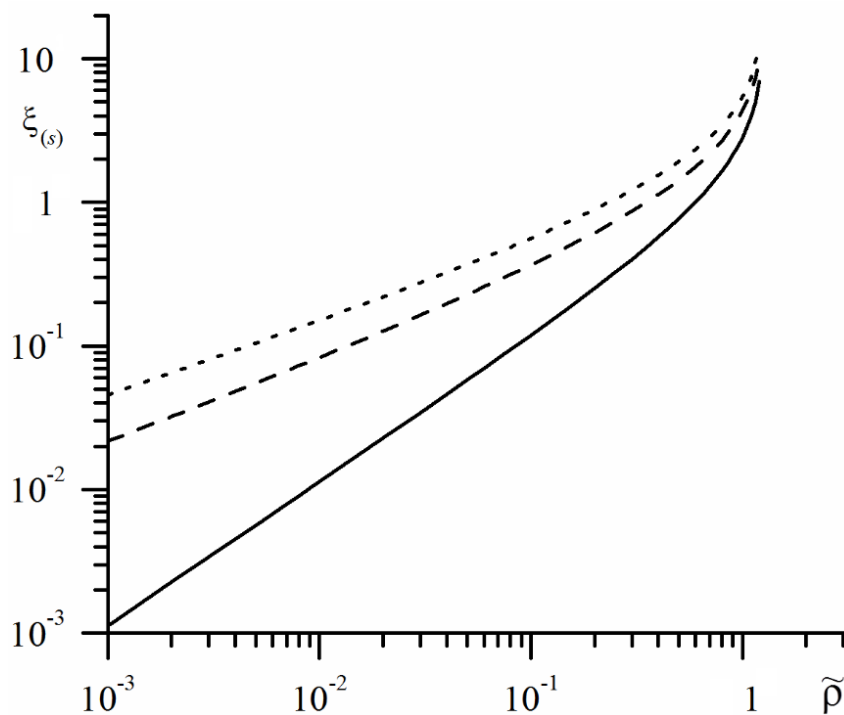


Рис.2. зависимость автомодельной координаты, определяющей рост газогидратного слоя в водном растворе газа, от параметра  $\tilde{\rho}$  в зависимости от геометрии задачи – плоскоодномерная, радиально-симметричная, сферически-симметричная.

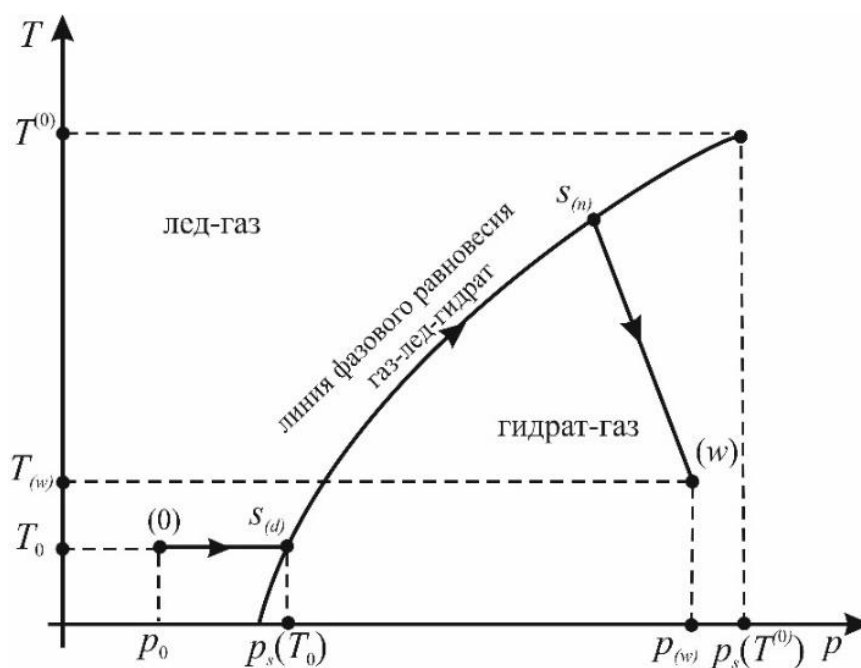


Рис.3.Схема процесса

#### Заключение.

В настоящее время задачи, связанные с клатратными структурами, является достаточно актуальными во всем мире. Поэтому перед проведением различного рода экспериментов следует использовать результаты, полученные при исследовании математических моделей – они дают фундаментальные знания о характере протекания того или иного процесса.

#### Список использованных источников:

1. Шагапов В. Ш., Шепелькевич О. А., Ялаев А. В. Начальный этап образования гидрата в объеме жидкости на примесных частицах при контакте газа и воды. / Теоретические основы химической технологии. 2017. Т. 51. № 4. С. 441-450.
2. Шагапов В.Ш., Юмагулова Ю.А., Шепелькевич О.А. О росте гидрата в водном растворе газа/ Журнал «Теплофизика и Аэромеханика». Сибирское отделение РАН, Новосибирск 2016, том 23, №4. С.559 – 565.
3. Шагапов В.Ш., Шепелькевич О.А., Юмагулова Ю.А. Замещение газа метана в гидратном пласте жидким диоксидом углерода / Инженерно-физический журнал. 2017. Т. 90. № 6. С. 1424-1433.
4. Шагапов В.Ш., Чиглинцева А.С., Шепелькевич О.А. К теории образования гидрата при нагнетании холодного газа в снежный массив, насыщенный тем же газом/ Журнал «Математическое моделирование». 2019. Т. 31. № 1. С. 63-84.

УДК 622.276

#### ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ПРИТОКА НА ПРИМЕРЕ ПРИРАЗЛОМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*А.В. Янбаева*

*(Филиал ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. ГРЗ-18-12 )*

**Аннотация.** Морские месторождения разрабатываются небольшим количеством скважин. Эти скважины, как правило, имеют большие дебиты, вызывают большие депрессии на пласт и имеют большую площадь контакта с коллектором. Все эти особенности вызывают неравномерный приток фронта воды к скважине, что приводит к быстрой обводненности продукции. Для предотвращения неравномерного прорыва воды к скважине применяют интеллектуальное заканчивание. Оно представляет из себя разделение горизонтальной части на интервалы, которые при необходимости могут закрываться специальным оборудованием. В работе описана технология установки устройств контроля притока, размещенных на элементах заканчивания добывающих скважин Приразломного месторождения.

**Ключевые слова:** технология, месторождение, интеллектуальная скважина, хвостовик.

UDC 622.276

#### APPLICATION OF INFLOW CONTROL DEVICES ON THE EXAMPLE OF THE PRIRAZLOMNOYE FIELD

*A. V.Yanbaeva,*

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. GRZ18-12)*

**Abstract:** Offshore fields are developed by a small number of wells. These wells, as a rule, have large flow rates, cause large drawdowns on the formation and have a large contact area with the reservoir. All these features cause an uneven influx of water front to the well, which leads to rapid water cut in the product. To prevent uneven water breakthrough, intelligent completion is applied to the well. It consists of dividing the horizontal part into intervals, which, if necessary, can be closed with special equipment. The paper describes the technology for installing inflow control devices located on the completion elements of production wells at the Prirazlomnoye field.

**Keywords:** technology, field, intelligent well, liner.

Термин «интеллектуальная скважина» является относительно новым понятием для нефтегазовой отрасли. В самом широком смысле интеллектуальная скважина – это объект, оснащенный системами датчиков и/или регулирующих клапанов, которые позволяют контролировать параметры работы. Благодаря внедрению подобных систем удается



повысить показатели экономической эффективности добычи, обеспечить безопасность проведения работ, а также положительно повлиять на коэффициент извлечения.

Разработка Приразломного нефтяного месторождения является первым нефтегазовым проектом в Российской Арктике. И поскольку система разработки в арктических проектах должна обеспечивать высокие темпы выработки запасов из недр при относительно небольшом фонде эксплуатационных скважин за короткий период времени, то определяющим фактором для достижения проектного коэффициента нефтеизвлечения и плановых темпов отбора является применение современной системы разработки месторождения. Это система, которая предполагает использование новых технологий и подходов в области закачивания горизонтальных скважин, интенсификация притока нефти, а также управление и контроль за выработкой продуктивных пластов и повышение эффективности системы ППД [1-2].

Учитывая все факторы, влияющие на разработку Приразломного месторождения, были приняты следующие технологические решения:

- бурение скважин с платформы осуществляется только одной буровой установкой;
- бурение и эксплуатация скважин ведется одновременно;
- принятый диапазон длин горизонтальных стволов добывающих и нагнетательных скважин – 1000-1500 м;
- все добывающие скважины оборудованы УЭЦН;
- применение современных технологий заканчивания скважин.

Технология PremiumPort.

Конструкция заканчивания муфты PremiumPort 2IC (Рис. 1) позволяет изолировать зоны с высокой обводнёностью путём закрытия клапана. Спуск хвостовика с клапаном в закрытом положении осуществляется до необходимой глубины, что позволяет вести непрерывную циркуляцию через башмак. И затем перевод клапана на позицию УКП позволяет вести эксплуатацию скважины с контролем притока/нагнетания. В конфигурации клапан-муфты используется до 4 отверстий, обеспечивающих целевое распределение давления по всей длине горизонтального участка скважины.

PremiumPort позволяет неограниченное количество раз переводить клапан из одной позиции в другую для проведения различных видов работ на скважине. Помимо этого, совместный спуск клапанов PremiumPort с устройствами контроля пескопроявления снижает риск эрозии, а применяемые премиальные материалы защищают скважинное оборудование от коррозии.

Выделяют три основных типа клапанов PremiumPort:

- ОС – две позиции – открыто технологическое отверстие/закрыто
- IC – две позиции – закрыто/фиксированный штуцер
- OIC – три позиции – открыто технологическое отверстие/закрыто/фиксированный штуцер.

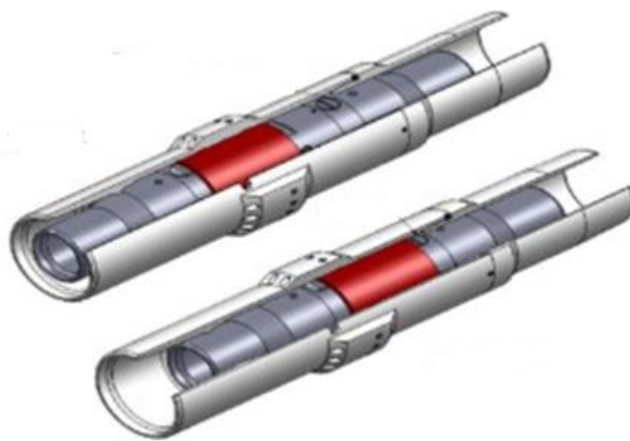


Рисунок 1 – Конструкция PremiumPort PP-2IC

На первой нагнетательной скважине Приразломного месторождения спущены клапаны PremiumPort двух типов:

- ОС (две позиции – открыто технологическое отверстие и закрыто) предназначен для проведения соляно-кислотной обработки;

- ИС (две позиции – закрыто и фиксированный штуцер) предназначен для эксплуатации скважины (нагнетания воды), позволяет установку 6 штуцеров разных диаметров (стандартные 4.0 и 5.1 мм), сделанных из карбида вольфрама с покрытием из нитрида вольфрама для защиты от эрозии и коррозии.

Каждый клапан рассчитан на высокую нагрузку и высокие рабочие дифференциальные давления для высоких расходов закачки с минимальным перепадом давления. В закрытом состоянии порты для интенсификации притока и для штуцерного применения защищены от внутреннего давления в колонне.

Клапаны PremiumPort переключаются в разные позиции с помощью инструмента-толкателя «шифтинг тул» (Рис. 2), который гарантирует безотказное управление клапаном. Спуск инструмента осуществляется либо на ГНКТ, либо на колонне буровых труб или НКТ. Жидкость для работы с инструментом закачивается в трубы или в затрубное пространство между спусковой и обсадной колонной. Инструмент срабатывает за счет разницы давления в колонне и в затрубном пространстве. Сдвиг внутреннего механизма толкателя активизирует выдвижные «собачки», которые в свою очередь сдвигают клапан в нужную позицию и защищают внутренние части инструмента от отложений и других твердых частиц, которые исторически были основной причиной отказа подобных инструментов. При сдвиге клапана в нужную позицию толкатель автоматически отсоединяется от клапана. Для открытия клапана инструмент поднимается выше клапана. После подачи давления в колонну инструмент проводится через клапан. Снижение веса говорит о сдвиге указательного кольца, после чего следует освобождение инструмента. Для закрытия клапана инструмент спускается ниже клапана, подается давление в колонну, и инструмент проводится через клапан. Увеличение веса колонны на крюке свидетельствует о движении указательного кольца, после чего следует освобождение инструмента. [4]



Рисунок 2 – Устройство-толкатель Naggier «шифтинг тул»

#### Технология химических индикаторов притока

Технология стационарных интеллектуальных химических индикаторов может решить подавляющее количество проблем, приуроченных к исследованиям горизонтальных скважин. Стоит заметить, что есть возможность применять эту технологию с разнообразными системами заканчивания скважин, такими как с использованием противопесочных фильтров, оборудования многостадийного гидрозрыва пласта, гравийной набивки, цементируемого хвостовика и устройств контроля притока.

При применении технологии химических индикаторов притока с противопесочными фильтрами, пучки полимерных матриц вставляются между направляющими для проволоочных фильтров или же в фильтроэлемент для сетчатых фильтров. При заканчивании скважины с муфтами МГРП или УКП есть возможность установить полимерные матрицы в сами устройства контроля притока или на патрубки. С учетом профиля проницаемости, расположения скважины в пласте и других условий геологии можно эти патрубки вставить в определенные зоны.

На рисунке 3 показана установка полимерных матриц с интеллектуальными индикаторами притока на патрубки.

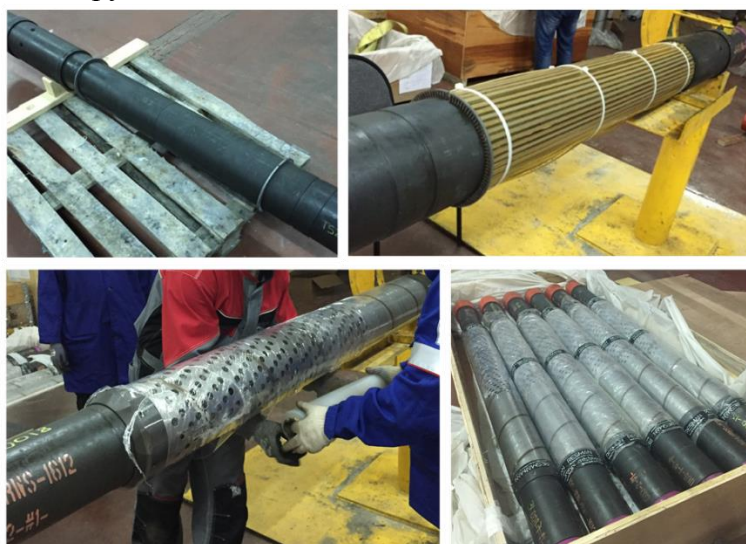


Рисунок 3 – Установка полимерных матриц с интеллектуальными индикаторами притока на патрубки

Данная технология химических индикаторов позволяет постоянно вести работу с нефтью или водой очень продолжительное время. Так, в среднем полный разрыв полимерных матриц, предназначенных для взаимодействия с нефтью, происходит в течение десяти лет, для взаимодействия с водой – в течение семи. Всего имеются около 80 разных

видов индикаторов на нефть и столько же на воду, что не ставит ограничения в контроле большого количества зон скважины. [5]

Таким образом, интеллектуальное заканчивание является лучшим, если не единственным, способом, которое предупреждает неравномерное заводнение пласта, приводящее к быстрой обводненности продукции скважины и высокой остаточной нефтенасыщенности. Наряду с интеллектуальным заканчиванием применяются химические индикаторы, которые могут показывать: какой из интервалов вертикального участка скважины обводнился, распределение дебита по зонам, успешность проведения освоения скважины и гидроразрыва пласта.

#### **Список использованных источников:**

1. Сысолятин А.А. «Высокотехнологичные скважины нефти и газа» // Инновационная наука. 2016 г.
2. Семикин Д.А. «Обзор систем мониторинга работы протяженных горизонтальных скважин при разработке контактных запасов» / Д.А. Семикин, М.Т. Нухаев // EAGE Horizontal Wells 2017.
3. Al-Mulhem, A Smart Approach in Acid Stimulation Resulted in Successful Reviving of Horizontal Producers Equipped With ICD Completions: Saudi Arabia Case History // Paper SPE.- 127318-MS, 2010
4. Chertenkov, M. Carbonate Wells Stimulations by Acidizing Through Inflow Control Devices for Sredne-Sercheyusskoe Anticline of Yuzhno-Shapkinskoe Oilfield // Paper SPE.- 149034-MS, 2011
5. Denney Dennis, JPT Senior Technology Editor. Intelligent Well Monitoring Systems: Review and Comparison // SPE Journal Paper.- 2012

#### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ**

***П.М. Малышев***

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ  
в г. Октябрьском, старший преподаватель)*

***Е.П. Калкаманова***

*Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
г. Уфа, магистрант*

**Аннотация.** Российская промышленность располагает уникальными возможностями решения вопросов утилизации техногенного сырья и коммунальных отходов. Проблема использования альтернативных видов топлива в технологическом процессе производства обусловлена, как правило, их низкой калорийностью. Приведенные расчеты показывают возможность использования RDF топлива в составе смешанного топлива при сжигании его в условиях повышенного содержания кислорода в воздухе. Уменьшение объема продуктов горения повышает температуру факела, что будет способствовать увеличению производительности печи. При оптимальном соотношении компонентов, смешанное топливо можно использовать как в низко - так и в высокотемпературных зонах печных агрегатов. Существуют ограничения по увеличению концентрации кислорода в воздухе, обусловленные снижением действительной температуры горения топлива вследствие обратных реакций разложения продуктов горения и нарушения скоростных режимов работы суспензионных теплообменников. Кроме того, увеличение кислорода в воздухе значительно снижает тепловую эффективность клинкерного холодильника в результате увеличения объемов избыточного воздуха. Использование RDF топлива в оптимальном соотношении позволяет заменить до 42 % природного газа.

**Ключевые слова:** RDF топливо, кислород, температура горения, объем продуктов сгорания, расход газа.

## MODERN WASTE RECYCLING TECHNOLOGIES

**P.M. Malyshev**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
Senior Lecturer)*

**E.P. Kalkamanova**

*(Ufa State Petroleum Technical University, Ufa, master's student)*

**Abstract.** Russian industry has unique capabilities to address issues of recycling technogenic raw materials and municipal waste. The problem of using alternative fuels in the production process is, as a rule, due to their low calorie content. The above calculations show the possibility of using RDF fuel as part of mixed fuel when burned under conditions of high oxygen content in the air. Reducing the volume of combustion products increases the temperature of the torch, which will help increase the productivity of the furnace. With an optimal ratio of components, mixed fuel can be used in both low- and high-temperature zones of furnace units. There are restrictions on increasing the concentration of oxygen in the air, due to a decrease in the actual combustion temperature of the fuel due to reverse reactions of the decomposition of combustion products and disruption of the speed modes of operation of suspension heat exchangers. In addition, the increase in oxygen in the air significantly reduces the thermal efficiency of the clinker cooler as a result of the increase in excess air volumes. Using RDF fuel in the optimal ratio allows you to replace up to 42% of natural gas.

**Keywords:** RDF fuel, oxygen, combustion temperature, volume of combustion products, gas consumption.

**Введение.** Исторически «на виду» всегда были жидкие и газообразные отходы - промышленные загрязнения воды и воздуха - и они становились объектом первоочередного контроля и регулирования, в то время как твердые отходы всегда можно было увезти подальше или закопать - попросту тем или иным способом убрать «с глаз долой». В прибрежных городах отходы довольно часто просто сбрасывались в море. Экологические последствия захоронения мусора - через загрязнение подземных вод и почв - проявлялись иногда через несколько лет или даже несколько десятков лет, однако были от этого не менее разрушительны. В общественном сознании постепенно сформировалась идея о том, что закапывание отходов в землю или сброс их в море - это недопустимое перекладывание наших проблем на плечи потомков. Параллельно наметилась и другая тенденция: чем жестче было законодательство по контролю воды и воздуха, тем больше производилось твердых токсичных отходов, так как все методы очистки газообразных и жидких сред приводят к концентрации загрязнителей в твердом веществе: в илах, осадках, золе и т.д.

Бытовые отходы всегда вывозились на свалки, расположенные вблизи населенных пунктов и работающие за счет муниципальных бюджетов. Вследствие постоянной угрозы здоровью населения, исходившей от свалок (отравление грунтовых вод, размножение переносчиков заболеваний, неприятный запах, дым от частых самовозгораний), во многих странах стали принимать более строгие правила к их размещению, конструкции и эксплуатации [1].

**РДФ (RDF или Refuse Derived Fuel) топливо** – это альтернативный вид топлива, который получают из отходов – бытовых и промышленных. Используется, преимущественно, в качестве источника энергии на цементных заводах в печах, где требуется поддержание температур около 2000°C, однако может также применяться в качестве дополнения к основному источнику энергии в других сферах промышленности, например, на металлургических заводах или даже на теплоэлектростанциях [2].

Популярность альтернативного топлива неизменно растет, примерно со второй половины XX века многие страны не только ведут разработку новых методов его получения, но и активно внедряют альтернативное топливо в промышленность. Преимущества РДФ топлива, казалось бы, очевидны: оно помогает не только утилизировать часть отходов, но

также способствует экономии основного топлива, которое используют потребители, в частности, что косвенно снижает нагрузку на экологию.

**История появления RDF топлива.** Конкретную дату, когда была изобретена технология, назвать сложно. Попытки получить альтернативные виды топлива, в том числе, топливо из отходов, которые образуются в результате деятельности человека, велись достаточно давно. В 1950-ых впервые начали использовать топливо, получаемое при сжигании автопокрышек, на производстве цемента. Ближе к 1980-ым в Германии начали изготавливать и более массово использовать различные виды альтернативного топлива из отходов. Со временем практику переняли и другие страны Европы. Основная идея использования альтернативных видов топлива была в том, чтобы снизить процент использования ископаемого топлива.

Сегодня альтернативное топливо в разном процентном соотношении активно используют в Европе, странами-лидерами являются Бельгия, Нидерланды и Финляндия, а также в США, Англии, Израиле и других странах. В России также есть производства, которые внедряют использование RDF топлива, но отечественный рынок еще находится на ранней стадии своего развития [3].

Тем не менее, проблема утилизации ТБО путем термического разложения остается актуальной. В настоящее время ведется поиск новых технологий, которые позволили бы существенно снизить выбросы вредных веществ и получить при этом, помимо золы и шлака, полезные продукты утилизации.

Нетрадиционный взгляд на проблему, состоит в том, что гораздо проще контролировать то, что попадает на свалку, чем то, что попадает со свалки в окружающую среду. В качестве аксиомы следует всегда помнить, что отходы состоят из различных компонентов, которые не должны в идеале смешиваться между собой, а должны утилизироваться отдельно друг от друга наиболее экономичными и экологически приемлемыми способами. Только комбинация нескольких взаимодополняющих программ и мероприятий, а не одна технология, пусть даже самая современная, может способствовать эффективному решению проблемы утилизации ТБО [4].

Для производства данного топлива RDF используются следующие фракции мусора и отходов: резина, бумага, бытовые органические отходы, дерево, картон, кожа (кожазаменители), синтетические волокна, текстиль, пластик, полимеры... В общем все то, что содержится в мусоре и отходах за исключением стекла, камней, металлов и хлорсодержащих материалов. Многим котельным требуется лишь небольшая модернизация для работы с RDF, так как они оборудованы устройствами для удаления шлака и летучей золы. При проектировании котлоагрегатов совместного сжигания природного топлива и RDF важно учитывать свойства данного топлива: теплоту сгорания, элементный состав, включая N, S, F, Cl, состав золы и шлака, температуру плавления. По оценкам экспертов из ТБО в РФ, потенциально можно получать 11 млн. тонн вторичного топлива в год. Этого топлива хватило бы для производства около 27 млн. тонн цемента в год. Если сравнить RDF по тепловым показателям с газом, то ориентироваться надо на то, что 1 м<sup>3</sup> газа эквивалентен 1,7 кг RDF. Наша компания способна спроектировать не только Заводы по получению RDF из отходов и мусора, но также переделать и горелки под работу данным видом топлива (RDF). Ниже будут приведены схемы как автоматического завода по производству RDF, так и частично механического. Схемы зависят от производительности и специфики требований заказчика.

RDF часто используют в качестве дополнительного более дешевого топлива на:

- ТЭЦ;
- металлургических заводах;
- цементных заводах;
- котельных установках;

Таблице 1 – Технические характеристики топлива

| Технические характеристики                                                                                                   | Единицы измерения | Параметры               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| Величина гранул RDF                                                                                                          | см                | до 2                    |
| Теплопроводность топлива RDF                                                                                                 | кДж/кг            | от 5300 до 20000 ± 2000 |
| Содержание опасных составляющих в топливе RDF - строго контролируется и соответствует допустимым нормам Российской Федерации |                   |                         |

Экологические вопросы к топливу и процессу его производство имеют решающее значение. Важнейшей стадией является сепарация с целью удаления и химически вредных компонентов. Камни, стекло и другие инертные примеси не подлежат переработке и затрудняют её, а металлы, ПВХ, хлорсодержащие и ряд других веществ отрицательно влияют на окружающую среду при сжигании. При недостаточной отфильтровке состава топлива в атмосферу попадают диоксин, фосген, цианиды. Поэтому производство RDF топлива является сложной инженеринговой задачей.

Различные виды вторсырья содержат:

- ДСП и МДФ содержат формальдегидные смолы;
- масляная краска на предметах может содержать свинец;
- при гниении органики выделяются токсичные вещества;
- при горении автомобильных покрышек выделяется более десятка канцерогенных веществ.

Измельченные покрышки, как самостоятельный вид топлива, используются в изготовлении цемента, металлургии, энергетике. Возросшие требования к экологической безопасности требуют оснащения перерабатывающей техники высокотехнологичными системами очистки. Очистка материала шин — процесс многоэтапный, в нём задействованы в том числе магнитные сепараторы, барабанные и вибрационные грохоты, воздушные классификаторы и др.

**Измельчение вторичного сырья.** Частицы твердого топлива должны быть доведены до нужного размера фракции, процесс проходит несколько стадий. Применяются валковые дробилки и шредеры, измельчители. Твердая резина выпускается в виде гранул, чипов и крошки, древесное сырьё должно быть подготовлено для формирования брикетов или пеллет. Для дробления целесообразны универсальные устройства, работающие с различным сырьём.

**Сушка древесины и формирование брикетов.** Сепарированная и измельченная масса подвергается просушиванию. До его начала влажность сырья составляет до 30%, цель — снизить её до 10%. Сушилки достаточно энергоёмки, и на этот показатель нужно обращать пристальное внимание. Формирование брикетов осуществляется специальными механическими прессами. Попытки прессовать брикеты не предназначенным для этого оборудованием чревато поломкой пресса [5].

#### Список использованных источников:

- 1 Трушкова, Л. В. Пауков А. Н. Новый способ переработки отходов с целью получения нефтепродуктов. // Проблемы строительства инженерного обеспечения и экологии городов: Тезисы доклада 3 международной научно- практической конференции. - Пенза, 2021. - С. 248-249.
- 2 Что такое RDF-топливо [Электронный ресурс] / Что такое RDF топливо. – Режим доступа: <https://greenpeace.ru/expert-opinions/2021/09/16/chtotakoe-rdf-topливо/> – (Дата обращения 19.05.2024).
- 3 RDF – ресурс или угроза? Позволит ли переработка отходов в энергию решить мусорный кризис в России [Электронный ресурс] / RDF – ресурс или угроза? Позволит ли переработка

отходов в энергию решить мусорный кризис в России. – Режим доступа: <https://1-engineer.ru/rdf-resource-ili-ugroza/>. – (Дата обращения: 19.05.2024).

4 Харламова, М. Д. Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг : учебное пособие для вузов / М. Д. Харламова, А. И. Курбатова ; под редакцией М. Д. Харламовой. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 311 с.

5 Кайгородов, О. Н. Переработка ТБО – сочетание многих технологий / О. Н. Кайгородов // Химический журнал. – 2020. – С.66-72.



## СЕКЦИЯ «НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»

УДК 665.6

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ГОРЯЧЕЙ СТУПЕНИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ

**Д.Р. Асфандиярова**

*(Технологический факультет ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Уфа,  
студент гр. МTK31-22-01)*

**Ф.Б. Шевляков**

*(Технологический факультет ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Уфа,  
доцент)*

**Аннотация.** Одним из ключевых этапов подготовки нефти является подогрев водонефтяной эмульсии в трубчатых печах. На сегодняшний день режим течения потока в трубе змеевика турбулентный с наличием пристеночного ламинарного слоя. Для более эффективного процесса подогрева нефти и снижения потерь тепла необходимо осуществлять движение жидкости по змеевику так, чтобы режим течения по всему диаметру трубы был турбулентным. В связи с этим, требуется обеспечить срыв пристеночного ламинарного слоя и его последующее перемешивание с основной турбулентной частью потока.

**Ключевые слова:** водонефтяная эмульсия, подогрев, змеевик, пристеночный слой, турбулизатор потока, лопастное устройство.

UDC 665.6

### INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE PROCESSES AT THE HOT STAGE OF OIL TREATMENT

**D.R. Asfandiyarova**

*(Technological Faculty of the Federal State Budgetary Educational Institution of  
Higher Education USNTU in Ufa,  
student gr. MTK31-22-01)*

**F.B. Shevlyakov**

*(Faculty of Technology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher  
Education USNTU in Ufa,  
associate professor)*

**Annotation.** One of the key stages of oil preparation is heating the oil-water emulsion in tube furnaces. Today, the flow regime in the coil pipe is turbulent with the presence of a near-wall laminar layer. For a more efficient process of heating oil and reducing heat loss, it is necessary to move the liquid along the coil so that the flow regime along the entire diameter of the pipe is turbulent. In this regard, it is necessary to ensure the disruption of the near-wall laminar layer and its subsequent mixing with the main turbulent part of the flow.

**Key words:** water-oil emulsion, heating, coil, wall layer, flow turbulator, paddle device.

В настоящее время нефть является одним из основных потребляемых человеком ресурсов. Мировые запасы нефти в некоторой степени ограничены. В связи с этим, существует необходимость минимизировать потери продукта, снизить экономические затраты и эксплуатационные расходы при её подготовке [1].

Одним из ключевых этапов подготовки нефти к транспортировке в трубопроводах является подогрев водонефтяной эмульсии в трубчатых печах с целью улучшения процессов газовой сепарации и обезвоживания нефти. Для нагрева нефти и нефтяных эмульсий до заданных параметров при её промышленной подготовке используется змеевик печи трубчатой блочной ПТБ-10.

На сегодняшний день режим течения потока в трубе змеевика турбулентный с наличием пристеночного ламинарного слоя. Для более эффективного процесса подогрева нефти и снижения потерь тепла необходимо осуществлять движение жидкости по змеевику

так, чтобы режим течения по всему диаметру трубы был турбулентным. В связи с этим, требуется обеспечить срыв пристеночного ламинарного слоя и его последующее перемешивание с основной турбулентной частью потока [2].

К заметным недостаткам змеевиков печей можно отнести низкую эффективность передачи тепла, которая происходит в связи с интенсивными отложениями на стенках труб твердых и смолистых веществ и сложность чистки стенок труб, особенно в их криволинейных участках. Чтобы избежать этих недостатков используются трубы, конструкция которых снабжена интенсификаторами потока. В качестве интенсификаторов потоков возможно применение винтовой формы трубы [3, 4], пружин, спиральных лент и винтовых лопастей.

В качестве интенсификатора потока рассмотрены следующие модели устройств: лопастное устройство и труба со спиральной лентой.

Для задания потока водонефтяной эмульсии воспользуемся следующими исходными данными, представленными в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика водонефтяной эмульсии

| Фаза  | Вязкость, мПа·с | Плотность, кг/м <sup>3</sup> |
|-------|-----------------|------------------------------|
| Нефть | 60              | 810                          |
| Вода  | 1,05            | 1100                         |

В змеевике (рис. 1), в котором в качестве интенсификатора потока используется лопастной завихритель (рис. 2), среда подаётся под давлением в трубу со стороны лопастного завихрителя. Под воздействием потока завихритель приводится во вращение и турбулизирует ламинарный пристеночный слой нагреваемой среды.

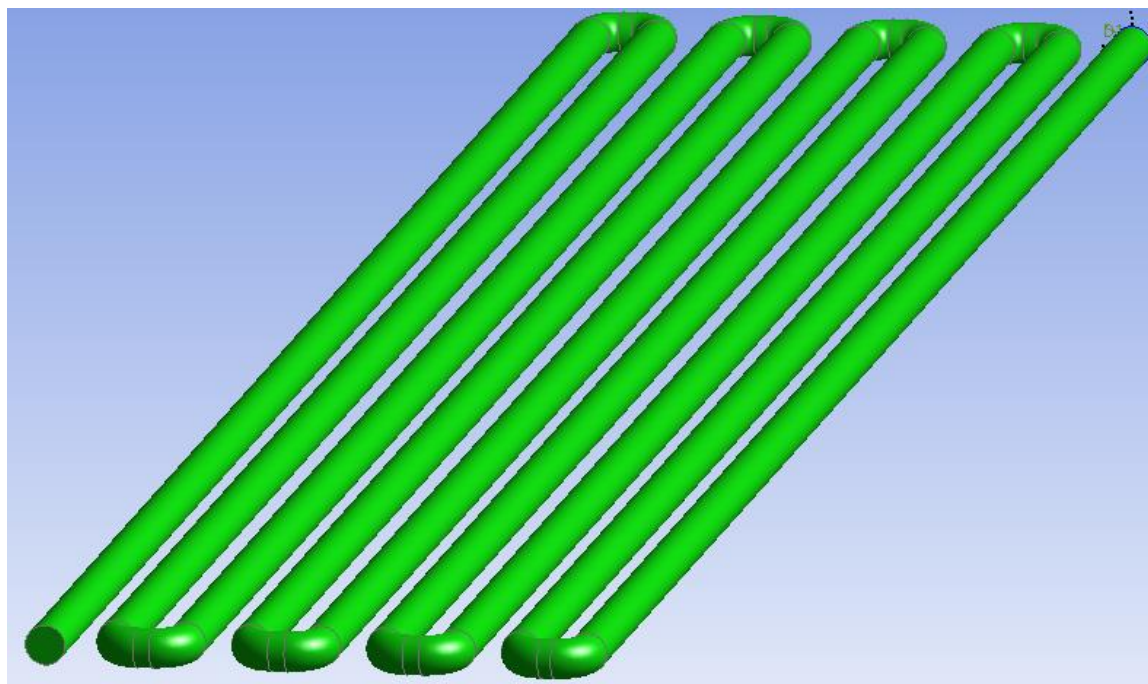


Рисунок 1 – Построение модели змеевика

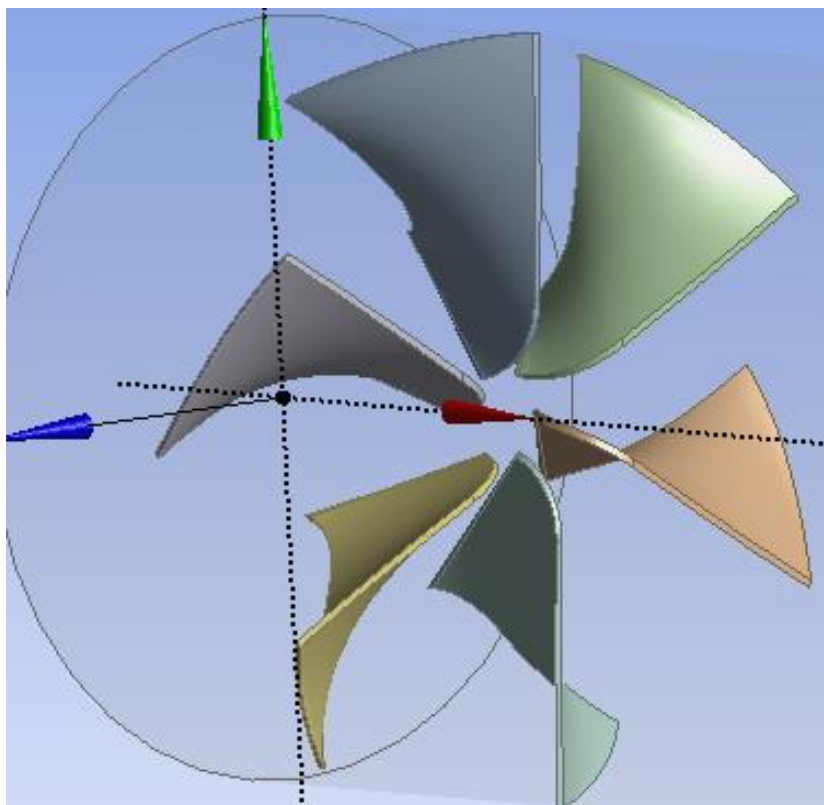


Рисунок 2 – Построение модели лопастного устройства

Моделирование турбулизации потока проводилось в программе ANSYS CFX (рис. 3).

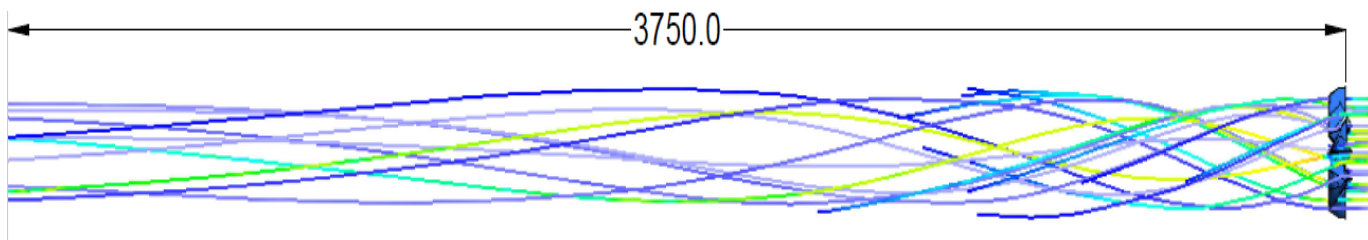


Рисунок 3 – Моделирование течения потока через лопастное устройство

В результате установки лопастного устройства наблюдается турбулизация потока на расстоянии 3750 мм.

В качестве альтернативного устройства для [5, 6] интенсификации потока выбрана спиральная лента, установленная в трубе змеевика (рис. 4).

Среда поступает в трубу под давлением и вследствие прохождения через спиральную ленту приобретает вращательно-поступательное (винтовое) движение. Винтовое движение среды усиливает турбулизацию потока в трубе, приводят к соскребаанию отложений со стенок теплообменных поверхностей трубы самой лентой и размыванию ламинарного пристеночного слоя. Результат моделирования прохождения потока через змеевик со спиральной лентой представлен на рисунке 5.

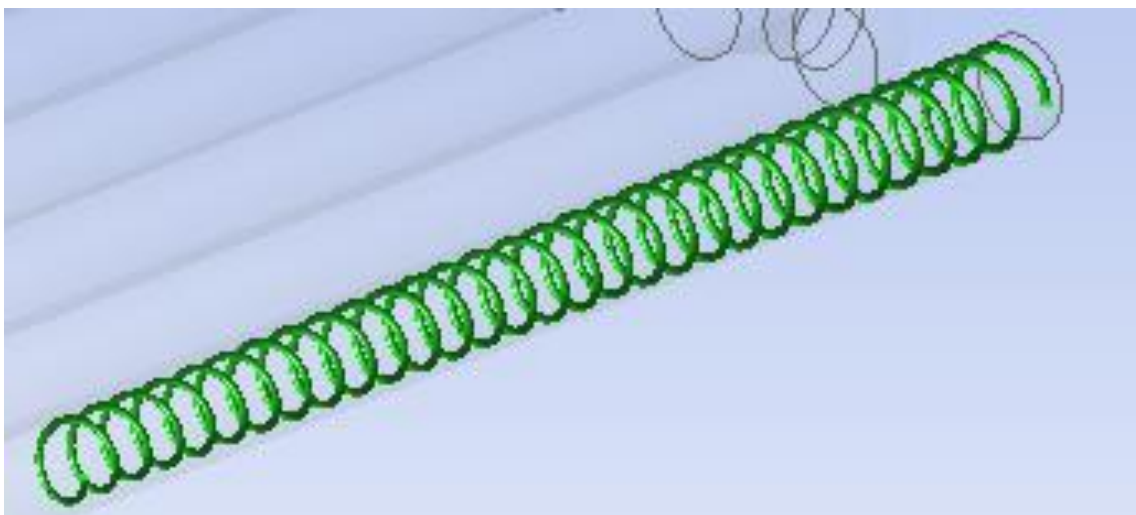


Рисунок 4 – Построение модели спиральной ленты

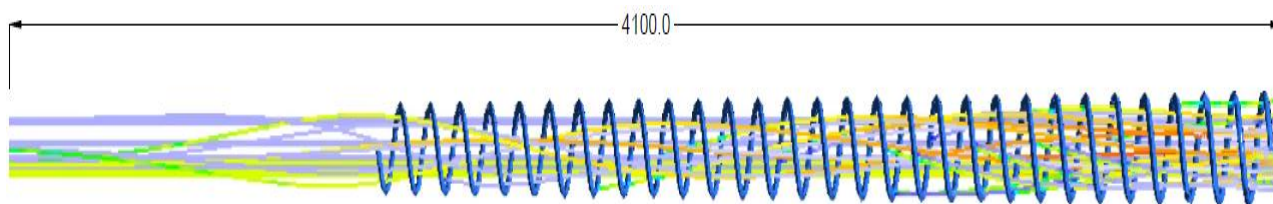


Рисунок 5 – Моделирование течения потока через спиральную ленту

В результате прохождения потока через спиральную ленту наблюдается турбулизация потока на расстоянии 4100 мм.

Таким образом, установка устройств для турбулизации потока на входе в змеевик печи трубчатой блочной позволит интенсифицировать процесс подогрева эмульсии и снизить тепловые потери. Наиболее эффективной конструкцией для интенсификации потока принята спиральная лента, которая обеспечивает турбулизацию потока на более дальнее расстояние.

Однако, при размещении в змеевиках интенсификаторов потоков среды необходимо также решать задачи их монтажа в трубах, а также в криволинейных участках труб.

#### Список использованных источников:

1. Гужель, Ю.А. Промысловая подготовка нефти и газа: Учебное пособие / Ю.А. Гужель. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2021. – 115 с.
2. Липин, А.А. Расчет трубчатых печей: учеб. пособие / А.А. Липин, А.Г. Липин. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2019. – 80 с.
3. Козулина О.В., Кузнецов М.Г., Коротков Ю.Ф. Аппарат для нагрева и разделения водонефтяной эмульсии // Вестник Казан. технол. ун-та. – 2013. – Т.20, № 17. С.235- 237.
4. Авторское свидетельство 1301445 СССР, В01D17/04. Аппарат для разделения и нагрева водонефтяной эмульсии . /Р.С. Гайнутдинов, П.И. Ястребов, Н.А.Макаров, А.А. Каштанов (СССР) – 4003570/23-26; Заявл. 18.11.85; Оpubл. 07.04.87, Бюл. № 13. -3с.
5. Дмитриева, О. С. Разработка теплообменного устройства для контакта газа и жидкости в вихревом потоке для систем обратного водоснабжения / О. С. Дмитриева, А. В. Дмитриев, А. Н. Николаев // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 3. – С. 63-65.
6. Федорова, Н.Н. Основы работы в ANSYS 17 / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, М.Н. Данилов, Ю.В. Захарова – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.

## ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ НАСОСЫ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ

**Г.Н. Ахметьянов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация** В данной статье рассматривается технологическая значимость центробежных насосов, основные принципы их работы, а также перспективы развития данного вида оборудования в контексте современных требований нефтегазовой отрасли.

**Ключевые слова:** центробежный насос, скважина, технологический процесс.

## CENTRIFUGAL PUMPS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**G.N. Ahmetyanov**

*((Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, student BSN-22-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**M.L. Galimullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**Abstract** In this article discusses the technological significance of centrifugal pumps, the basic principles of their operation, as well as the prospects for the development of this type of equipment in the context of modern requirements of the oil and gas industry. **Key words:** maintaining reservoir pressure, centrifugal pumps, water supply scheme, modular cluster pumping station.

**Keywords:** centrifugal pump, well, technological process.

Центробежные насосы являются одними из наиболее широко используемых насосов в нефтегазовой отрасли. Их применение включает перекачку сырьевых материалов, управление давлением в трубопроводах, а также различные технологические процессы, связанные с нефтехимией и газодобычей. Нефтегазовая промышленность является одной из ключевых отраслей мировой экономики, и обеспечение непрерывной и эффективной перекачки жидкостей и газов имеет большое значение для обеспечения устойчивой работы месторождений, промышленных предприятий и транспортной инфраструктуры.

Центробежные насосы являются основной техникой для передвижения нефти, газа и воды на различных стадиях производства нефтепродуктов, включая подъем сырьевых материалов, транспортировку через трубопроводы, обработку и дегазацию [1-4].



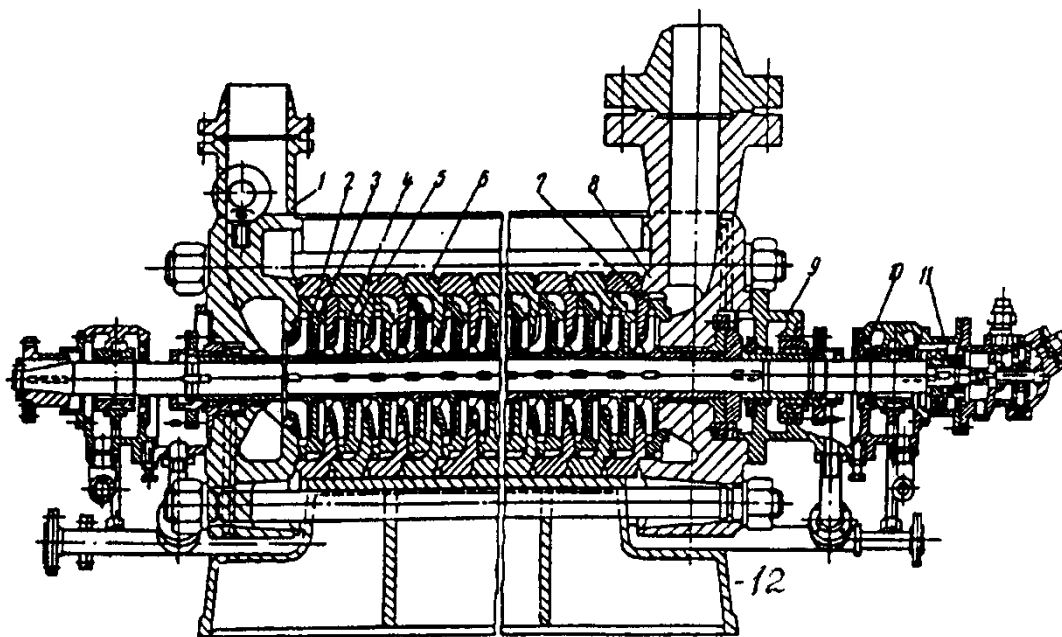
Основой работы центробежного насоса является принцип центробежного перемещения жидкости или газа [5-9]. Воздействие центробежной силы приводит к образованию разрежения в центробежном направлении и уплотнению в радиальном направлении, что позволяет перемещать среду в заданном направлении. Ключевыми элементами центробежного насоса являются ротор, составленный из рабочих колес, и насосные лопасти, создающие центробежные силы.

Преимуществами центробежных насосов являются высокая производительность, простота обслуживания, малые габариты и возможность регулирования потока. Однако центробежные насосы имеют свои ограничения, связанные с возможностью образования вихрей, несовершенством механизмов уплотнения, а также невозможностью работы с высокими вязкостями сред. Центробежный насос в рабочих условиях представлен на рисунке 1 [10-15].



Рисунок 1- Центробежный насос

Центробежные насосы типа ЦНС180 (высоконапорные) задуманы для нагнетания воды в скважину с целью поддержания пластового давления. Конструкция данного типа насоса (рисунок 2) разработана с учетом создания на одной корпусной базе трех-модификаций с давлением нагнетания 9,5÷19 МПа [16-20].



1 – крышка всасывания; 2 – рабочее колесо 1 ступени; 3 – направляющий аппарат 1 ступени; 4 - рабочее колесо промежуточной ступени; 5 – направляющий аппарат промежуточной ступени; 6 - секция; 7 – направляющий аппарат промежуточной ступени; 8 – крышка напорная; 9 – концевое уплотнение; 10 – подшипник скольжения; 11 – отжимное устройство; 12 – плита

Рисунок 2-Центробежный насос ЦНС 180-1900

Измерение вибрации (ЦНС) играет важную роль в обеспечении безопасности и надежности работы насоса. Вибрационный мониторинг может помочь в выявлении потенциальных проблем и предотвращении аварийных ситуаций.

Для измерения вибрации центробежного насоса применяются специальные вибрационные датчики, которые устанавливаются на корпус насоса или на его основание. Эти датчики могут измерять различные параметры вибрации, такие как ускорение, скорость и смещение [21-24].

Собранные данные могут быть анализированы с помощью специализированных программного обеспечения для мониторинга состояния оборудования. Результаты анализа помогают выявлять неисправности, износ элементов, дисбаланс насоса, проблемы с подшипниками и другие потенциально опасные ситуации.

Данные меры предосторожности позволяют увеличить надежность работы насоса, снизить вероятность аварий и увеличить безопасность процессов в нефтегазовой отрасли.

Центробежные насосы играют важную роль в нефтегазовой промышленности, обеспечивая эффективную транспортировку нефти, природного газа и других жидкостей [2]. Их применение охватывает различные отрасли нефтегазового дела, что подчеркивает их значимость и важность в современной индустрии. Исследования в области развития центробежных насосов будут способствовать улучшению их технических характеристик и расширению области применения [25-28].

Современные тенденции в развитии центробежных насосов включают в себя улучшение материалов и технологий производства, увеличение эффективности и

надежности, а также разработку интеллектуальных систем мониторинга и управления. Также активно исследуются возможности применения центробежных насосов в условиях повышенных температур и давлений, а также в экстремальных условиях работы.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промышленном трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов //



- Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 665.6.03

#### **РАБОТА ТРЁХФАЗНОГО СЕПАРАТОРА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**К.А. Белалова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной работе приводится общая информация о методе работы трёхфазного сепаратора и особенностях его проектирования.

**Ключевые слова:** сепаратор, нефть, проектирование, оборудование, трёхфазный сепаратор.

UDC 665.6.03

#### **OPERATION OF THE THREE-PHASE SEPARATOR AND ITS DESIGN FEATURES**

**K.A. Belalova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-22-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**Abstract.** This paper provides general information about the method of operation of a three-phase separator and the features of its design.

**Keywords:** petroleum, separator, oil, design, equipment, three-phase separator.

**Трёхфазный сепаратор** — это резервуар высокого давления, предназначенный для отделения воды и газа от нефти [1-4]. Принцип работы сепараторов заключается в том, что эти компоненты имеют различную плотность, что позволяет им расслаиваться при медленном перемещении: газ находится сверху, вода — на дне, а нефть посередине. Любые нерастворимые частицы, такие как песок, также оседают на дне сепаратора.

При проектировании многофазного сепаратора следует учитывать желаемую производительность, доступную площадь и стоимость. Основными компонентами многофазного сепаратора являются входное отверстие, корпус сепаратора и выходное отверстие.

1. Входное отверстие сепаратора должно быть спроектировано таким образом, чтобы обеспечить плавное и эффективное движение рабочего потока с минимизированием турбулентности. Оно также должно быть спроектировано таким образом, чтобы свести к минимуму вероятность попадания капель воды или пузырьков газа в нефть [5-7].

2. Корпус сепаратора должен быть сконструирован таким образом, чтобы облегчить разделение различных фаз. Этого можно достичь, выбрав конструкции, которые способствуют осаждению воды и пузырьков газа из нефти. К примеру, на это способны перегородки или другие конструкции, которые создают завихряющийся поток в корпусе сепаратора [8-10].

3. Выходное отверстие сепаратора должно быть спроектировано таким образом, чтобы обеспечить эффективный отвод разделённых фаз. При проектировании также следует учитывать перепад давления на входе и выходе.

Сепаратор работает за счет использования комбинации силы тяжести, давления и центробежной силы для разделения трех фаз. Нефть и газ отделяются от твёрдых частиц по мере их прохождения через сепаратор. Затем отделённые они подвергаются дальнейшей обработке для удаления примесей и других нежелательных материалов. Сырая нефть сначала подаётся в сепаратор через входное отверстие. Затем смесь подвергается воздействию центробежной силы, которая отделяет тяжёлые частицы от лёгких. Более тяжёлые частицы опускаются на дно сепаратора, а более лёгкие поднимаются вверх [11-14]. В то же время к смеси прикладывается давление для дальнейшего разделения фаз. Оно обычно создаётся с помощью насосов или компрессоров. После разделения фаз нефть подаётся на выходное отверстие сепаратора, твёрдые частицы направляются в отстойник, а газ — в газоочиститель [15-18].

**Основные конструктивные особенности** трехфазного сепаратора, используемого для разделения различных фаз сырой нефти в процессе переработки.

1. При проектировании многофазного сепаратора необходимо учитывать максимальное давление, с которым он будет сталкиваться. Что должно основываться на максимальном рабочем давлении системы и любых возможных повышенных давлениях [19-22].

2. Следует учитывать ожидаемый расход системы, чтобы обеспечить надлежащее разделение фаз

3. Необходимо принимать во внимание ожидаемую температуру в системе и обеспечить способность сепаратора выдерживать те температуры, с которыми он столкнётся [23-24].

4. Материалы конструкции стоит выбирать с учётом температуры, давления и других конструктивных соображений.
5. Нужно включить требования к пространству(площади), чтобы обеспечить установку сепаратора в нужном месте.
6. Должна рассматриваться возможность возникновения коррозии, и следует принять возможные меры для минимизации потенциальной коррозии.
7. Следует предусмотреть любые потенциальные загрязнения, которые могут присутствовать в системе, и обеспечить их надлежащее удаление [25].
8. Дизайн должен охватывать все элементы безопасности, которые могут потребоваться, такие как клапаны сброса давления и другие предохранительные устройства.

**Ориентация ёмкости для трёхфазного сепаратора** — это способ расположения ёмкости по отношению к входящему потоку. Это включает в себя угол наклона ёмкости, направление потока и расположение входного и выходного отверстий. Ориентация ёмкости влияет на эффективность процесса разделения.

*Вертикальная ориентация:*

- Высокая эффективность: Вертикальная ориентация ёмкости позволяет более эффективно разделять нефть, газ и воду, поскольку газ поднимается наверх, вода оседает на дне, а нефть - посередине [26].
- Простота в обслуживании: Вертикальная ориентация ёмкостей требует меньшего технического обслуживания из-за их простой конструкции.
- Возможность образования водонефтяных эмульсий: поскольку нефть и вода разделены при вертикальной ориентации, существует вероятность образования водонефтяных эмульсий, которые трудно отделить друг от друга. Более дешёвая конструкция [27].
- Более высокий перепад давления: Вертикальная ориентация требует более высокого перепада давления для разделения нефти, газа и воды по сравнению с горизонтальной ориентацией.

*Горизонтальная ориентация:*

- Обеспечивает гибкость в плане монтажа и обслуживания.
- Изготовление является дорогостоящим процессом [28].
- Уменьшает объём пространства, необходимого для установки ёмкостей, чем позволяет более эффективно использовать имеющееся пространство.
- Если ёмкость не герметизирована должным образом, технологическая жидкость может вытекать из ёмкости.

Таким образом, трёхфазный сепаратор является значительным элементом оборудования в нефтегазовой промышленности. Сепаратор обычно устанавливается на устье скважины и разделяет различные компоненты в зависимости от их плотности. Нефть, газ и вода направляются в разные места для дальнейшей переработки. Сепаратор помогает снизить себестоимость производства, поскольку уменьшает количество энергии, необходимой для производства нефти и газа. Кроме того, он помогает снизить риск загрязнения окружающей среды за счёт разделения различных компонентов.

#### **Список использованных источников:**

1. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
2. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.

3. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
4. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
5. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
6. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
7. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
8. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
9. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
10. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
11. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
12. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
13. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.

17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.

28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 681.5

## **ПРИЧИНЫ ОТКАЗОВ УЭЦН ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И МЕТОДЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ**

**Воробьев Д.А.**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-21-11)*

**Хабибуллин А.М.**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-21-11)*

**Юсупова Л.Ф.**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент,  
Альметьевский государственный нефтяной институт,  
аспирант)*

**Аннотация.** Нефтяная промышленность является одной из основных в России. На данный момент самым выгодным и производительным является способ добычи нефти с помощью установки электроприводного центробежных насосов. В статье мы описали самый популярный способ добычи нефти в нашем регионе и привели динамику отказов УЭЦН, которые оказывают отрицательное влияние на работу. Также привели рекомендации по методам их предотвращения.

**Ключевые слова:** УЭЦН, осложнения, факторы, ПАВ, насосы, неисправности, динамика, методы, добыча, отказы.

UDC 681.5

## **THE REASONS FOR THE FAILURES OF THE ESP IN OIL PRODUCTION AND METHODS OF COMBATING THEM**

**Vorobyov D.A.**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
student, gr. BGR-21-11)*

**Khabibullin A.M.**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
student, gr. BGR-21-11)*

**L.F. Yusupova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
assistant,  
Almetyevsk State Petroleum Institute, postgraduate)*

**Astract.** The oil industry is one of the main industries in Russia. At the moment, the most profitable and productive way is to extract oil using the installation of electric centrifugal pumps. In the article, we described the most popular method of oil production in our region and cited the dynamics of ESP failures, which have a negative impact on operation. They also provided recommendations on how to prevent them.

**Keywords:** ESP, complications, factors, surfactants, pumps, malfunctions, dynamics, methods, extraction, failures.

В Башкортостане основную добычу нефти ведет ООО «Башнефть-Добыча» (РОСНЕФТЬ). При развитых технологиях нефтедобычи в этой компании в экономическом плане лидирует УЭЦН. Мы считаем, что он также является самым популярным в регионах

Российской Федерации. В течении последних 15 лет использование данного насоса в Башкортостане значительно возросло из-за ряда преимуществ перед другими установками. Они заключаются в следующем: широкий диапазон подачи, возможность эксплуатации в наклонно - направленных скважинах, независимость показателей насоса от положения в пространстве, меньший износ НКТ, срок службы 5-8 лет, отсутствие движущихся частей в наземном оборудовании, что не требует строительства специальных ограждений.

Вместе с увеличивающимся использованием этих насосов, также растет и количество осложнений при эксплуатации скважин (рисунок 1). Например, в ООО «Башнефть-Добыча» (РОСНЕФТЬ) основными причинами отказов насосов являются геолого-технические, осложняющие и человеческие факторы. Также в неисправности УЭЦН может быть виновата прокатная организация и организация, которая осуществляла разработку скважины (рисунок 2).

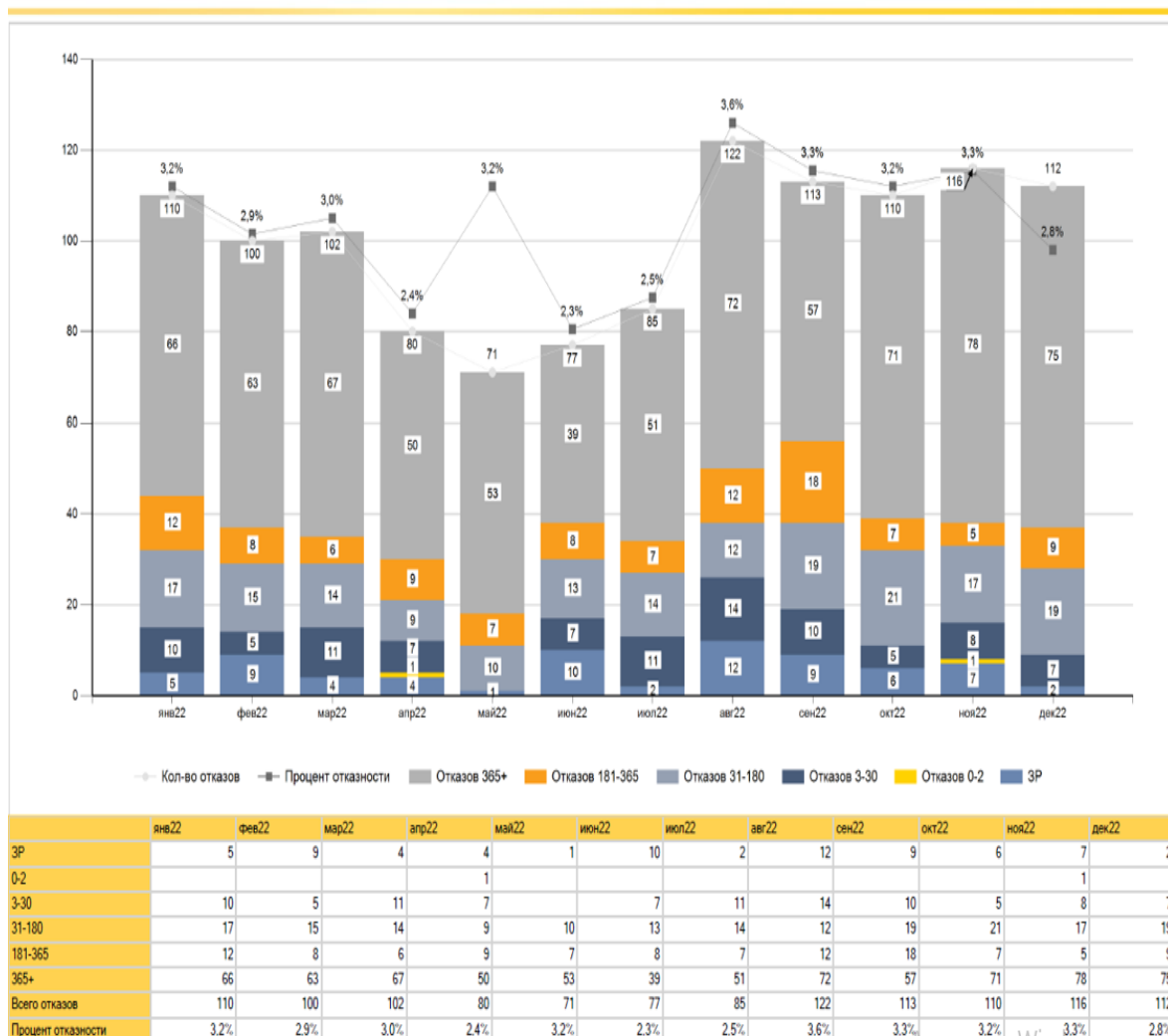


Рисунок 1 – Динамика отказов УЭЦН по наработкам за скользящий год (в том числе ЗР (ЗР - доказанные, вероятные и возможные запасы))



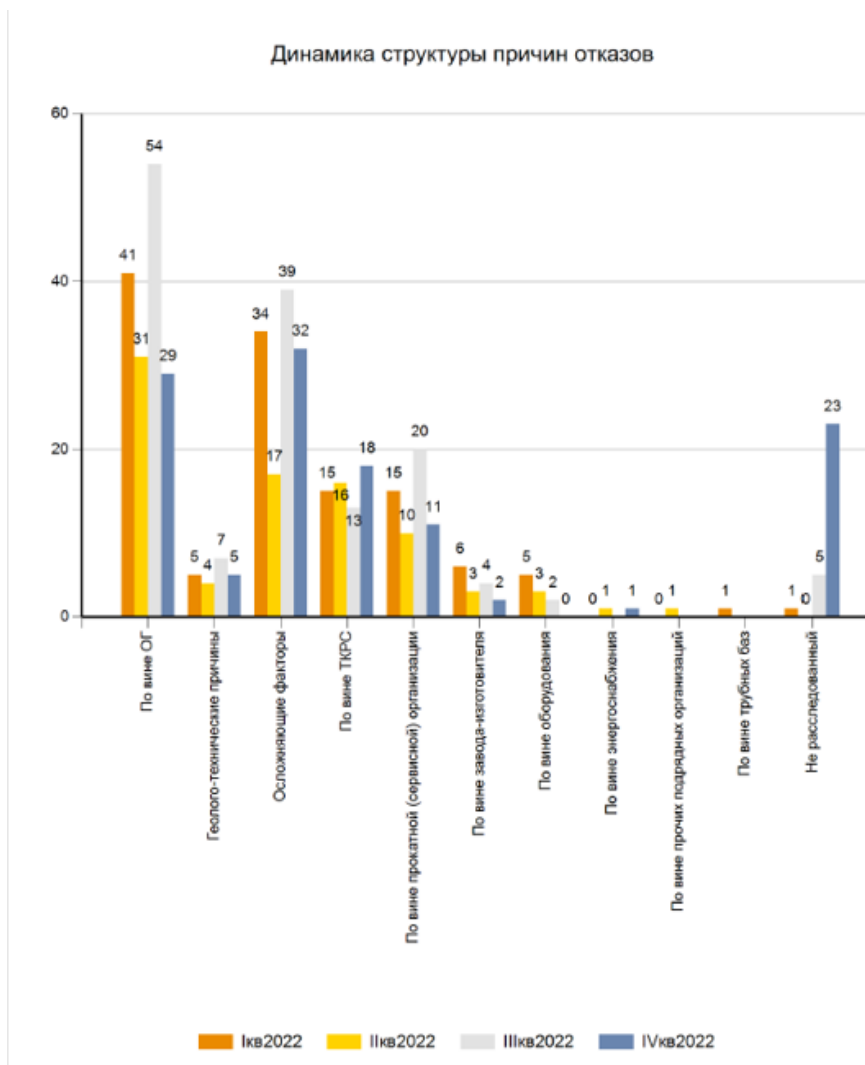


Рисунок 2 – Динамика структуры причин отказов

К геолого-техническим причинам относятся отложение солей и парафина в трубах, обводненность.

АСПО отрицательно влияют на подземное оборудование тем, что увеличивают потребление электроэнергии и уменьшают КПД установки. Высокая обводненность также плохо влияет тем, что при этом уменьшается КПД установки и может начаться коррозия. Для борьбы с этим существуют химические, механические и физические методы. Мы предлагаем использовать особые покрытия и специальные присадки для оборудования во избежание отложений. Если они уже появились, то нужно использовать химический метод. Он представляет собой добавление ПАВ в поток жидкости. Также мы предлагаем использовать тепловые методы удаления отложений путем прогрева скважины, так как при определенной температуре они начинают плавиться. Их существует несколько видов, поэтому стоит тщательно подбирать подходящий для скважины. Для этого персоналу нужно внедрять УЭЦН с рабочими органами из композитных материалов на скважинах, подверженных солеотложению. Также внедрять станции управления с частотным преобразователем на скважинах УЭЦН осложненного фонда. Необходимо сократить обработку УЭЦН в скважинах, подверженных солеотложению, раствором соляной кислоты за счет внедрения технологии закачки ингибитора и глубинных контейнеров против солеотложений.

Во избежание брака мы предлагаем набирать в рабочий состав только высококвалифицированных специалистов, усилить контроль за качеством оборудования.

Также нужно набирать хорошо обученный и внимательный персонал для разработки и обслуживания скважины, чтобы не допустить различных инцидентов. Например, персонал может неправильно подобрать УЭЦН для добычи, тем самым спровоцировать поломку в ближайшее время эксплуатации. Персонал должен вовремя обслуживать скважины, чтобы предотвратить серьезные поломки. Желательно проводить опытно-промышленные работы по внедрению малогабаритных УЭЦН для использования в скважинах с промежуточными колоннами. Для оптимизации режимов периодических скважин и их сокращению нужно использовать УЭЦН с вентильным приводом и системой телеметрии.

В организации ООО «Башнефть-Добыча» (РОСНЕФТЬ) УЭЦН имеет важную роль в добыче нефти, поэтому нужно проводить больше исследований по отказам этих установок, выявлять причины и быстро находить решения, чтобы добиться больших результатов в нефтяной промышленности.

#### Список использованных источников

1. Revising the effectiveness of thermal method application for unconventional bitumen oil production stimulation / Gizzatullina A.A., Tazetdinova Yu.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2020. – V.919. - P. 62061. DOI: 10.1088/1757-899X/919/6/062061.
2. On the issue of efficiency of thermal methods application for intensification of hard-to-recover bituminous oils production / Gizzatullina A.A., Tazetdinova Yu.A., Tazetdinov B.I.// Petroleum Engineering. - 2020. - V. 18. № 4. P. 40-47. DOI:10.17122/ngdelo-2020-4-40-47.
3. Бурже Ж., Сурио П., Комбарну М. Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. Москва: Недра, 1988.
4. Байбаков Н.К., Гарушев А.Р. Тепловые методы разработки нефтяных месторождений. Москва: Недра, 1988.
5. Мирзаджанзаде А.Х., Ковалев А.Г., Зайцев Ю.В. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. Москва: Недра, 1972. С. 200.
6. Butler R. M., Jiang Q. Improved recovery of heavy oil by vapex with widely spaced horizontal injectors and producers. Journal of Canadian Petroleum Technology. 2000. V. 39, № 1. P. 48–56.
7. Разработка новых форматов проведения практических работ / Л.В. Петрова, Е. В. Воронова, Р. Р. Хуснутдинова, Л. Ф. Юсупова, А. А. Каримова // Актуальные вопросы высшего образования – 2020: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 264-268.
8. Оценка наработки узлов на отказ и анализ надежности узлов ШГН при постоянном режиме работы / Юсупова Л.Ф., Каменев С.И., Бикташев М.С., Измайлова Г.Р. // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти (Октябрьский, 22-23 апреля 2022 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 286-291. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49370453&selid=49545095> (дата обращения: 10.04.2024).
9. Юсупова Л.Ф., Кобилев Ф.У., Кашапов Р.А., Измайлова Г.Р. Факторы, влияющие на работу ШСНУ, условия их применения // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти (Октябрьский, 22-23 апреля 2022 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 293-300. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49370453&selid=49545095> (дата обращения: 10.04.2024).
10. Хабибуллин М.Я. Обоснование выбора противопесочных фильтров для эксплуатационных скважин / М. Я. Хабибуллин, А. М. Хабибуллин // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – № 7 (334). – С. 26-34.
11. Использование дистанционных образовательных технологий при проведении лабораторных работ / Л. Ф. Юсупова, Р. Р. Хуснутдинова, Л. В. Петрова, К. М. Халикова // Актуальные вопросы высшего образования – 2020: материалы Всероссийской научно-

- методической конференции (с международным участием) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 189-192.
12. Колягин, Ю.М. Задачи в обучении в математике: математические задачи как средство развития учащихся. М.: Просвещение, 1977. – ч. I-II. – 254с.
13. Куприч В. И. Теоретические основы обучения решению школьных математических задач. М.: Прометей, 1995. 210с.
14. Милушев В. Б. Принципы синергетики и их конкретизация при обучении математике. //Международный сборник научных работ. Выпуск 32. Донецк: Фирма ТЕАН, 2009. 168с.
15. Нелинейные законы фильтрации и индикаторная диаграмма / Л. Ф. Юсупова, Р. Р. Гилязетдинов, Д. Ф. Самигуллин, Д. М. Шарифуллин // Материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 1. – С. 220-223.
16. Измайлова Г. Р. Электромагнитно-акустический нагрев нефтяного пласта с одновременной добычей нефти / Г. Р. Измайлова, Л. Ф. Юсупова, Л. З. Усманова // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 2. – С. 55-58.
- Юсупова Л. Ф. О возможности повышения эффективности приобретения общепрофессиональных компетенций при заочной форме обучения студентов в техническом вузе / Л. Ф. Юсупова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 2. – С. 200-201.
17. Габдрахманова К. Ф. Дистанционная образовательная технология – как средство повышения качества заочного обучения / К. Ф. Габдрахманова, Л. Ф. Юсупова // Теория и практика современного профессионального образования. – 2014. – № 1. – С. 174-181.
18. Izmaylova G. R., Yusupova L. F. Numerical implementation of the mathematical model of combined effect on the formation using fortran programming language | В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. Сер. "International Conference on IT in Business and Industry, ITBI 2021" 2021. С. 012042.

УДК 681.883.06

## **ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЫНОСА ЧАСТИЦ ЦЕМЕНТА НА СКВАЖИНАХ, ОБОРУДОВАННЫХ ПОГРУЖНЫМИ НАСОСАМИ**

**М.Л. Галимуллин**

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ,  
доцент)

**И.З. Хатмуллина**

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ,  
студент гр. БСН-20-11)

**Аннотация.** Исследуется проблематика выноса твердых частиц, которые образуются в процессе добычи нефти при разрушении цементного кольца. Рассматриваются причины износа цементного камня и опасности аварийных ситуаций, к которой он может привести. Предлагается применение прибора для дистанционного контроля выноса частиц цемента, устанавливаемого на устье скважины. В работе рассматриваются преимущества использования данного прибора.

**Ключевые слова:** цементное кольцо, цементный камень, вынос частиц цемента, мониторинг состояния скважины, дистанционный контроль.

**REMOTE MONITORING OF CEMENT PARTICLE REMOVAL IN WELLS EQUIPPED WITH SUBMERSIBLE PUMPS****M.L. Galimullin***((Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University, assistant professor)***I.Z. Khatmullina***((Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University, student gr. BSN-20-11)*

**Annotation.** The problems of removal of solid particles that are formed during oil production during the destruction of the cement ring are investigated. The reasons for the wear of cement stone and the danger of emergency situations to which it can lead are considered. It is proposed to use a device for remote monitoring of the removal of cement particles installed at the wellhead. The paper discusses the advantages of using this device.

**Keywords:** cement ring, cement stone removal of cement particles, well condition monitoring, remote control.

При добыче нефти часто встречается проблема выноса твердых частиц, в частности частиц цемента. Это происходит из-за того, что со временем цементный камень разрушается из-за различных напряжений, которые возникают между цементным кольцом и обсадной колонной. Конструкция скважины представлена на рисунке 1.

Разрушение цементного кольца существенно повышает угрозу возникновения аварий на скважинах, оборудованных погружными насосами, что понижает эффективность добычи нефти.

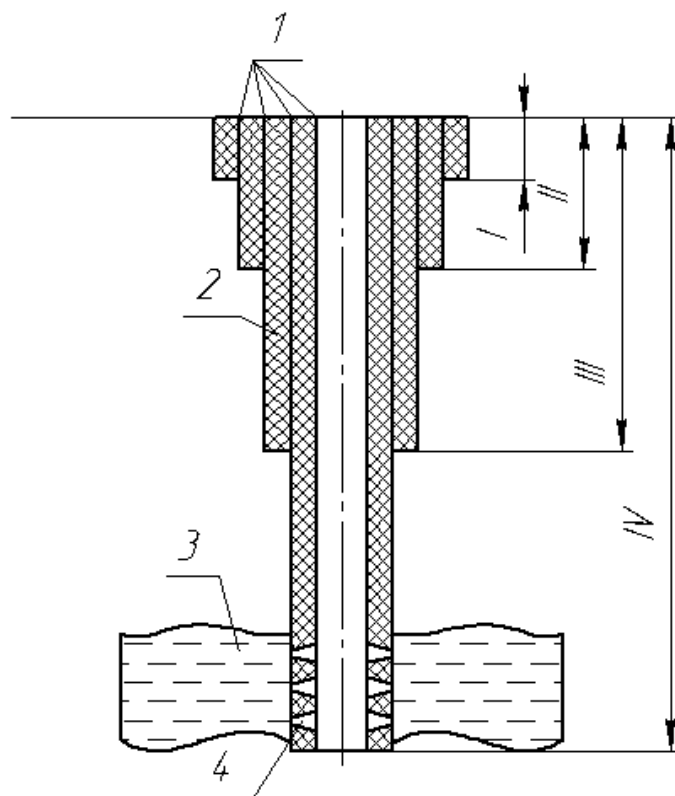
В данной работе рассматривается разработка прибора, который предназначен упростить процесс мониторинга выноса частиц цемента с помощью дистанционного контроля. Эта задача является актуальной, так как повсеместный контроль необходим для безаварийной эксплуатации скважин.

Причинами разрушения цементного кольца могут стать напряжения, возникающие из-за изменения температур и давлений в процессе эксплуатации скважины, а также качества цемента.

В том случае, когда возрастает перепад давления и температуры, происходит увеличение отхода колонны от цементного кольца. По причине этого между цементным кольцом и обсадной колонной появляется радиальный зазор, приводящий к опасности разрушения цементного камня. Отход и зазор может быть возможным, что может привести к разрушению цементного камня. Для того чтобы обнаружить это и вовремя принять меры, такие как ремонтные работы, рентабельно использовать дистанционные методы контроля.

Существует несколько опасностей, которые возникают при разрушении цементного кольца, которые влияют на работу скважины. Во-первых, вынос частиц цемента засоряет призабойную зону пласта. Частицы цемента закупоривают интервалы перфорации, что в дальнейшем влияет на понижение продуктивности скважины. Во-вторых, возникает негерметичность цементного кольца. Это нарушение охраны недр при разработке и эксплуатации месторождений.

Действие датчика дистанционного контроля основано на ультразвуке: прибор в режиме реального времени преобразует ультразвуковые сигналы в количество частиц выносимого цемента. По этим данным строится график выноса частиц цемента. Если количество частиц цемента превысит заданные пределы, специалист получит информацию об аварийной ситуации и система автоматически остановит эксплуатацию скважин.



1 – обсадные трубы, 2 – цементный камень, 3 – нефтяной пласт, 4 – перфорационная зона в обсадной колонне и цементном кольце, I – направление, II – кондуктор, III – промежуточная колонна, IV – эксплуатационная колонна

Рисунок 1. Схема конструкции скважины

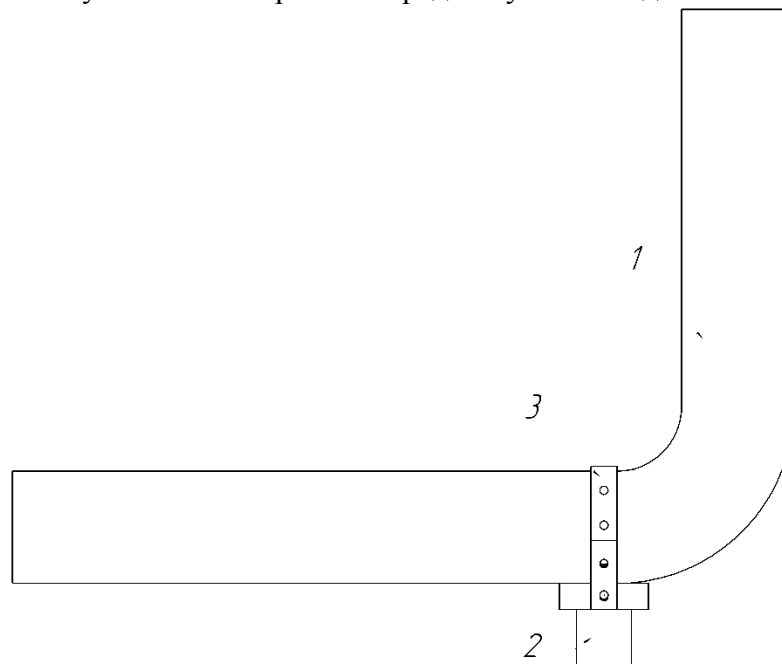
Научная новизна проекта заключается в комплексном подходе к вопросу мониторинга работы фонда добывающих скважин, оборудованных погружными насосами.

В данный момент времени контроль состояния скважин на предмет разрушения цементного камня производится в таком порядке: происходит остановка скважины, привлекается бригада капитального или текущего ремонта для подъема подземного оборудования и в дальнейшем бригады геофизических исследований скважин для спуска специальных глубинных приборов. Данные этапы требуют достаточных финансовых затрат. Но при определенных обстоятельствах они не приводят к нужному эффекту в силу различных осложнений, например, отложения парафина на стенках обсадных колонн, что препятствует прохождению сигнала глубинного прибора. Такими методами контроля являются: интегральная акустическая цементометрия, сканирующая акустическая цементометрия, гамма-гамма цементометрия и гамма-гамма дефектометрия-толщинометрия. Их применение основано на геофизических исследованиях с помощью акустического метода. Данные виды цементометрии подразумевают спуск зонда на определенную глубину для сканирования цементного камня для обнаружения дефектов. Однако данные методы теряют свою привлекательность из-за дороговизны и повышения себестоимости оборудования. Возникают простои в работе оборудования, что приводит к потере добычи нефти и газа.

Исходя из предыдущих факторов, предлагаемый для разработки и реализации прибор обладает рядом преимуществ. Он монтируется на наземную часть фонтанной арматуры, что не требует изготовления на заказ фонтанной арматуры. Место установки прибора показано на рисунке 2. За счет модуля электроники осуществляется бесперебойная запись в память ультразвуковых сигналов, передача их в цех добычи нефти и газа и при необходимости аварийное срабатывание и оповещение о превышении нормы выноса частиц цемента.

Калибровка датчика будет осуществляться в процессе его установки, что не требует долгих промысловых работ. Для питания модуля электроники будет реализован резервный запас на случай отключения электроэнергии на промысле или же выхода из строя основного

источника. Для монтирования датчика нет необходимости использовать специальное оборудование, так как основные крепежные узлы будут реализованы под стандартные размеры ключей. Прибор не нуждается в повсеместном обслуживании и требует лишь смены питающих элементов и визуального контроля на предмет утечек жидкости.



1 – элемент фонтанной арматуры, 2 – датчик дистанционного контроля, 3 – хомут  
Рисунок 2. Место установки датчика дистанционного контроля

Предлагаемый прибор будет состоять из двух важных элементов: корпус прибора и модуль электроники. При этом для установки прибора не требуется реализация дополнительных технологических отверстий в фонтанной арматуре в отличие от схожих по функционалу устьевых приборов. В отличие от других известных приборов ключевым отличием является расположение прибора на устье скважины, что значительно повышает эффективность реализации производственных процессов и мониторинга частиц цемента в добываемой продукции.

В основе действия прибора лежит следующая технология: прибор устанавливается на изгибе или же отводе устьевой арматуры, что показано на рисунке 2, причем чувствительная часть прибора не находится в прямом контакте с металлом. Это реализовано за счет нанесения полимерной пленки на чувствительную часть прибора, которая защищает от посторонних предметов ультразвуковой датчик и не препятствует прохождению сигнала.

Предлагаемый датчик дистанционного контроля может удовлетворить потребности большинство нефтяных компаний, которые ежегодно сталкиваются с негерметичностью цементного кольца на скважинах. Так как сейчас наблюдается повсеместный перевод добывающих скважин на механизированный способ добычи, предлагаемый прибор позволит существенно повысить эффективность реализации производственных процессов и, как следствие, использования важнейших активов нефтяных компаний. За счет использования прибора компании не будут терять добычу нефти из-за простоев скважин или нарушений в их работе. По предварительным подсчетам, доля скважин с вышеуказанным оборудованием составляет от 35 до 100% от общего добывающего фонда, что делает разработку прибора актуальным и необходимым мероприятием.

#### **Список использованных источников**

1. И. И. Хасанов, Г. Ю. Колчина, Е. А. Логинова, О. Ю. Полетаева. Контроль и регистрация технологических параметров при добыче, транспорте и переработке

- углеводородов / Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Москва: Обракадемнаука, 2019. – 92 с. – ISBN 978-5-9904802-6-1. – EDN RWZMHL.
2. Гафурова Альфира Явдатовна, Давлетбаева Динара Рафисовна К вопросу о себестоимости предприятия нефтегазового комплекса // Наука и образование сегодня. 2019. №10 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-sebestoimosti-predpriyatiya-neftegazovogo-kompleksa> (дата обращения: 02.03.2024).
3. Воробьев Александр Егорович, Тчаро Хоноре, Воробьев Кирилл Александрович Цифровизация нефтяной промышленности: "интеллектуальный" нефтепромысел // Вестник евразийской науки. 2018. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-neftyanoy-promyshlennosti-intellektualnyy-neftepromysel> (дата обращения: 03.03.2024).
4. Толстикова Е.С. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН И ЦЕМЕНТНОГО КОЛЫЦА // Вестник науки. 2022. №8 (53). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geofizicheskie-issledovaniya-obsadnyh-kolonn-i-tsementnogo-koltsa> (дата обращения: 02.03.2024).
5. Гаврилов Александр Максимович, Кудрявцева Дарья Евгеньевна Особенности распространения ультразвукового импульса с монохроматическим заполнением в диссипативной среде // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2013. №1 (173). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rasprostraneniya-ultrazvukovogo-impulsa-s-monohromaticheskim-zapolneniem-v-dissipativnoy-srede> (дата обращения: 03.03.2024).
6. Магомедова Милада Руслановна Расчетная модель движения твердых частиц в природных турбулентных потоках // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschetnaya-model-dvizheniya-tverdyh-chastits-v-prirodnyh-turbulentnyh-potokah> (дата обращения: 02.03.2024).
7. Внедрение технологий для увеличения периода работы нефтегазового оборудования / А. Ю. Давыдов, А. В. Шайдуллин, И. Ф. Галиуллина [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ : Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 596-602. – EDN PAEZKN.
8. Методы статистического анализа при оценивании рисков в нефтегазовой промышленности / А. Ю. Давыдов, И. З. Хатмуллина, Ю. Е. Нусуратов, А. А. Калигин // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ : Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 591-596. – EDN NPELVO.
9. Уплотнительные материалы для обеспечения целостности скважины / Н. В. Гибадуллин, О. В. Давыдова, Р. И. Сулейманов, М. Л. Галимуллин // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ : Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 512-517. – EDN KWPPDY.
10. Человеко-машинное взаимодействие в автоматизированных системах управления нефтегазовыми объектами / Д. Р. Галеев, О. В. Давыдова, Р. И. Сулейманов [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ : Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 503-508. – EDN DWGGQC.
11. Внедрение энергоэффективных технологий в процесс добычи нефти и газа / И. А. Нелюбин, О. В. Давыдова, Р. И. Сулейманов [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ : Материалы конференции, Октябрьский, 27–28

апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 313-317. – EDN LITWSJ.

12. Предупреждение прихватов, вызванных заклиниванием колонны / А. Ю. Давыдов, Д. В. Барсуков, М. Я. Хабибуллин, М. Л. Галимуллин // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ : Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 142-147. – EDN OCRMSG.

УДК 622.276

## **НЕФТЕДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ В РФ, ЕЕ ПРОБЛЕМАТИКА, ЗАДАЧИ И ЦЕЛИ**

**Р.Р. Гарипов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-21-11)*

**И.Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Е.Л. Гусейнова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**А.М. Гильманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**О.В. Филимонов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье представлены три основные проблемы, связанные с нефтедобычей в России. Анализируются проблемы адаптации в нефтедобывающей отрасли, совершенствования законодательства и стимулирования разработки малоприбыльных объектов, а также создания системы государственного резерва нефти. Каждая проблема подробно рассматривается с учетом текущего законодательства, инвестиционных требований и международного опыта.

**Ключевые слова:** Проблема адаптации, проблема совершенствования, проблема создания системы резервирования нефти.

UDC 622.276

## **OIL PRODUCTION INDUSTRY IN THE RUSSIAN FEDERATION, ITS PROBLEMS, TASKS AND GOALS**

**R.R. Garipov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-21-11)*

**I.F. Galiullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*



**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**E.L. Guseinova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**A.M. Gilmanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**O.V. Filimonov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**Abstract.** This article presents three main problems associated with oil production in Russia. The problems of adaptation in the oil industry, improving legislation and stimulating the development of low-profit facilities, as well as creating a system of state oil reserves are analyzed. Each issue is discussed in detail taking into account current legislation, investment requirements and international experience.

**Keywords:** The problem of adaptation, the problem of improvement, the problem of creating an oil reserve system.

## **1. Проблемы, связанные с нефтедобывающей отраслью в России.**

Всего есть 3 основных проблемы.

- Проблема адаптации в нефтедобывающей отрасли проистекает из ухудшения качества исходного сырья, что делает эту отрасль менее привлекательной для крупного бизнеса. Несовершенство законодательства, его противоречия и отсутствие достаточных гарантий для инвесторов дополнительно затрудняют приток финансовых средств в геологоразведку [1-4].

Значительное отставание в выполнении геологоразведочных работ, предусмотренных лицензионными соглашениями, также является серьезной проблемой на уровне Министерства природных ресурсов РФ и на региональном уровне. Однако проведение аукционов по предоставлению прав на участки недр свидетельствует о попытках решения этой проблемы.

Ресурсный потенциал Сибири продолжает быть значительным, что может обеспечить долгосрочную добычу углеводородов. В этом процессе средние и малые компании играют важную роль, обладая большей гибкостью, эффективностью и применяя новые технологии, что делает их приоритетными для некрупных объектов. В то время как крупные компании остаются основными участниками в нефтедобыче, их доля на рынке, вероятно, будет снижаться [5-8].

- Необходимость совершенствования действующего законодательства и внесения ключевых изменений, направленных на стимулирование разработки малоприбыльных объектов, становится критической. В настоящее время существует только одна программа геологоразведки, но международный опыт подтверждает необходимость применения современных методов увеличения нефтеотдачи для обеспечения устойчивого развития сырьевой базы.

Прежняя программа воспроизводства сырьевой базы в СССР, несмотря на то что запасы тогда были лучше, была закрыта в 1990-е годы, что привело к ухудшению ситуации и снижению нефтеотдачи до 30%. Однако новая Энергетическая стратегия правительства

России явно устанавливает необходимость увеличения нефтеотдачи до 35-37% к 2030 году, что свидетельствует о понимании неблагоприятной ситуации и необходимости восстановления программы воспроизводства сырьевой базы и применения современных методов увеличения нефтеотдачи [9-14].

- Проблема заключается в создании системы государственного резерва нефти, требующей значительных инвестиций в соответствующую инфраструктуру. Министр энергетики России Сергей Шматко оценил стоимость такой системы в несколько миллиардов долларов. Идея создания государственного резерва нефти была выдвинута вице-премьером России Игорем Сечиным, получила поддержку Министерства энергетики и может быть реализована до конца текущего года. Государственный резерв нефти предполагает возможность регулирования поставок нефти на рынок, что является распространенной практикой в развитых странах. Также обсуждаются вопросы логистики с "Транснефтью", включая проект нефтепровода "Бургас-Александруполис".

## **2. Задачи РФ по улучшению нефтедобычи**

Государство, обладающее нефтяными ресурсами и инвестирующее в научные исследования, может получить значительные выгоды и обеспечить процветание своих граждан, подобно тому, как это происходит в Норвегии. Однако, для этого государство должно быть заинтересовано в таком развитии событий.

В теоретических исследованиях, касающихся развития институтов гражданского общества, подчеркивается, что доходы от нефти могут освободить государство от необходимости налаживания и регулирования налоговой системы в соответствии с рыночной конъюнктурой. В связи с этим может отсутствовать заинтересованность в прибыльности частного сектора и повседневном благосостоянии граждан, что, в свою очередь, уменьшает стимулы для развития инноваций и технологического прогресса [15-19].

Однако внешние факторы, такие как мировой экономический кризис, могут привести к изменению этой ситуации, хотя, как показывает опыт России, это может произойти только отчасти.

В современной России все вышесказанное особенно актуально, особенно в контексте роли инноваций и технологического развития.

В нефтедобывающем секторе экономики инновации играют особенно важную роль в свете проблем устаревания ресурсной базы и освоения новых труднодоступных территорий. Для обеспечения эффективной добычи нефти как с уже действующих, так и с новых месторождений, необходимо применение современных и инновационных методов, что становится особенно важным в условиях изменчивости рыночных условий. От политики государства в данном секторе зависит будущее инновационных процессов в нефтедобыче.

## **3. Планы России в области нефтедобычи на ближайшую перспективу.**

Целью налоговой реформы в России является сохранение страны на первом месте по добыче нефти. Под руководством Владимира Путина Россия смогла обойти Саудовскую Аравию и занять лидирующую позицию в мировой добыче нефти. Однако в последние годы стало ясно, что текущая высокая ставка налогов для нефтяных компаний может угрожать этому достижению в будущем.

Последние анализы исследователей показывают, что сохранение высоких налогов на нефтяные компании в течение следующих десяти лет может привести к потенциальному снижению добычи нефти на два миллиона баррелей в день. Тем не менее, высокое налогообложение является ключевым элементом экономической политики России, поскольку позволяет накапливать резервы на случай нестабильности цен на нефть [20-24].

В ответ на это правительство приняло решение о снижении налогов на экспорт сырой нефти с целью сохранить текущий уровень добычи нефти на уровне 10 миллионов баррелей в день. Это позволило достичь соглашения с крупной международной компанией Exxon Mobil о крупных инвестициях в нефтяную отрасль.

Новая налоговая реформа, известная как "программа 60/66", направлена на сохранение добычи нефти в стране на высоком уровне, несмотря на рост затрат на освоение

новых месторождений в непригодных для жизни климатических условиях Сибири и Арктики. Это решение демонстрирует внимание правительства к необходимости обеспечить финансовую устойчивость нефтяной промышленности для ее дальнейшего развития и конкурентоспособности на мировом рынке.

Таким образом, налоговая политика играет ключевую роль в обеспечении инвестиций в нефтяную отрасль России, и соглашение с Еххон о ясных правилах налогообложения является важным шагом в направлении обеспечения стабильности и привлекательности для инвесторов [25-28].

В целях рассмотрения каждой из трех проблем, представленных в анализе, можно сделать следующие выводы: Адаптационные вызовы: Плохое качество сырья, слабое законодательство и низкая привлекательность для инвестиций. Проводятся аукционы на нефтяные участки, показывая попытки улучшения ситуации. Улучшение законодательства и разработка менее прибыльных проектов: Ключевые факторы для стабильного развития. Необходимо улучшить правовую базу и стимулировать разработку менее прибыльных проектов. Создание государственного резерва нефти: требует больших инвестиций в инфраструктуру. Может помочь регулировать поставки нефти и укрепить экономику. Однако, реализация данной идеи может привести к регулированию поставок нефти на рынок и улучшению стабильности экономической ситуации в стране.

Таким образом, для решения данных проблем необходимо активное внимание со стороны правительства, разработка и реализация эффективных стратегий и мероприятий, а также учет международного опыта и лучших практик в данной области.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И.

- А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.

20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
22. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
23. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
24. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
25. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
26. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
27. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
28. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.

УДК 622.276

## **ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОГРЕСС В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**М.Р. Гатиятуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**И.Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**А.М. Гильманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**О.В. Филимонов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается научно-технический прогресс в нефтяной промышленности. Кроме того, освещается внедрение интеллектуальных технологий и безопасность производственных процессов, а также проанализированы новые методы бурения с использованием машинного обучения и роботизированная автоматизация.

**Ключевые слова:** ИТ-технологии, автоматизация, интерфейс, роботизация, нефтяная промышленность.

UDC 622.276

## INFORMATION PROGRESS IN THE OIL INDUSTRY

**M.R. Gatiyatullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-22-11)*

**I.F. Galiyllina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**A.M. Gilmanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**O.V. Filimonov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**Abstract.** This article examines scientific and technological progress in the oil industry. In addition, the introduction of smart technologies and process safety are covered, and new drilling methods using machine learning and robotic automation are analyzed.

**Keywords:** IT technologies, automation, interface, robotization, oil industry.

Научно-технический прогресс играет ключевую роль в развитии нефтегазовой отрасли. Основной целью использования информационных технологий в этой сфере является снижение затрат на добычу нефти и газа. Для достижения этой цели широко применяются методы параметрической и структурной идентификации в информационных технологиях. Информационные системы включают в себя специализированное аппаратное и программное обеспечение, предназначенное для управления параметрами потока в нефтегазовой инженерной сети [1-4]. Использование информационных технологий способствовало полной автоматизации процессов сбора и анализа данных, обеспечивая возможность передачи информации от различных скважин к промышленному оборудованию для обработки даже противоречивых и неполных данных. Эти данные могут быть интегрированы в общую информационную систему, что в конечном итоге увеличивает эффективность разработки нефтегазовых месторождений [5-9].

Оборудование, используемое для создания ИТ-инфраструктуры современных нефтегазовых объектов:

1. Современный продукт Dell Power Edge M640, блейд-сервер, активно представлен на рынке. Его высокая производительность обеспечивает поддержку разнообразных рабочих нагрузок, а обширный объем памяти делает его легко совместимым с новейшими решениями и технологиями.

2. Flex System Enterprise - платформа предназначена для физической интеграции различных систем хранения, серверов, программного обеспечения, сетевого оборудования и ресурсов в единую инфраструктуру. Концепция обеспечивает управление рабочими нагрузками [10-14].

3. Сейсмическая визуализация и обработка 3D изображений с использованием искусственного интеллекта позволяют ускорить процессы в 10-100 раз. Мощный инструмент, применяемый в нефтегазовой отрасли для анализа структуры возможных запасов. Она основана на использовании звуковых волн для создания изображений подземных горных пород, которые могут быть использованы для определения потенциальных мест для бурения. Система привнесла революцию в исследование нефти и газа, позволяя компаниям обнаружить ранее недоступные запасы.

4. Прецизионное бурение с использованием машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет эффективно управлять буровым оборудованием.

5. Роботизированная автоматизация .RPA - это метод автоматизации бизнес-процессов, который использует программных роботов (ботов) или искусственный интеллект. Системы RPA наблюдают за выполнением задачи пользователем в графическом интерфейсе приложения и затем автоматически повторяют эти действия в интерфейсе.

6. Цифровые двойники. Виртуальная копия технического объекта, такого как нефтяная скважина или нефтеперерабатывающий завод, может точно воспроизводить и управлять состоянием оригинала, а также все процессы, происходящие в нем, в режиме реального времени.

7. Блокчейн. Разработан распределительный реестр, который оптимизирует спрос и предложение. Данный реестр представляет собой базу данных, включающую несколько вычислительных устройств, которые соединены между собой через сеть. Это цифровое устройство позволяет подробно отслеживать нефтепродукты на всех этапах. Технология блокчейн также снижает вероятность подделки или повреждения продуктов. Ведущие компании в нефтегазовой отрасли используют эту технологию для безопасного управления транзакциями [15-19].

Результаты использования информационного прогресса в нефтяной промышленности:

1. Уменьшение затрат на эксплуатацию на 12–20%;
2. Сокращение неожиданных простоев на 15–25%;
3. Повышение эффективности нефтеперерабатывающего завода на 8–12%;
4. Улучшение условий работы, безопасности, защиты и экологии на рабочем месте;
5. Повышение производительности труда.

Аналитики считают, что использование искусственного интеллекта (ИИ) в нефтегазовой отрасли окажет экономический эффект в размере 2,95 трлн. рублей для компаний и 2,45 трлн рублей для государства в период с 2025 по 2040 год. По данным Technavio ожидается, что рынок цифровой трансформации будет расти с темпом роста 16,56% в период с 2022 по 2027 год. Ожидается, что к 2027 году объем рынка достигнет 58,66 млрд. долларов [20-25].

Таким образом, с развитием информационных технологий стало возможным получать более точные и детальные данные о структуре подземных месторождений нефти. Это позволяет нефтяным компаниям принимать более обоснованные решения при выборе локации для бурения скважины, а также они способны собирать больше данных о процессах добычи и использовать аналитические инструменты для оптимизации этих процессов. Например, анализ данных может помочь в определении оптимальных параметров бурения скважины или в прогнозировании неисправностей оборудования [26-28]. Новейшее оборудование помогает автоматизировать некоторые процессы производства, что приводит к увеличению его эффективности. Например, автоматическое мониторингирование и управление скважинами может помочь улучшить производительность, снизить затраты, предотвратить аварии и несчастные случаи, позволяет оптимизировать логистику и снабжение в нефтяной промышленности.

### Список использованных источников:

1. Бурение скважин на аэрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-



технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.

15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.

16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.

17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.

18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.

19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.

20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.

21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.

22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.

23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др.]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.

25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные

технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.

26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.

27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.

28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 622.276

#### **РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПСМ В АГЗУ ТИПА «СПУТНИК»**

**К.И. Гумеров**

*(Филиал ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Аннотация:** Рассматриваются основные аспекты проектирования, выбора компонентов, специфики рабочих условий и требований к безопасности при создании электрического привода для данной системы. Также обсуждаются современные технологии и решения в области управления, мониторинга и энергоэффективности, применяемые при разработке электрического привода. Статья направлена на специалистов в области автоматизации и систем управления, а также на инженеров и проектировщиков, работающих над оптимизацией и модернизацией газораспределительных систем.

**Ключевые слова:** электрический привод, специфика, технология, автоматизация, оптимизация

UDC622.276

#### **DEVELOPMENT OF ELECTRIC DRIVE PSM IN AGZU TYPE “SPUTNIK”**

**K.I. Gumerov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**Abstract.** This article discusses the development of a sectional centrifugal pump with an electric contact pressure gauge. The operating principle and design features of this type of pump, as well as its advantages and scope of application are described. Particular attention is paid to the integration of an electrical contact pressure gauge to monitor the pressure in the system. The research results allow us to draw a conclusion about the effectiveness and prospects of using this type of pump in various industries.

**Keywords:** sectional centrifugal pump, pressure gauge, advantages, electric contact pressure gauge, operating principle

Разработка электрического привода переключателя скважинного многоходового в автоматической газо-замерной установке типа "Спутник" является актуальной задачей современной нефтегазовой отрасли. В условиях постоянно растущего спроса на

энергоресурсы и стремительного развития технологий, автоматизация процессов добычи и измерения газа становится неотъемлемой частью эффективной работы предприятий.

Одним из ключевых элементов автоматической газо-замерной установки типа "Спутник" является переключатель скважинного многоходового. Он обеспечивает правильное направление потока газа и позволяет осуществлять измерение параметров скважины. Однако, традиционные механические приводы данного устройства имеют некоторые ограничения в точности и надежности работы.

В этой статье будет представлена разработка нового электрического привода для переключателя скважинного многоходового в автоматической газо-замерной установке типа "Спутник". Благодаря использованию современных технологий и инновационных решений, новый привод обеспечивает более точное и надежное управление переключателем. Это позволяет повысить эффективность работы установки, снизить вероятность ошибок при измерении газа и сократить время на обслуживание и ремонт.

Актуальность разработки электрического привода ПСМ обусловлена необходимостью повышения эффективности и надежности работы данного оборудования. Существующие системы переключения привода в данных установках зачастую требуют ручного вмешательства оператора, что сопряжено с рисками для безопасности и приводит к повышенному времени настройки и обслуживания оборудования.

Помимо этого, АГЗУ осуществляет контроль и измерение параметров газа, что является критическим для эффективной эксплуатации скважин и обеспечения безаварийной работы. Однако, для эффективной работы такой установки требуется надежный и точный привод переключателя скважинного многоходового. Внедрение электрического привода для переключателя в АГЗУ позволит значительно улучшить процесс переключения между скважинами. При помощи такого привода оператор сможет удаленно управлять переключением без необходимости физического присутствия. Это позволит снизить риск возникновения аварийных ситуаций и обеспечить более быстрое и точное изменение режимов работы.

Благодаря использованию электрического привода, время на остановки и обслуживания установки также значительно сократится. Оператору не потребуется проводить ручные настройки, что сэкономит время и усилит его безопасность при работе с оборудованием. Кроме того, такой привод обладает высокой точностью и позволяет осуществлять переключение между скважинами с минимальной погрешностью, что важно для корректного измерения параметров газа и предупреждения возможных аварийных ситуаций.

Новизна данного устройства заключается в его уникальной конструкции, основанной на применении современных технологий и передовых технических решений. Основным преимуществом новой разработки является возможность управления ПСМ удаленно через электрический привод. Это позволяет значительно упростить и ускорить процесс переключения между различными скважинами, что особенно важно в условиях автоматизированных производств.

Одной из ключевых особенностей данной разработки является использование зубчатой передачи с высокой точностью и надежностью, что гарантирует стабильную и плавную работу переключателя. Этот подход позволяет избежать возникновения непредвиденных сбоев и повысить эффективность работы установки.

Компактные размеры и малый вес электрического привода также являются новыми достоинствами данной разработки. Это облегчает его установку и эксплуатацию на различных типах газо-замерных установок, даже при ограниченных условиях доступа и пространства.

Таким образом, разработка электрического привода переключателя скважинного многоходового в автоматической газо-замерной установке типа "Спутник" представляет собой передовую техническую разработку, обладающую несколькими новыми характеристиками и улучшенными функциональными возможностями. Это позволяет

значительно повысить эффективность и надежность работы газо-замерных установок на скважинах.

В заключении следует отметить, что разработанный привод должен быть надежным, прочным и обладать высокой степенью защиты от воздействия агрессивной среды, характерной для нефтяных скважин. Кроме того, привод должен обеспечивать плавное и точное переключение между скважинами, а также возможность дистанционного управления.

В ходе разработки электрического привода необходимо учесть требования по мощности и энергоэффективности, чтобы минимизировать затраты на электроэнергию. Важным аспектом является также устойчивость привода к экстремальным климатическим условиям и возможность его работы в автономном режиме.

Использование электрического привода в установке типа "Спутник" позволит повысить ее функциональность, сократить время и затраты на управление скважинами, а также повысить надежность и безопасность работы всей системы.

В дальнейшем, возможна модернизация привода для внедрения новых функций и возможностей, таких как мониторинг и анализ состояния скважин, удаленное управление и диагностика привода.

Таким образом, разработка электрического привода переключателя скважинного многоходового в автоматической газо-замерной установке типа "Спутник" является важным шагом в совершенствовании технологий нефтедобычи и повышении эффективности работы нефтяных предприятий.

#### **Список использованных источников:**

1. Ремонт подземного оборудования УСШН для добычи нефти: учебное пособие / М. Л. Галимуллин, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 91 с.
2. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного насоса / М. Л. Галимуллин, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2015. – № 4. – С. 22-28.
3. Насос штанговый с устройством демпфирования в конструкции клапанного узла / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, М.Я. Хабибуллин // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса.– 2016. - № 4. - С. 21-24.
4. Анализ отказов элементов глубинного штангового насоса / М.Л. Галимуллин, С.С. Орекешев, М.С. Габдрахимов, Л.М. Зарипова // СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ – 2016. Сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. - С. 30-34.
5. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова // В сборнике: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ – 2016. Сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. - С. 34-37.
6. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнагилина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.
7. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной

- 60-летнему юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 122-129.
8. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнагилина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
9. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Р.И. Сулейманов, М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Д.И. Сидоркин, Р.Я. Абдюкова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.
10. Галимуллин, М.Л. Опыт работы центра технического диагностирования и экспериментального обследования (ЦТДИЭО) ООО «ОЗНПО» в области продления срока службы НПО и расчета остаточного ресурса / М.Л. Галимуллин, Л.М. Зарипова, Р.И. Сулейманов // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летнему юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 114-122.
11. Насос штанговый с устройством демпфирования в конструкции клапанного узла / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, М.Я. Хабибуллин // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 4. – С. 21-24.
12. Исследование механизма распространения волн давления в закачиваемой жидкости от устья до забоя скважины / М.Я. Хабибуллин, Р.И. Сулейманов, М.Л. Галимуллин, Л.М. Зарипова // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2017. – № 3. – С. 90-94.
13. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, М.Я. Хабибуллин, Л.М. Зарипова, Р.Г. Хабибуллина // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
14. Универсальное забойное устройство для импульсной стационарной закачки жидкости в скважину / М.Я. Хабибуллин, Р.И. Сулейманов, М.Л. Галимуллин, Д.И. Сидоркин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – № 2. – С. 60-65.
15. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.
16. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Л.М. Зарипова, Р.И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.
17. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Р.И. Сулейманов, Л.З. Зайнагилина, Л.М. Зарипова, М.Л. Галимуллин // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.

## ШЛАМОВЫЕ НАСОСЫ. ВИДЫ, ПРИНЦИП РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИЯ

**Д.А. Гуров**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БМП 20-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Перекачивание гидросмесей содержащих крупные твердые включения, представляет собой важную инженерную задачу, актуальную для многих отраслей промышленности и хозяйственной деятельности. В большинстве случаев она решается с помощью специальных шламовых насосов, которые являются обобщенным названием центробежных насосов, изготовленных из абразиво-стойких сплавов и имеющих более значительный запас прочности и надежности по сравнению с обычными насосами.

**Ключевые слова:** шламовый, насос, помпа, центробежный, жидкость, среда, шлам, рабочее колесо, материал, частицы, работа.

## SLURRY PUMPS. TYPES, PRINCIPLE OF OPERATION AND DESIGN

**D.A. Gurov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BMP 20-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**M.L. Galimullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** Pumping of hydraulic mixtures containing large solid inclusions is an important engineering task relevant for many industries and economic activities. In most cases, it is solved with the help of special slurry pumps, which are a generalized name for centrifugal pumps made of abrasive-resistant alloys and having a more significant margin of safety and reliability compared to conventional pumps.

**Keywords:** slurry, pump, pump, centrifugal, liquid, medium, sludge, impeller, material, particles, work.

Шламовые насосы в наше время имеют широкий спектр применения в различных сферах жизни. По своему происхождению слово шлам обозначает в переводе с немецкого –

“грязь”. Из названия можно сделать вывод, что эти насосы предназначены для работы с более агрессивной жидкой средой. Эти агрегаты являются разновидностью центробежных насосов, которые применяют для перекачки или транспортировки сильно загрязненных жидкостей. Это жидкость с большим количеством песка, глины, ила, небольших камней, гравия и т.д. В связи с условиями работы в такой среде производители вынуждены изготавливать шламовые насосы из более абразивно-стойких материалов, которые заметно отличаются от производителей других видов насосов. Условия эксплуатации данных помп имеют достаточно внушительные допуски: Содержание примесей — до 70% от массы жидкости. Размер включений — до 12 мм. Температура воды — +5<sup>0</sup>С...+60<sup>0</sup>С. Плотность жидкости — до 2500 кг/м<sup>3</sup> [1-4].

Типы насосов.

По различным вариациям конструкции шламовые насосы делят на 3 типа:

- горизонтальные;
- вертикальные;
- погружные.

Горизонтальные насосы.

Исходя из названия, эти помпы отличаются расположением вала насоса параллельно горизонтальной плоскости. Они представляют собой горизонтальный центробежный насос с осевым всасыванием. Применяются в жидкой среде, которая содержит песок, гравий, глину, руду. Условия эксплуатации радуют тем, что максимальный размер частицы может иметь размеры до 20 мм, но смесь прокачиваемой жидкости имеет предел до 25 % примесей [5-9].

Вертикальные насосы.

Вертикальные насосы располагаются перпендикулярно рабочей зоне. Они отличаются довольно большой пропускной способностью и надежностью. Позволяют перекачивать жидкость с большим содержанием крупных частиц без рисков засорения. Количество твердых частиц от общего объема перекачиваемой жидкости имеет предел 20%, а плотность самой жидкости 1300 кг/м<sup>3</sup>. Применяются в основном в колодцах, скважинах и других местах, имеющих углубления [10-15].

Погружные насосы.

Погружные насосы применяются во многих сферах из-за своей конструкции. Насос имеет небольшие размеры, сверху находится защитный кожух, который закрывает двигатель, а гидравлическая часть находится в жидкости. Его крепят на трос, а дальше опускают в рабочую зону, визуально наблюдая за его положением. Он имеет ряд преимуществ в отличие от горизонтальных и вертикальных насосов, так как создает меньше шума и вибраций, хорошо охлаждается и перед его эксплуатацией не нужно подготавливать рабочее место.

Принцип работы

Принцип работы шламового насоса идентичен с принципом центробежного насоса и отличается от передающей среды [16-19].

Насос состоит из двух основных частей колеса и корпуса. Колесо перекачки шлама располагается на валу и соединяется с первичным двигателем. Рабочее колесо приводится в работу двигателем и лопасти колеса заставляют вращаться жидкость, увеличивая потенциальную энергию давления и кинетическую энергию жидкости. Жидкость, вытекая с большой скоростью из рабочего колеса, попадает в экструзионную камеру, после выходит через диффузор. За счёт того, что жидкость течёт к краю рабочего колеса создается зона низкого давления и она всасывается под действием вакуума через камеру всасывания в рабочее колесо. А так как вращение крыльчатки непрерывно, то и жидкость будет непрерывно всасываться и выдыхаться

Конструкция шламового насоса

Каждый тип насоса состоит из основных деталей:

1. Корпус- основной элемент.
2. Рабочее колесо – создает поток жидкости и перекачивает через насос.
3. Вал – соединяет рабочее колесо и электродвигатель в одно целое.

4. Прокладка для предотвращения протечек жидкости через зазоры между валом и корпусом насоса.
5. Привод–двигатель.
6. Фланцы - обеспечивают герметичное соединение между насосом и трубопроводом.
7. Патрубки в корпусе насоса, через которые жидкость попадает в насос и выводится из него.
8. Крышка.
9. Кабель.

Это основные части помпы, но иногда она может содержать дополнительные компоненты. Ее показатели можно изменить за счет систем охлаждения, автоматического управления, мониторинга и контроля, фильтров для предотвращения засорения рабочего колеса, уплотнений для предотвращения протечек и другие компоненты, необходимых для обеспечения эффективной и надежной работы насоса в условиях перекачки шлама и других агрессивных жидкостей [20-25].

Для правильного подбора шламового насоса делают акцент на основные факторы: скорость вращения, материалы, рабочую точку и уплотнение сальника. Помимо этого, нужно знать подачу, полный скоростной напор (Н) и высоту столба жидкости над всасывающим патрубком насоса (NPSHR).

Этот показатель влияет на долговечность и производительность помпы. Предпочтения больше отдается медленным насосам, потому что они имеют большое рабочее колесо, и крупные детали мокрой части, соответственно прослужат они дольше, что экономически выгодно.

Существует два варианта шламовых насосов – металлические и покрытые резиной. Каждый тип подбирается исходя из условий и среды рабочей зоны.

Насосы, покрытые резиной, применяют в среде, которая не имеет острых шламов, так как они будут портить резиновый слой, что приведёт насос к преждевременному выходу из строя. Твёрдые частицы не должны превышать размер 6,5 мм в диаметре. Обусловлено это тем, что крупные частицы, ударяясь об покрытие, передают на резину больше энергии, чем она отдаёт шламу, происходит нагревание и материал становится твёрдым, что приводит к трещинам. Наиболее распространённым материалом является натуральный каучук, он имеет хорошую износостойкость. Окружная скорость рабочего колеса имеет предел 25-28 м/с, так как при высокой скорости резина может отслаиваться от металлической поверхности детали. Напор тоже имеет ограниченные показатели – 45м.

Металлические помпы в чаще всего состоят из 28 % хрома иногда больше, зависит от состава шлама. Перекачивающее оборудование из хромистой стали предназначено для обработки обычного шлама, гидросмесей с высоким содержанием щёлочи, золы. Иногда используют более дешёвый материал - литой чугун. Для коррозионных шламов используют нержавеющую сталь или двойной сплав [26-28].

Рабочая точка – показатель на кривой всех характеристик помпы, от которой зависит срок службы работы насоса и его составляющих, затраты энергии и производительность. В идеале рабочая точка должна находиться чуть левее от показателя оптимального КПД. Бывает, что используется большой насос и его рабочая точка расположена намного левее от оптимального КПД, эта ошибка приводит к большим затратам энергии, уменьшению срока службы насоса и производительности соответственно.

Уплотнительные элементы сальников и вала. Это наиболее уязвимые части перекачивающего оборудования. Они должны быть отцентрованы для увеличения срока службы узла. Конструкционные материалы шламовых насосов и уплотнений, как и основные параметры установок, необходимо подбирать под характеристики рабочей среды и условия эксплуатации оборудования.

В этой статье мы разобрались в шламовых насосах и так же изучили параметры, по которым их можно подобрать для своих целей. Несмотря на это, всё же стоит отдать предпочтение профессионалам в сфере подбора оборудования, так как они знакомы с



различными типами шламовых насосов и их применением, могут предоставить экспертные знания и опыт, необходимые для выбора оптимального решения.

#### **Список использованных источников:**

1. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
2. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019)*. – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
3. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
4. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
5. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // *Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018))*. – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
6. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // *SOCAR Proceedings*. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
7. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // *SOCAR Proceedings*. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
8. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // *Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции* / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
9. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
10. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // *Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса*. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
11. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // *Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса*. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
12. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.

13. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию

филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.

25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.

26. Бурение скважин на аэрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.

27. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.

28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др.]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 3054

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СКВАЖИН В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ**

**А.Ю. Давыдов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Г.Н. Ахметьянов**

*(Институт нефти и газа УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**М.Я. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация** В этой статье мы подробно изучаем концепцию интеллектуальных скважин, включая их основные характеристики, преимущества и области применения в нефтегазовой отрасли. Анализируя современные технологии мониторинга и управления, объясняется, как подобные скважины могут оптимизировать процесс добычи и увеличить его эффективность.

**Ключевые слова:** интеллектуальная скважина, бурение, контроль, оптимальное планирование.

UDC 3054

## **APPLICATION OF INTELLIGENT WELLS IN THE OIL AND GAS ENGINEERING**

**A.Yu. Davydov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**G.N. Ahmetyanov**

*((Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student BSN-22-11)*

**M.Ya. Khabibullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**L.Z. Zaynagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**Abstract.** In this article, we explore the concept of smart wells in detail, including their main characteristics, benefits and applications in the oil and gas industry. By analyzing modern monitoring and control technologies, it explains how such wells can optimize the production process and increase its efficiency.

**Keywords:** smart well, drilling, control, planning.

В данной научной статье мы рассмотрим концепцию «умных скважин», их основные характеристики, преимущества и области применения в нефтегазовой отрасли. «Умные» скважины - это технологически продвинутые нефтяные или газовые скважины, оснащенные современными системами мониторинга и управления, позволяющими оптимизировать процесс добычи и повысить ее эффективность [1-4].

Интеллектуальные скважины - это новый уровень в сфере нефтегазового бурения, объединяющий в себе последние достижения технологического прогресса и современности [5, 6]. Это весьма продвинутые системы, оснащенные современными датчиками и средствами управления, спроектированными так, чтобы мониторить и оптимизировать процесс добычи в реальном времени, тем самым упрощая и ускоряя процесс принятия решений.

Суть работы интеллектуальной скважины заключается в использовании сенсоров, которые непрерывно следят за множеством параметров [7, 8]. Эти датчики крайне чувствительны и могут измерять температуру, давление и скорость потока нефти или газа. Эти критически важные данные передаются на поверхность, где специалисты могут анализировать их в реальном времени, обеспечивая максимальную точность и своевременность принятия решений. Благодаря такой системе, специалисты могут принимать информированные решения для улучшения процесса добычи, предотвращая возможные проблемы и минимизируя риски [9-14].

Помимо мониторинга и анализа данных, интеллектуальные скважины оснащены автоматическими клапанами, которые могут быть управляемыми дистанционно. Этот аспект технологии обеспечивает уникальную гибкость и контроль над процессом добычи, позволяя быстро реагировать на любые изменения условий. Это означает, что операторы могут прямо во время работы регулировать параметры, чтобы максимизировать производительность и эффективность [15-20].

Устанавливаемая система интеллектуальной скважины подразумевает собой комплекс диспергационных систем, основанных на датчиках, подключённых к системе AI или рабочей программе, способной собирать и группировать в реальном времени дашборды, отражающие состояние потока или пласта (рисунок 1) [21-24].

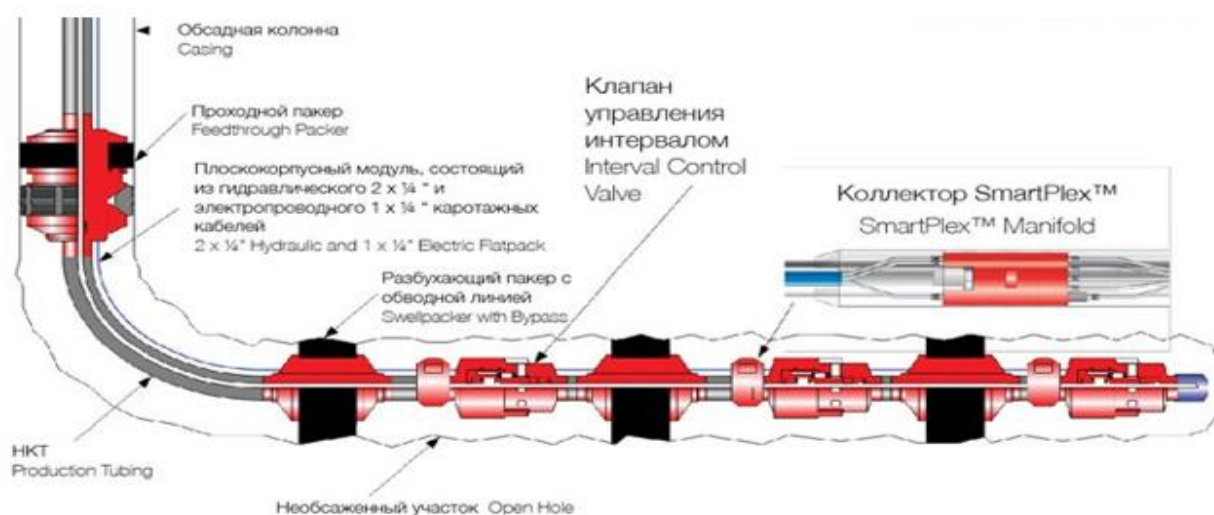


Рисунок 1. Современная технология внедрения интеллектуальных скважин с применением обработки получаемой информации с помощью AI

Эти устройства используются для контроля давления и температуры во время бурения в скважине с целью оптимизации добычи и повышения нефтеотдачи.

Основные эффекты от внедрения системы можно определить так:

- контроль состояния работы фонда скважин;
- оперативный контроль изменения дебита, давления и др.;
- оперативное обнаружение остановки скважины;
- уменьшение времени простоя на обслуживание;
- увеличение, стабилизация коэффициента эксплуатации;
- ускорение освоения, вывод на технологический режим;
- учет добычи скважины и других объектов;
- достоверный технологический режим скважины;
- оперативный дисбаланс, выявление порывов.

Система интеллектуальных скважин представляет собой идеальное решение для современной индустрии нефтегазового бурения [25–28]. Благодаря оптимальному контролю за процессом добычи, они обеспечивают значительное снижение затрат и увеличение эффективности. Более того, интеллектуальные скважины обеспечивают стабильность и безопасность процесса добычи, что является крайне важным в условиях современной нефтегазовой отрасли, где безопасность и эффективность являются ключевыми факторами.

В целом, интеллектуальные скважины представляют собой революцию в сфере нефтегазового бурения, воплощающую в себе передовые технологии и инновационные подходы. Это действительно современное решение, которое обладает потенциалом значительно улучшить эффективность и безопасность процесса добычи.

#### Список использованных источников:

1. О гидравлических диодах и влиянии их на число Рейнольдса / Е. Л. Гусейнова, А. Ю. Давыдов, Л. С. Галлямова, А. Д. Яканин // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1025-1029.
2. Методы защиты от гидравлического удара при бурении / Е. Л. Гусейнова, А. Ю. Давыдов, Р. В. Денисенко, В. С. Сидоренко // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28

- апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1029-1033.
3. Давыдов А. Ю. Возникновение стресс-коррозии в магистральных газопроводах / А. Ю. Давыдов, П. С. Аввакумова, Р. Р. Гарипов // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1033-1038.
4. Применение нанотехнологий в нефтяной промышленности / А. Ю. Давыдов, О. В. Филимонов, А. М. Гильманова [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1038-1044.
5. Тепловые насосы. Принцип работы, перспективы / А. Ю. Давыдов, О. В. Филимонов, А. М. Гильманова [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1044-1051.
6. Работа в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ / Р. А. Сайфуллин, М. И. Латыпова, А. М. Гильманова [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1068-1075.
7. Торгашов М. В. Установка одновременно – раздельной добычи с модернизированным узлом корпуса подвески устьевого штока для двухштанговых колонн / М. В. Торгашов, А. Ю. Давыдов // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 433-436.
8. Мухамедеев Э. З. Исследование новых видов сырья для производства малоактивного технического углерода / Э. З. Мухамедеев // Вестник Башкирского университета. – 2006. – Т. 11. – № 1. – С. 42-44.
9. Мухамедеев Э. З. Использование частотно-регулируемого электропривода при замене насосного агрегата на насосную станцию / Э. З. Мухамедеев, Х. Н. Ягафарова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 12. – С. 86-89.
10. Мухамедеев Э. З. Влияние комплексных показателей качества технологической воды на pH водной суспензии технического углерода / Э. З. Мухамедеев, Ф. Х. Кудашева // Вестник Башкирского университета. – 2005. – Т. 10. – № 3. – С. 35-37.
11. Разработка способа утилизации отработанной в процессе алкилирования серной кислоты / А. Р. Мурзакова, Э. З. Мухамедеев, А. Д. Бадикова, Ф. Х. Кудашева, Р. Н. Гимаев // Катализ в промышленности. – 2008. – № 1. – С. 40-43.
12. Мухамедеев Э. З. Перспективы расширения сырьевой базы для производства малоактивного печного технического углерода / Э. З. Мухамедеев // Башкирский химический журнал. – 2006. – Т. 13. – № 2. – С. 29-33.
13. Галиуллина И. Ф. Совместная добыча нефти и пластовой воды с последующим получением из нее жидкости глушения и пищевой поваренной соли / И. Ф. Галиуллина, Р. Р. Кадыров // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 209-212.

14. Ограничение водопритока на скважинах с использованием гидродинамической модели / Р. Р. Хуснутдинова, А. И. Семанова, А. С. Семанов, И. Г. Фаттахов, И. Ф. Галиуллина, Р. Ф. Хуснутдинов // Нефтепромысловое дело. – 2023. – № 11 (659). – С. 58-64.
15. Опыт применения ударно-волнового воздействия на Сабанчинском месторождении / Р. Р. Хуснутдинова, Р. А. Гилязетдинов, Л. Ф. Юсупова, Р. Р. Шарифуллина // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 470-476.
16. Особенности строительства скважин на Ачимские отложения Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения / И. Ф. Галиуллина, Л. Ш. Асылгараев, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 331-337.
17. Анализ эффективности применения тепловых методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Западной Сибири / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов, Э. А. Юсупов, О. В. Филимонов // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых / отв. ред. Д. С. Реченко. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2021. – С. 44-49.
18. Гусейнова Е. Л. Экологизация технологии бурения скважин с использованием промывочной жидкости на основе сложных эфиров / Е. Л. Гусейнова, Э. В. Свежинкин, А. Р. Сакаев // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 172-175.
19. Гусейнова Е. Л. Использование противотурбулентных присадок для увеличения пропускной способности магистральных трубопроводов / Е. Л. Гусейнова, И. Р. Гадельшин, Р. С. Миндаветов // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 161-164.
20. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров [и др.] // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х томах, Октябрьский, 31 марта 2017 года. Том 1. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2017. – С. 392-395.
21. Габдрахманов Н. Х. Промысловые исследования процесса сепарации газа на приеме погружных насосов / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 59-62.
22. Минияров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации месторождений на поздней стадии разработки на примере южной площади Ромашкинского месторождения / Р. Р. Минияров, О. В. Давыдова // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х томах, Октябрьский, 22 апреля 2013 года / Ответственный редактор К.Т. Тынчеров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. Том 1. – Октябрьский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет", 2013. – С. 93-97.
23. Давыдова О. В. Влияние температуры жидкости на остаточное количество растворенного газа в нефти при измерениях газового фактора / О. В. Давыдова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 181-189.
24. Габдрахманов Н. Х. Технологии определения газового фактора нефти на скважинах передвижными установками / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова, К. Е. Кордик // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 63-68.

25. Реологические модели неньютоновских жидкостей, используемых в бурении / Е. Л. Гусейнова, Р. Р. Гимаздинов, И. Ф. Нуртдинов // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 168-172.
26. Повышение смазочной способности бурового раствора / Е. Л. Гусейнова, Д. Р. Усманов // Материалы 47-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (Октябрьский, 24 апреля 2020 г.) / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 106-109.
27. Обзор методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями на месторождениях Западной Сибири / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов, О. В. Филимонов, М. Л. Хуснутдинова // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых / отв. ред. Д. С. Реченко. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2021. – С. 54-58.
28. Эффективность применения обратных клапанов / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, О. В. Филимонов, Й. Мадаминов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-практической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 131-138.

УДК 622.276

## СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В НЕФТИ

**А.Ю. Давыдов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Д.И. Фаткуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**М.Я. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**Аннотация.** В данной статье будут рассмотрены особенности содержания серы в нефти. Нефть является одним из основных источников энергии нашего времени. Ее добыча и переработка играют важную роль в мировой экономике. Однако, нефть, как природный ресурс, содержит различные примеси, которые могут оказывать негативное влияние на качество и стабильность процесса переработки. Особое внимание уделяется содержанию серы в нефти.

**Ключевые слова:** сера, нефть, содержание, окружающая среда, методы.

UDC 622.276

## SULFUR CONTENT IN OIL

**A.Yu. Davydov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**D.I. Fatkullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student BSN-22-11)*

**M.Ya. Khabibullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*



**Abstract.** In this article, the features of the sulfur content in oil will be considered. Oil is one of the main sources of energy of our time. Its extraction and processing play an important role in the global economy. However, oil, as a natural resource, contains various impurities that can have a negative impact on the quality and stability of the refining process. Special attention is paid to the sulfur content in oil.

**Keywords:** sulfur, oil, content, environment, methods.

Сера является одной из главных примесей в нефти. Высокое содержание серы может вызывать серьезные проблемы при ее переработке и использовании. Во-первых, сера может быть выделена при сжигании нефтепродуктов, что приводит к образованию окислов серы (SO<sub>x</sub>), способных вызывать загрязнение атмосферы и наносить ущерб окружающей среде и здоровью людей. Во-вторых, высокое содержание серы может повлиять на свойства топлива: это может привести к образованию коррозии оборудования и ухудшению работоспособности двигателей [1-4].

Введение: роль и значение содержания серы в нефти.

Содержание серы в нефти имеет большое значение для нефтедобывающей промышленности и экономики в целом. Сера является одним из основных компонентов нефти и при добыче она поступает вместе с нефтяными потоками. Однако содержание серы в нефти может значительно варьироваться и иметь важное влияние на ее эксплуатацию и переработку.

Существует несколько причин, по которым содержание серы в нефти является значимым фактором. Во-первых, сера может оказывать отрицательное влияние на качество нефти. Наличие серы может вызывать нежелательные реакции и образование солей, коррозию оборудования и ухудшение свойств нефти. Это может привести к увеличению эксплуатационных расходов и снижению эффективности процессов переработки [5-9].

Во-вторых, содержание серы в нефти влияет на экологические последствия ее использования. Высокое содержание серы в сжигаемом топливе приводит к выбросу вредных веществ в атмосферу, таких как оксиды серы. Это может негативно сказываться на качестве воздуха и здоровье людей. Поэтому снижение содержания серы в нефти является одной из приоритетных задач нефтегазовой отрасли [10-14].

Формирование содержания серы в нефтяных месторождениях.

Формирование содержания серы в нефтяных месторождениях – сложный и многогранный процесс, который зависит от множества факторов. Главным образом, содержание серы в нефти определяется геологическими условиями месторождения, а также его возрастом и составом.

Одним из ключевых факторов, влияющих на содержание серы, является наличие сульфатов и сульфидов в воде, присутствующей в пластах нефтяных месторождений. Вода может содержать различные соли серы, которые могут переходить в нефть в процессе ее формирования. Кроме того, глубина месторождения также влияет на этот процесс: чем ниже глубина, тем выше содержание серы.

Важный фактор, определяющий содержание серы в нефти, – это ее тип. Например, у тяжелых нефтей, битумов и сырья для выработки смазок содержание серы может быть значительно выше, чем у легкой нефти. Это связано с более высоким содержанием промежуточных продуктов формирования нефти, таких как газы, смолы и асфальтены, которые обогащены серой [15-19].

Кроме того, содержание серы в нефти подвержено влиянию различных процессов и технологий, связанных с ее добычей, транспортировкой и переработкой.

Влияние содержания серы на качество нефти и ее переработку.

Влияние содержания серы на качество нефти и ее переработку может быть значительным. Высокое содержание серы в нефти может приводить к образованию сульфатов и сульфидов, которые являются коррозионно-агрессивными соединениями. Это

может привести к повреждению оборудования и снижению эффективности процесса переработки.

Кроме того, сера в нефти также оказывает негативное влияние на окружающую среду при сжигании. Высокое содержание серы в топливе способствует образованию серных оксидов, которые являются причиной загрязнения атмосферы и acidификации дождевых осадков. Поэтому снижение содержания серы в нефти является одним из важных задач в нефтеперерабатывающей промышленности.

Для снижения содержания серы в нефти используются различные методы, такие как гидрообработка и органическая экстракция. Гидрообработка, или гидросеренирование, основано на реакции гидрогенирования серосодержащих соединений, которая позволяет снизить содержание серы до допустимых норм. Органическая экстракция, например, с использованием тетраоктилтиомочевины, позволяет извлечь серу из нефти.

Методы снижения содержания серы в нефти: технологии и применение.

Содержание серы в нефти является одной из важных характеристик качества сырья. Высокое содержание серы в нефти приводит к образованию сернистых соединений в процессе ее переработки, что не только ухудшает качество нефтепродуктов, но и представляет угрозу для окружающей среды. Поэтому разработаны методы снижения содержания серы в нефти, которые основываются на применении различных технологий.

Одним из методов снижения содержания серы в нефти является гидроочистка. При этом процессе нефть нагревается и проходит через специальные катализаторы, которые способны превращать сернистые соединения в нейтральные соединения без серы. Гидроочистка обладает высокой эффективностью и широко применяется в нефтеперерабатывающей промышленности [20-25].

Другим методом является вакуумная дистилляция. При этом процессе нефть перегоняется под сниженным давлением, что позволяет снизить температуру перегонки и, следовательно, уменьшить образование сернистых соединений. Вакуумная дистилляция также позволяет получить легкие фракции с меньшим содержанием серы.

Кроме того, кислотно-щелочной очисткой также можно снизить содержание серы в нефти.

Перспективы и вызовы в снижении содержания серы в нефти.

Содержание серы в нефти является одной из основных проблем в нефтяной промышленности. Высокое содержание серы в сырой нефти не только влияет на качество и стабильность продуктов нефтепереработки, но и негативно влияет на окружающую среду и здоровье человека.

Однако, снижение содержания серы в нефти представляет собой сложную и многогранную задачу, сопряженную с рядом вызовов.

Первый вызов – технологические ограничения. Снижение содержания серы требует применения специальных методов и технологий, которые не всегда доступны или эффективны. Внедрение новых технологий требует значительных инвестиций в исследования и разработки.

Второй вызов – экономическая составляющая. Снижение содержания серы в нефти может повлечь за собой увеличение стоимости нефтепереработки и, соответственно, увеличение стоимости окончательных продуктов для потребителя. Это может создать определенные сложности на рынке и привести к ухудшению конкурентоспособности нефтяных компаний [26-28].

Третий вызов – синергетический эффект.

Содержание серы в нефти является важным параметром для нефтегазовой промышленности. Высокое содержание серы может создавать проблемы при переработке нефти, так как сера пригодна на различные процессы и может привести к образованию сернистых соединений, загрязняющих окружающую среду и требующих дополнительной очистки.

Эффективное снижение содержания серы в нефти осуществляется различными методами, включая гидроочистку, которая позволяет снизить уровень серы до необходимых стандартов. Этот процесс является важным для производства более чистых видов топлива, способствует сокращению выбросов вредных веществ в атмосферу и снижает воздействие на окружающую среду.

Контроль и управление содержанием серы в нефти - это важная часть процесса переработки и производства нефтепродуктов, направленная на обеспечение соответствия международным стандартам качества и заботу об окружающей среде.

#### **Список использованных источников:**

1. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров [и др.] // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х томах, Октябрьский, 31 марта 2017 года. Том 1. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2017. – С. 392-395.
2. Габдрахманов Н. Х. Промысловые исследования процесса сепарации газа на приеме погружных насосов / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 59-62.
3. Минияров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации месторождений на поздней стадии разработки на примере южной площади Ромашкинского месторождения / Р. Р. Минияров, О. В. Давыдова // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х томах, Октябрьский, 22 апреля 2013 года / Ответственный редактор К.Т. Тынчеров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. Том 1. – Октябрьский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет", 2013. – С. 93-97.
4. Давыдова О. В. Влияние температуры жидкости на остаточное количество растворенного газа в нефти при измерениях газового фактора / О. В. Давыдова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 181-189.
5. Ковалев Н. О. Вибродиагностика как метод неразрушающего контроля нефтепромыслового оборудования / Н. О. Ковалев, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016: Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала, Октябрьский, 25 марта 2016 года. Том 2. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. – С. 47-50.
6. Галлямов И. И. Физические основы неразрушающего контроля и дефектоскопии. Акустическая эмиссия / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015. – 102 с.
7. Галлямов И. И. Расчет остаточного ресурса внутривидовых трубопроводов, основанный на результатах УЗ толщинометрии / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. – 2014. – № 1. – С. 395-396.
8. Гуторов А. Ю. Современное оборудование и технологии для измерения газового фактора нефти в промысловых условиях / А. Ю. Гуторов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2019. – 68 с. – (Нефтегазовое дело). – ISBN 978-5-93105-409-4.
9. Габдрахманов Н. Х. Технологии определения газового фактора нефти на скважинах передвижными установками / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова, К. Е. Кордик // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 63-68.
10. Галиуллина И. Ф. Совместная добыча нефти и пластовой воды с последующим получением из нее жидкости глушения и пищевой поваренной соли / И. Ф. Галиуллина, Р. Р.

- Кадыров // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 209-212.
11. Ограничение водопритока на скважинах с использованием гидродинамической модели / Р. Р. Хуснутдинова, А. И. Семанова, А. С. Семанов, И. Г. Фаттахов, И. Ф. Галиуллина, Р. Ф. Хуснутдинов // Нефтепромысловое дело. – 2023. – № 11 (659). – С. 58-64.
12. Геотермальное отопление. Экономическая целесообразность применения / О. В. Филимонов, И. Ф. Галиуллина, Р. И. Булатов, С. Р. Баязитова // Промышленная энергетика. – 2019. – № 1. – С. 54-57.
13. Галиуллина И. Ф. К вопросу о формировании систем регулирования газожидкостного потока на поздней стадии разработки / И. Ф. Галиуллина, Д. Ш. Носиров, А. Б. Юсиф // Материалы 47-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 85-88.
14. Расчет максимальной зоны прогрева пласта при пароциклической обработке / Б. В. Колосов, И. Ф. Галиуллина, О. В. Филимонов, Р. А. Терегулов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 2. – С. 133-137.
15. Филимонов О. В. Учет геологических рисков в процессе поиска и разведки нефтегазовых месторождений / О. В. Филимонов, И. Ф. Галиуллина, Х. А. М. Альфатлави // Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли: сборник материалов V Международной научно-практической конференции / коллектив авторов. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2020. – Т. 1. – С. 208-212.
16. Эффективность применения обратных клапанов / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, О. В. Филимонов, Й. Мадаминов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-практической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 131-138. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47133698> (дата обращения: 06.03.2022).
17. Обзор методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями на месторождениях Западной Сибири / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов, О. В. Филимонов, М. Л. Хуснутдинова // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых / отв. ред. Д. С. Реченко. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2021. – С. 54-58.
18. Анализ эффективности применения тепловых методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Западной Сибири / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов, Э. А. Юсупов, О. В. Филимонов // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых / отв. ред. Д. С. Реченко. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2021. – С. 44-49.
19. Особенности строительства скважин на Ачимские отложения Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения / И. Ф. Галиуллина, Л. Ш. Асылгараев, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 331-337.
20. Опыт применения ударно-волнового воздействия на Сабанчинском месторождении / Р. Р. Хуснутдинова, Р. А. Гилязетдинов, Л. Ф. Юсупова, Р. Р. Шарифуллина // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 470-476.

21. К вопросу о целесообразности применения термогазового воздействия на нефтяной пласт / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, О. В. Филимонов, Л. А. Ищанова // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 989-995.
22. Мухамадеев Э. З. Использование ментальной арифметики для решения прикладных задач / Э. З. Мухамадеев, Д. А. Ластовка // Материалы 45-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 229-231.
23. Мухамадеев Э. З. Основные подходы к изучению солеобразования в нефтяном пласте и в скважинных условиях в процессе добычи нефти / Э. З. Мухамадеев, Д. И. Якубова, Р. И. Талипов // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 142-144.
24. Мухамадеев Э. З. Особенности адаптации молодых специалистов в крупных нефтегазовых корпорациях / Э. З. Мухамадеев, М. А. Гончар, Э. Э. Мухамадеев // Актуальные вопросы высшего образования – 2021: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 226-231.
25. Мухамадеев Э. З. Использование альтернативных методов решения задач при изучении динамики / Э. З. Мухамадеев, С. С. Серегин // Актуальные вопросы высшего образования – 2019: материалы Международной научно-методической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – С. 42-46.
26. Мухамадеев Э. З. Использование информационных технологий при изучении математики в техническом ВУЗе / Э. З. Мухамадеев // Инновационные технологии в образовании: материалы Всероссийской научно-практической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во ГОУ ВПО «Уфимского государственного авиационного технического университета», 2015. – С. 176-178.
27. Mukhamadeev E. Z. Reduced energy consumption when feeding raw materials to the reactor for the production of carbon black / E. Z. Mukhamadeev // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1582. – № 1. – Номер статьи 012064. – Pp. 1-4. – DOI: 10.1088/1742-6596/1582/1/012064.
28. Mukhamadeev E. Z. Optimization of hydraulic parameter control circuit of a pipeline using a variable-frequency drive / E. Z. Mukhamadeev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 194. – № 6. – Номер статьи 062022. – Pp. 1-5. – DOI: 10.1088/1755-1315/194/6/062022.

УДК 532.610

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КОТОРЫЕ В БУДУЩЕМ ИЗМЕНЯТ НЕФТЕГАЗОВУЮ СФЕРУ

**А.Ю. Давыдов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Д.Н. Худойбердиев**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-21-11)*

**М.Я. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Статья посвящена к применению цифровых технологий в нефтегазовом деле в будущем. Применение искусственного интеллекта. AR и VR и его использования.

**Ключевые слова:** Искусственный интеллект, логистика нефти и газа, автоматизация, интеллектуальная автоматизация, AR и VR, безопасные транзакции в нефтегазовой отрасли.

UDC 532.610

## **DIGITAL TECHNOLOGIES THAT WILL CHANGE THE OIL AND GAS SECTOR IN THE FUTURE**

**A.Yu. Davydov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**D.N. Khudoiberdiev**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-21-11)*

**M.Ya. Khabibullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** The article is devoted to the use of digital technologies in the oil and gas industry in the future. Application of artificial intelligence. AR and VR and its uses.

**Keywords:** Artificial intelligence, oil and gas logistics, automation, intelligent automation, AR and VR, secure transactions in the oil and gas industry.

Цифровизация — это внедрение цифровых технологических решений в разные сферы жизни человека: от повседневности до бизнеса и промышленности. Не обошла цифровая трансформация и нефтегазовую отрасль. И это неудивительно, ведь компаниям ТЭК, чтобы оставаться конкурентоспособными, необходимо соответствовать правилам рынка.

ИИ и наука о данных в нефтегазовой отрасли [1-4].

Расширенная аналитика: большие данные и искусственный интеллект (ИИ) могут позволить мощным аналитическим платформам предоставлять информацию для повышения операционной и управленческой эффективности и уменьшения сбоев в цепочке поставок нефти и газа. Расширенная аналитика в сочетании с облачным программным обеспечением может обеспечить значительную экономию затрат на инфраструктуру [5-9].

Сейсмические данные. Во время поиска места для бурения нефтяных скважин расширенная аналитика может анализировать сейсмические данные, чтобы получить представление о рисках, повышая вероятность успеха и экономя время и деньги. Аналитика сейсмических данных также может быть объединена с историческими данными для определения уровней нефти в резервуарах.

Прогнозное обслуживание. Большие данные, собранные с помощью дорогостоящего оборудования, работающего на морских буровых платформах, можно использовать для прогнозного обслуживания активов и уменьшения количества сбоев.

Промышленный IoT в нефтегазовой отрасли.

Мониторинг трубопроводов: Утечки и повреждения при добыче нефти и газа могут нанести значительный финансовый и экологический ущерб. IoT может обеспечить эффективный мониторинг труб, насосов и фильтров в системе с использованием данных в реальном времени, чтобы избежать этих утечек. Это сокращает количество ненужных ручных проверок системы, а работники запускаются только при обнаружении аномалий. Мониторинг активов: датчики с поддержкой Интернета вещей могут обеспечить удаленный доступ к данным об использовании и техническом обслуживании тяжелых машин,

установленных при бурении на море и расположенных в отдаленных районах с экстремальными условиями [10-15].

Интернет вещей на нефтеперерабатывающих заводах: датчики с поддержкой Интернета вещей также могут предоставлять данные в реальном времени для контроля параметров производительности. Данные в режиме реального времени доступны круглосуточно для достижения точных измерений.

Логистика нефти и газа: Поскольку суда, содержащие нефть и газ, большие, некоторые районы недоступны. LPWAN (глобальные сети с низким энергопотреблением) предоставляют работникам судна возможность мониторинга, предоставляя данные в реальном времени для технического обслуживания [16-19].

Автоматизация в нефтегазовой отрасли.

Как показано на рисунке 1, к 2030 году глобальная рыночная стоимость технологий автоматизации в нефтегазовом секторе, по прогнозам, увеличится почти вдвое и достигнет примерно 42 миллиардов долларов США. Последствия автоматизации в нефтегазовом секторе следующие:

RPA и интеллектуальная автоматизация: автоматизация процесса закрытия с помощью RPA (автоматизация процессов робототехники) может значительно сократить время закрытия, снизить риск человеческих ошибок и улучшить слышимость в нефтегазовом секторе. Не стесняйтесь ознакомиться с нашей статьей об интеллектуальной автоматизации в нефтегазовой отрасли [20-25].

Автоматизация цепочек поставок нефти и газа. С помощью RPA операции по закупкам можно автоматизировать, чтобы сократить время цикла и достичь общей эффективности в цепочках поставок нефти и газа.

Дроны при морском бурении. Дроны и погружные боты используются для автоматизации проверки недоступных зон при морском бурении. Боты также могут уменьшить количество ошибок и повысить безопасность работников при установке новых деталей и ремонте существующих в опасных местах.

AR и VR в нефтегазовой отрасли. По прогнозам, к 2024 году рынок AR (дополненной реальности) и VR (виртуальной реальности) вырастет в 10 раз и составит ~300 миллиардов долларов. Последствия AR и VR для нефтегазового сектора таковы. Улучшенное обучение: VR-гарнитуры могут проводить практическое обучение работников без необходимости посещать морские заводы. Это может обеспечить эффективный и безопасный способ применения теоретических знаний в практических случаях. Улучшенное обслуживание: AR-гарнитуры могут обеспечивать инструкции по выполнению действий без помощи рук, а также соответствующие инструменты и детали.

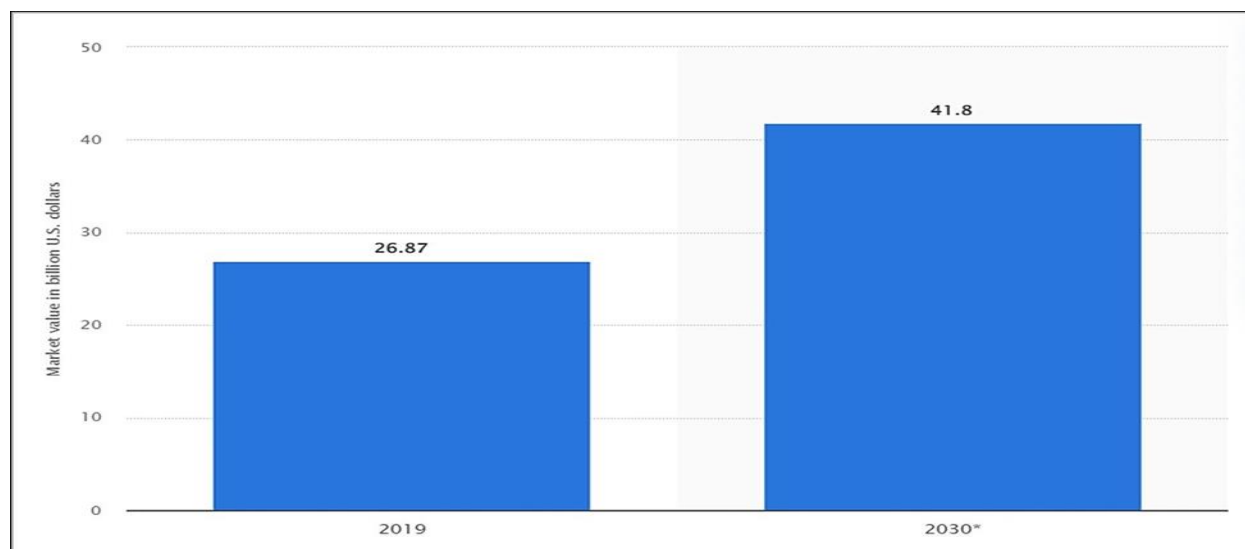


Рисунок 1 - Глобальная рыночная стоимость автоматизации нефтегазовой отрасли к 2030 году

Это может значительно повысить эффективность обслуживания, предоставляя графическую информацию и устраняя необходимость чтения длинных руководств. Кроме того, эти AR-гарнитуры могут также предоставлять доступ к видео в реальном времени техническим специалистам, которые недоступны на месте технического обслуживания, а также записывать процесс на будущее для анализа потоков жидкости и газа в нефтегазовой отрасли, позволяя инженерам проводить расчеты, оптимизировать процессы добычи и транспортировки нефти и газа, а также принимать обоснованные решения по улучшению работы системы [26-28].

Блокчейн в нефтегазовой отрасли. Значение технологии блокчейн в нефтегазовом секторе.

Безопасные транзакции в нефтегазовой отрасли. Благодаря технологии блокчейна цифровые транзакции могут выполняться с большей прозрачностью и безопасностью. Например, Natixis, IBM и Trafigura инициировали платформу смарт-контрактов на основе блокчейна для США для безопасного управления сделками с сырой нефтью. IBM также запустила систему общего реестра на основе SAP, которая помогает улучшить прозрачность и эффективность ежедневных транзакций, особенно для нефтегазового сектора. Повышенное доверие: технология блокчейн также может обеспечить хранение и аутентификацию сертификатов о прохождении обучения при приеме на работу. Это также может обеспечить большую прозрачность между деловыми партнерами в отношении устойчивого развития и этических норм.

#### **Список использованных источников:**

1. Методы статистического анализа при оценивании рисков в нефтегазовой промышленности / А. Ю. Давыдов, И. З. Хатмуллина, Ю. Е. Нусуратов, А. А. Калигин // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 591-596.
2. Внедрение технологий для увеличения периода работы нефтегазового оборудования / А. Ю. Давыдов, А. В. Шайдуллин, И. Ф. Галиуллина [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 596-602.
3. Разработка методики прогнозирования дифференциального прихвата бурильной колонны на основе программного обеспечения, моделирующего строительство скважины / А. Ю. Давыдов, Т. С. Шигапов, Р. И. Сулейманов [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 602-615.
4. Совершенствование конструкции входного модуля насоса электроцентробежного ЭЦНМ5-80-1550 / Р. Р. Салихов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 736-741.
5. Анализ свойств уплотнений плашек превентора с помощью метода конечных элементов / А. А. Ситников, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов [и др.] // Материалы 50-й



Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 741-748.

6. К вопросу о возможности практического применения технологии blockchain в нефтяной промышленности / А. Ю. Давыдов, Д. Р. Хасанов, И. Ф. Галиуллина [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 835-843.

7. Автоматизация нефтегазовой отрасли / А. Ю. Давыдов, Н. В. Гибадуллин, Р. И. Сулейманов [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 843-848.

8. Использование приложения Python для решения проблем в нефтяной отрасли / И. А. Фахрутдинов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 936-941.

9. Повышение эффективности процесса строительства боковых стволов с применением пульсирующего потока / Е. Л. Гусейнова, А. Ю. Давыдов, А. У. Бойжигитов [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1013-1017.

10. Присадки, увеличивающие турбулентность / Е. Л. Гусейнова, А. Ю. Давыдов, И. Ф. Галиуллина [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1017-1021.

11. Зависимость гидравлических потерь от радиуса гидравлического колена / Е. Л. Гусейнова, А. Ю. Давыдов, И. Ф. Галиуллина [и др.] // Материалы 50-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с Международным участием, посвящённой 75-летию УГНТУ: Материалы конференции, Октябрьский, 27–28 апреля 2023 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2023. – С. 1021-1025.

12. Мухамадеев Э. З. Исследование новых видов сырья для производства малоактивного технического углерода / Э. З. Мухамадеев // Вестник Башкирского университета. – 2006. – Т. 11. – № 1. – С. 42-44.

13. Мухамадеев Э. З. Использование частотно-регулируемого электропривода при замене насосного агрегата на насосную станцию / Э. З. Мухамадеев, Х. Н. Ягафарова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 12. – С. 86-89.

14. Мухамадеев Э. З. Влияние комплексных показателей качества технологической воды на pH водной суспензии технического углерода / Э. З. Мухамадеев, Ф. Х. Кудашева // Вестник Башкирского университета. – 2005. – Т. 10. – № 3. – С. 35-37.

15. Разработка способа утилизации отработанной в процессе алкилирования серной кислоты / А. Р. Мурзакова, Э. З. Мухамадеев, А. Д. Бадикова, Ф. Х. Кудашева, Р. Н. Гимаев // Катализ в промышленности. – 2008. – № 1. – С. 40-43.

16. Мухамадеев Э. З. Перспективы расширения сырьевой базы для производства малоактивного печного технического углерода / Э. З. Мухамадеев // Башкирский химический журнал. – 2006. – Т. 13. – № 2. – С. 29-33.
17. Галиуллина И. Ф. Совместная добыча нефти и пластовой воды с последующим получением из нее жидкости глушения и пищевой поваренной соли / И. Ф. Галиуллина, Р. Р. Кадыров // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 209-212.
18. Ограничение водопритока на скважинах с использованием гидродинамической модели / Р. Р. Хуснутдинова, А. И. Семанова, А. С. Семанов, И. Г. Фаттахов, И. Ф. Галиуллина, Р. Ф. Хуснутдинов // Нефтепромысловое дело. – 2023. – № 11 (659). – С. 58-64.
19. Особенности строительства скважин на Ачимские отложения Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения / И. Ф. Галиуллина, Л. Ш. Асылгараев, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 331-337.
20. Анализ эффективности применения тепловых методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Западной Сибири / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов, Э. А. Юсупов, О. В. Филимонов // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых / отв. ред. Д. С. Реченко. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2021. – С. 44-49.
21. Гусейнова Е. Л. Экологизация технологии бурения скважин с использованием промывочной жидкости на основе сложных эфиров / Е. Л. Гусейнова, Э. В. Свежинкин, А. Р. Сакаев // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 172-175.
22. Гусейнова Е. Л. Использование противотурбулентных присадок для увеличения пропускной способности магистральных трубопроводов / Е. Л. Гусейнова, И. Р. Гадельшин, Р. С. Миндаuletov // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 161-164.
23. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров [и др.] // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х томах, Октябрьский, 31 марта 2017 года. Том 1. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2017. – С. 392-395.
24. Габдрахманов Н. Х. Промысловые исследования процесса сепарации газа на приеме погружных насосов / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 59-62.
25. Давыдова О. В. Влияние температуры жидкости на остаточное количество растворенного газа в нефти при измерениях газового фактора / О. В. Давыдова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 181-189.
26. Габдрахманов Н. Х. Технологии определения газового фактора нефти на скважинах передвижными установками / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова, К. Е. Кордик // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 63-68.
27. Обзор методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями на месторождениях Западной Сибири / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, Р. А. Гилязетдинов, О. В. Филимонов, М. Л. Хуснутдинова // Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции молодых ученых / отв. ред. Д. С. Реченко. – Альметьевск: Изд-во Альметьевского государственного нефтяного института, 2021. – С. 54-58.

28. Эффективность применения обратных клапанов / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова, О. В. Филимонов, Й. Мадаминов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-практической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 131-138.

УДК 3054

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕДОБЫЧИ**

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, преподаватель)*

**Г.Н.Ахметьянов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. БСН-22-11)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**И.Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, ассистент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается применение гидроразрыва пласта для увеличения эффективности нефтедобычи, включая принципы работы, препятствия и пользу применения данной технологии.

**Ключевые слова:** гидроразрыв пласта, нефтедобыча, нефть, объем добычи.

UDC 3054

## **APPLICATION OF HYDRAULIC FRACTURING TECHNOLOGY TO INCREASE THE EFFICIENCY OF OIL PRODUCTION**

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, teacher)*

**G.N.Ahmetyanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, student BSN-22-11)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**I.F. Galiullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, assistant)*

**Abstract.** In This article discusses the use of hydraulic fracturing to increase the efficiency of oil production, including the principles of operation, obstacles and benefits of using this technology

**Keywords:** hydraulic fracturing, petroleum production, petroleum, production volume.

Нефтегазовая промышленность сегодня сталкивается с вызовами по поддержанию и увеличению уровня производства, в условиях уменьшения запасов легкой нефти и возрастания необходимости в извлечении труднодоступных запасов, таких как тяжелые

нефти и сланцевые нефти. В этой связи, технологии увеличения нефтедобычи являются критическими для дальнейшего развития промышленности. Одной из современных технологий, применяемых для увеличения эффективности нефтедобычи, является технология гидроразрыва пласта (ГРП), которая может значительно улучшить процесс извлечения нефти из труднодоступных залежей.

Применение гидроразрыва пласта для нефтедобычи основано на создании и распространении трещин в горных породах под действием высокого давления жидкости [1-4]. Для проведения гидроразрыва пласта используются специализированные скважины и оборудование, способные выдерживать высокое давление. Жидкость под давлением впрыскивается в скважину, что вызывает разрыв пород и создание трещин. Это увеличивает проницаемость породы и улучшает поток нефти к скважине, что в конечном итоге увеличивает объем добычи [5-9].

Процесс гидроразрыва пласта может быть усилен введением химических реагентов, таких как полимеры и присадки, что позволяет ещё больше повысить эффективность этого метода [10-15].

Схематично гидроразрыв пласта представлен на рисунке 1.

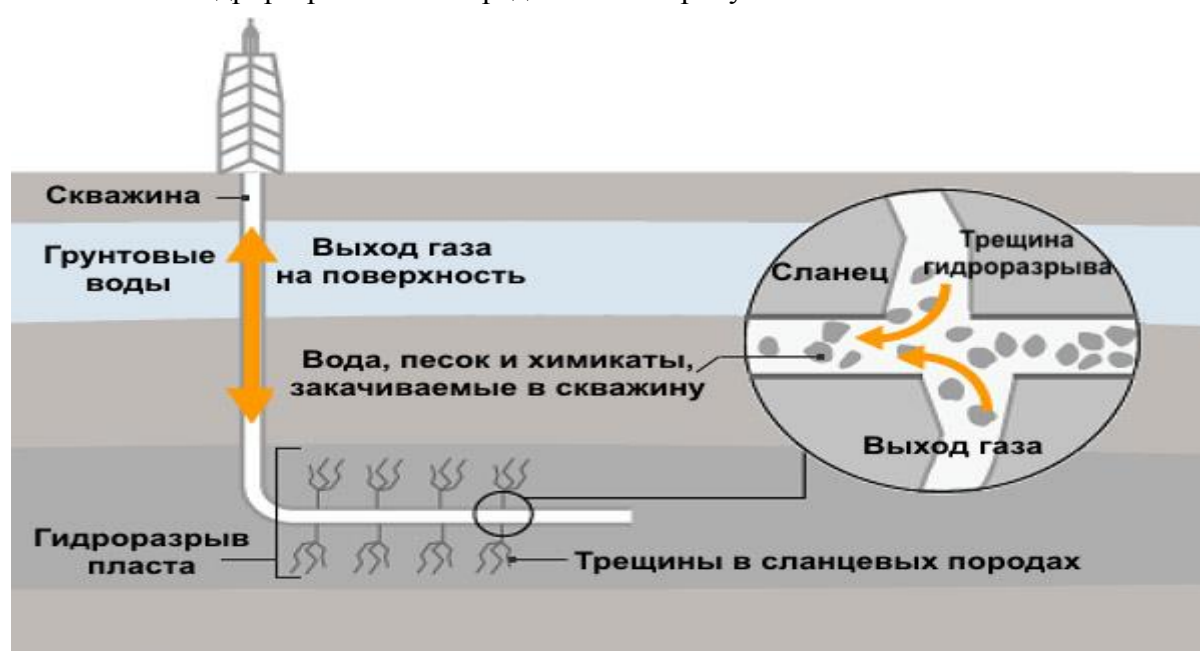


Рисунок 1- Гидроразрыв пласта

Одним из главных преимуществ использования технологии гидроразрыва пласта является увеличение эффективности извлечения нефти из труднодоступных залежей [16-19]. Это позволяет увеличить общий объем добычи и продлить срок сланцевых месторождений. Кроме того, ГРП позволяет снизить затраты на добычу, поскольку обеспечивает более высокую производительность скважин, уменьшает необходимость в долгосрочном оборудовании и создает возможность для экономически выгодной добычи труднодоступных запасов.

Хотя гидроразрыв пласта обладает значительным потенциалом для увеличения эффективности нефтедобычи, существуют ряд препятствий, которые могут осложнять применение данной технологии. Одной из основных проблем является контроль над трещинами, чтобы предотвратить не желательное перемещение жидкости в нежелательных направлениях [20-24].

В России данная технология активно применяется для увеличения эффективности нефтедобычи. Применение ГРП позволяет извлечь нефть из залежей, которые ранее были считаны невыгодными для эксплуатации из-за сложной геологии или низкой проницаемости пород.

Однако, необходимо уделить внимание разработке и соблюдению строгих стандартов безопасности и защиты окружающей среды в процессе применения данной технологии.

Технология гидроразрыва пород представляет собой эффективный метод увеличения производства нефти из труднодоступных залежей [25-28]. С ее помощью можно повысить проницаемость пласта, увеличить производительность скважин и снизить затраты на добычу. Применение этой технологии в различных регионах мира, включая сланцевые месторождения, демонстрирует ее значительный потенциал для улучшения эффективности нефтедобычи. Дальнейшие исследования и разработки в этой области могут привести к еще большим достижениям в области нефтедобычи.

#### **Список использованных источников:**

1. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
2. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
3. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
4. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
5. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
6. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
7. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
8. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
9. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
10. Советы при подготовке материала мультимедийной лекции в учебном процессе / Л. М. Зарипова, А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, Р. А. Ахметьянова, А. Г. Шарафутдинов // Актуальные вопросы высшего образования – 2019: материалы Международной научно-методической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – С. 144-147.
11. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
12. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов //

- Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
13. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
14. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
15. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А. Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И.

Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.

25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.

26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.

27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.

28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 665.63

## **НЕРЖАВЕЮЩАЯ СТАЛЬ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ**

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**К.А. Белалова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной работе приводится общая информация о нержавеющей стали и её применении в нефтегазовой области.

**Ключевые слова:** сталь, нефть, коррозия, нержавеющая сталь, нефтегазовая область.

UDC 665.63

## **STAINLESS STEEL AND ITS APPLICATION IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**K.A. Belalova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-22-11)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,*

**Abstract.** This paper provides general information about stainless steel and its application in the oil and gas industry.

**Keywords:** steel, petroleum, corrosion, stainless steel, oil and gas industry.

Достижения химической промышленности и машиностроения используются для увеличения выхода продукции и повышения надежности работы установок. Разрабатываются методы удаления потенциальных загрязнителей из технологических процессов и продуктов. Изменение национальных интересов нефтедобывающих стран влияет на источники поставок сырья. Одним из результатов этих изменений является растущее внимание к материаловедению, и все больший интерес проявляют к высоколегированным коррозионностойким сталям, особенно к нержавеющей сталям, которые позволяют работать с широким спектром сырья.

Нержавеющие стали — это конструкционные материалы, обладающие хорошей коррозионной стойкостью в средах, содержащих различные соединения серы [1-4]. Они обладают высокой прочностью, превосходными технологическими характеристиками и могут легко соответствовать широкому спектру требований к конструкции – нагрузке, сроку службы, простоте технического обслуживания и т.д. Области применения нержавеющей стали в нефтепереработке многочисленны и разнообразны.

Нержавеющие стали аустенитной группы, содержащие хром и никель, относятся к серии 300. Нержавеющие стали, содержащие хром, никель и марганец, относятся к серии 200 [5-9]. Хотя аустенитные сплавы имеют различный состав, многие из них имеют общие характеристики. Они могут быть упрочнены холодной обработкой, но не термообработкой. После отжига все они немагнитны; однако некоторые из них могут слегка намагнититься при холодной обработке [10-14]. Они обладают превосходной коррозионной стойкостью, механическими свойствами (как при окружающей среде, так и при низких или повышенных температурах) и пластичностью.

#### ***Перегонка сырой нефти***

В установках для перегонки сырой нефти нержавеющие стали используются, в первую очередь, для защиты от сульфидирования при повышенной температуре и от воздействия нафтеновых кислот, если они присутствуют. Сообщалось, что нафтеновые кислоты наиболее агрессивны в диапазоне температур 288-343°C с некоторым снижением коррозионной активности после 399°C, когда, как считается, они растрескиваются [15-19].

Одним из факторов, который следует учитывать при использовании нержавеющей стали, помимо защиты от воздействия серы и нафтеновых кислот, является ее минимальная склонность к образованию отложений. Потоки сырой нефти переходят к другим процессам нефтепереработки, таким как десульфурация и гидрокрекинг, в которых используются уплотненные слои катализаторов. Эти слои могут закупориваться, если в потоке много окалина или железа, а закупоренные слои приводят к простоям и потере производительности. Образование накипи часто не учитывается при проектировании реакторов и линий перекачки, но, тем не менее, образование накипи происходит даже при низких скоростях коррозии.

#### ***Гидрообработка***

Нержавеющие стали предпочтительны для серосодержащих сред с температурой выше 288°C, из-за того, что они менее склонны к образованию кокса [20-22]. Стабилизированные марки используются для предотвращения повышенной чувствительности и минимизации возможности коррозионного растрескивания под



действием полиотионовой кислоты под напряжением во время простоя. Нержавеющие стали, используемые для гидрообессеривания и гидрирования, являются Типы 405, 410, 430, 304, 321, 347 и 308 для наплавки под сварку [23-25]. Выбор материала в значительной степени зависит от содержания сероводорода и водорода, температуры и свойств сплавов-кандидатов при повышенных температурах. При низких температурах, когда присутствует влага, выбор зависит от стойкости к химической коррозии, коррозии под напряжением и эрозионной стойкости.

#### ***Каталитический риформинг***

Исходным сырьем для каталитического риформинга является нефтя, которая была обессерена. Благодаря удалению серы поток не вызывает сильной коррозии, а углеродистая сталь или сталь с низким содержанием хрома подходят для большинства применений - за исключением, возможно, охладителя конечного риформинга. Кроме того, внутренние элементы реактора, такие как покрытия, термоэлементы, устройства поддержки катализатора обычно относятся к типу 304 [26].

Существует два возможных варианта коррозии в охладителе продукта риформинга: одна из них связана с охлаждающей водой, а другая - с использованием органического хлорида для регенерации катализатора. Органический хлорид постоянно добавляется в поток для поддержания активности катализатора. Когда поток попадает в последний охладитель, температура снижается до такой степени, что хлорид аммония может выпадать в осадок, а при наличии воды это может вызвать сильную коррозию стали и латуни. Влажный хлорид аммония может вызвать точечную коррозию типов 304 и 316. Следовательно, если для этого этапа выбрана нержавеющая сталь, она должна обеспечить защиту от образования трещин со стороны охлаждающей воды.

#### ***Гидрокрекинг***

Гидрокрекинг проходит при 8,2-20,7 МПа в присутствии богатого водородом потока рециркулирующего газа [27]. После теплообмена с горячими сточными водами потоки нефти и рециркулирующего газа объединяются и нагреваются в подающем нагревателе до желаемой температуры на входе. Для регулирования температуры высокоэкзотермических реакций в реактор между слоями вводится охлажденный рециркулированный "гасящий" газ. Выходящий из реактора поток охлаждается, затем испаряется и промывается в сепараторе высокого давления, далее испаряясь при низком давлении. Проблема коррозии и компенсационные меры аналогичны реакциям гидроочистки. В реакционной секции десульфурации при гидрокрекинге используются нержавеющие стали типов 304, 321, 347, 410 [28].

Некоторые компании алюминизируют нержавеющую сталь для дополнительной защиты от возможных полиотонных воздействий и сведения образования сульфидной накипи при высокой температуре к минимуму. Этот подход используется для установок гидроочистки и для стадии десульфурации при гидрокрекинге. Эти компании предпочитают алюминизировать сплав, который сам по себе устойчив к коррозии на случай, если алюминизирование будет неполным или в конечном итоге разрушится в результате высокотемпературной коррозии.

Нержавеющие стали также используются для защиты от общей или равномерной коррозии, вызываемой кислотными влажными соединениями серы, хлоридом аммония и цианидом, не вступившим в реакцию с ингибитором.

Таким образом, правильный выбор материала имеет решающее значение для повышения эффективности производственных процессов. Нержавеющая сталь обладает множеством свойств, которые помогают обеспечить надёжность и успех в долгосрочной перспективе, особенно в нефтегазовой промышленности.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И.

- Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.

15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И.

Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.

27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.

28. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.

УДК 622.221.2

### **ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ОСНОВНЫХ «ЩАДЯЩИХ» МЕТОДОВ ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА**

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**А.М. Нада**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ 20-12)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье будут рассмотрены преимущества и недостатки «щадящего» способа вторичного вскрытия продуктивных пластов методом ОРВ, путем предварительной установки в колонне, растворяемых при кислотной обработке, цинковых и магниевых заглушек и прокалывающих перфораторов, спускаемых на колонне насосно-компрессорных труб. Также будет дан обзор техники и технологий вторичного вскрытия пластов сверлением и показаны преимущества сверлящей перфорации.

**Ключевые слова:** преимущества, недостатки, вторичное вскрытие, перфорация, пласт, обсадная колонна.

UDC 622.221.2

### **ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE BASIC "CLEARING" METHODS OF PERFORATION**

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**A.M. Nada**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BGB 20-12)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** This article will discuss the advantages and disadvantages of the "clearing" method of secondary opening of productive layers using the ODS method, by pre-installation in the column, dissolved during acid treatment, of zinc and magnesium plugs and piercing perforators, run-down on the tubing string. It will also give an overview of the techniques and technologies of the secondary seam drilling with drilling and show the advantages of drilling perforation.

**Keywords:** advantages, disadvantages, secondary autopsy, perforation, formation, casing.

Существуют иные способы вскрытия пластов, при которых отсутствует разрушающее воздействие на цементное кольцо, так называемая щадящая перфорация. К ним относятся: метод ОРВ, разработанный в ТатНИПИнефть, прокалывающие перфораторы, разработанные в ТатНИПИнефти и БашНИПИнефти и сверлящие перфораторы, разработанные во ВНИИГИС под руководством автора и запатентованные в РФ [1-4].

Метод ОРВ [5-8] заключается в том, что в скважину на обсадной колонне спускается фильтр с отверстиями, заглушенными цинковыми и магниевыми пробками. С помощью расчетов и разметки при сверлении отверстий, а затем и тщательным промером обсадных труб при спуске в скважину, отверстия с цинковыми заглушками устанавливаются напротив продуктивного нефтяного пласта, а отверстия с магниевыми заглушками - напротив водоносного пласта.

После цементирования колонны и ОЗЦ производится спуск НКТ и закачка соляной кислоты для растворения первоначально магниевых заглушек и образования каналов в водоносных пластах. Затем в водоносной части пласта создается водоизоляционный экран с закачкой через НКТ нефтесернистой смеси.

После проведения водоизоляционных работ по НКТ вновь закачивается соляная кислота для растворения цинковых заглушек, которые растворяются в течение 48 часов позже магниевых заглушек. Далее, созданием избыточного давления в колонне производится разрушение цементных перемычек против отверстий в нефтеносном пласте.

Промысловыми исследованиями показаны преимущества метода ОРВ при вскрытии продуктивных, особенно тонкослоистых нефтяных пластов, где применение кумулятивной перфорации приводило к большому содержанию воды в добываемой жидкости в результате разрушения изоляции между нефтяными и водоносными пластами и заколонных перетоков. Кроме того, вскрытие осуществлялось при спущенных в скважину НКТ, что давало возможность вскрывать высоконапорные и низконапорные пласты в условиях равновесия или депрессии.

К недостаткам метода можно отнести следующее [9-14]:

- отверстия в фильтре заранее размещены, и плотность их равна 2-4 на 1 погонный метр, поэтому неоднородные тонкослоистые пласты могут быть не полностью охвачены вскрытием;
- длина канала небольшая, ограничена лишь толщиной стенки обсадной трубы;
- трудно заранее определить необходимость завоза фильтров на буровую, поэтому не всегда они применяются там, где это может дать эффект;
- затруднена привязка фильтра к продуктивному пласту, что осложняет технологию спуска обсадной колонны;
- требуется бригада капремонта для кислотной обработки и вызова притока из скважины;
- однажды установленный фильтр исключает возможность проведения подобных работ при переходе на вышележащий продуктивный пласт.

В последние годы находит все большее применение, особенно за рубежом, метод прокалывания обсадной колонны при вскрытии продуктивного пласта специальными

устройствами, спускаемыми на трубах с помощью специальных пробойников, внедряемых с большим усилием в металл и цементное кольцо от действия давления жидкости, нагнетаемой насосным агрегатом, в трубы [15-19]. Конструкции прокалывающих перфораторов БашНИПИнефти и ТатНИПИнефти нашли применение особенно при бурении боковых стволов из существующего фонда скважин, в которых боковой ствол, пробуренный из 5 и 6-дюймовых колонн обсаживается 4-дюймовой колонной, в габариты которой плохо проходят существующие кумулятивные перфораторы. Кроме того, боковые стволы имеют большие зенитные углы на большом протяжении, также затрудняющие проход стреляющим перфораторам на кабеле.

Недостатками прокалывающих перфораторов, как и всех перфораторов на трубах, является сложность привязки перфоратора к продуктивному интервалу, требующей особых технологических приемов с комбинацией геофизических методов контроля за спуском трубных перфораторов.

Основным же недостатком прокалывающих перфораторов является уплотнение цемента и горной породы, отгибаемой частью колонны в момент прокалывания, что ухудшает коллекторские свойства пласта при вскрытии [21-24].

В последние годы все большее применение в технологии вторичного вскрытия продуктивных пластов находят сверлящие перфораторы на кабеле, исключаящие разрушение обсадных колонн и цемента.

Вскрытие обсадных колонн, цемента и продуктивных пластов сверлением осуществлялось на заре развития буровых работ в нефтяной промышленности до изобретения стреляющих перфораторов, т.е. до 30-х годов. Отверстия в обсадной колонне создавали заранее в мастерских сверлением или прорезали щели фрезой.

Создание отверстий в спущенной колонне производили сверлильными аппаратами, которые спускали в скважину на тросах и приводили в действие с помощью механических передач.

Наряду со стреляющими перфораторами в 30-е годы начали патентоваться более совершенные устройства по сверлению обсадных колонн. Так, А.И. Цуриновым в 1933 году был предложен сверлящий перфоратор, спускаемый на колонне труб. Исполнительный механизм приводился в действие канатом с поверхности.

Х.И. Хилбаком был запатентован сверлящий перфоратор, спускаемый на каротажном кабеле [25-28]. Сверлящий перфоратор работает от погружного электродвигателя, а прижатие прибора к стенке колонны и подача сверла осуществляется электромагнитными устройствами.

В результате исследований, выполненных автором и под его руководством и изложенных в настоящей работе, были разработаны начиная с середины 80-х годов сверлящие перфораторы ПС-112 и их модификации, которые нашли широкое применение при вторичном вскрытии продуктивных пластов нефтяных и газовых месторождений.

#### **Список использованных источников:**

1. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
2. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
3. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.

4. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
5. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
6. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
7. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
8. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
9. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
10. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
11. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
12. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
13. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
14. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
15. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.

16. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
17. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.
18. Анализ показателей, влияющих на снижение энергоэффективности установки электроцентробежного насоса / А. Ю. Давыдов, Ш. Х. Насулложанов, И. А. Давыдов, Л. З. Зайнагалина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 77-80.
19. Бобоев А. А. Причины возникновения колебаний в системе ВЗД-КБТ и пути регулирования / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 199-203.
20. Повышение надежности и работоспособности винтового насоса / Б. Б. Бобожонов, Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 330-334.
21. Давыдов А. Ю. Насос буровой НБТ-600 с виброзащитой корпуса насоса / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 419-423.
22. Ремонт плунжерной пары штангового трубного насоса / А. Ю. Давыдов, М. Л. Галимуллин, Л. З. Зайнагалина, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 423-426.
23. Насос ЭЦНМ5-50-1400 для добычи абразивной жидкости / А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, О. В. Давыдова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 431-434.
24. Методы регулирования подачи магистральных насосов / А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 426-431.
25. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
26. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
27. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.



28. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.

УДК 622.276

## ВОДОРОДНОЕ ОХРУПЧИВАНИЕ

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Э.В. Гайфуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент группы ГР-21-11)*

**А. И. Сулейманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент группы ГР-21-11)*

**Аннотация.** В этой статье рассматривается концепция водородного охрупчивания и метод испытаний на водородное охрупчивание. Приведены основные критерии испытаний на водородное охрупчивание. Указаны условия возникновения водородного охрупчивания.

**Ключевые слова:** водородное охрупчивание, водородная хрупкость, испытание, методы, металл.

UDC 622.276

## HYDROGEN EMBRITTLEMENT

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**E. V. Gaifullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
students gr. GR 21-11)*

**A. I. Suleymanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
students gr. GR 21-11)*

**Abstract.** This article discusses the concept of hydrogen embrittlement and the hydrogen embrittlement test method. The main criteria for hydrogen embrittlement tests are given. The conditions for the occurrence of hydrogen embrittlement are indicated.

**Keywords:** hydrogen embrittlement, hydrogen fragility, test, method, metal.

Водородная хрупкость означает, что металл подвергается воздействию водорода и становится хрупким. Этот процесс до конца не изучен из-за сложного механизма, приводящего к охрупчиванию. Были предложены механизмы, объясняющие охрупчивание. К ним относятся образование хрупких гидридов, образование пузырьков воздуха и пустот,

приводящих к увеличению давления внутри материала, деагломерации и повышенной локальной пластичности, которые способствуют распространению трещин [1-4].

Для возникновения водородной хрупкости должны быть соблюдены следующие условия.

1. Наличие и диффузия водорода.
2. Стресс.
3. Материальная чувствительность.

Водород часто вводится во время производства в результате таких операций, как формование, нанесение покрытия, гальваника и очистка. С течением времени водород также может поступать из-за воздействия окружающей среды и процессов коррозии, таких как коррозия покрытия и защита катода [5-9].

В качестве метода анализа водородной хрупкости существует метод оценки влияния внешнего источника водорода, такого как внутренний водород и защита катода во время производства. В лаборатории вы должны испытать образцы стали, твердость которых не меньше конечного продукта. Образцы должны быть изготовлены из готового материала, поскольку обработка оказывает значительное влияние на устойчивость к водородной хрупкости [10-14].

Существует множество стандартов ASTM для тестирования водородной хрупкости.

ASTM B577 - это хорошо известный метод определения оксида меди в самой меди. Некоторые из них специализируются на испытаниях медных сплавов на водородное охрупчивание, включая металлургическую оценку, испытание в заполненном водородом пространстве с последующей металлургической оценкой, и метод C такой же, как метод B, но испытание на изгиб.

ASTM B839 - стандартный метод испытаний. Это устройство эффективно определяет остаточную хрупкость металлизированных изделий, изделий с наружной резьбой, крепежа и наклонных клиньев.

ASTM F519 - это стандартный метод испытаний для оценки механической водородной хрупкости покрытий, показывающий процесс нанесения покрытия и условия использования. Существует семь дизайнов образцов, два из которых наиболее распространены: экспресс-тест, пошаговый тест под нагрузкой ASTM F1624 и 200-часовой тест с постоянной нагрузкой. Устойчивое нагрузочное тестирование по-прежнему включено во многие устаревшие стандарты, но метод RSL все чаще используется с точки зрения скорости тестирования, воспроизводимости и количественности. Метод RSL позволяет точно оценить влияние водорода изнутри и снаружи [15-18].

ASTM F1459 - это стандартный метод испытаний для измерения чувствительности металлических материалов к испытаниям на водородное газовое охрупчивание. В этом испытании используется диафрагма, нагруженная перепадом давления.

ASTM G142 - это стандартный метод испытаний для измерения предрасположенности металлов к охрупчиванию под высоким давлением, высокой температурой или в обеих водородных средах. В этом испытании цилиндрический образец для испытания на растяжение используется в оболочке, находящейся под давлением водорода или гелия [19-22].

ASTM F1624 - это стандартный метод испытаний для измерения предела водородной хрупкости стали при возрастающей нагрузке. В этом тесте пошаговый этап используется для количественной проверки порогового напряжения водородного охрупчивания для инициирования водородного растрескивания металлических пленок и покрытий из-за водорода во внутреннем водородном охрупчивании и хрупкой среде. Вы используете этап загрузки или нанесения краски load (RSL) метод. F1624 может быстро и количественно оценить внутреннее и внешнее воздействие водорода (достигается путем подачи выбранного напряжения на электрохимический элемент). Испытание F1624 сравнивает стандартную быстродействующую прочность на растяжение с прочностью на излом в испытании с

пошаговой нагрузкой, при котором нагрузка выдерживается в течение 1 часа (часов) на каждом шаге. Во многих случаях это можно сделать в течение 30 часов [23-25].

ASTM F1940 - это стандартный метод испытаний для контроля технологического процесса для предотвращения водородной хрупкости гальванических или покрытых крепежных изделий. Слово «молния» теперь используется, но F1940 изначально не создавался для этой цели. F1940 основан на методе F1624 и аналогичен F519, но с другим радиусом основания и коэффициентом концентрации напряжений. Ванна с покрытием считается «не охрупченной», если порог растрескивания образца составляет 75% от общей прочности на излом [26-28].

В результате данных испытаний заметны явные отклонения от первичного состояния металла, благодаря чему можно выявить водородную хрупкость. Например, при тестировании ASTM B577 металл испытывают на холодный изгиб после термической обработки. Явным признаком водородной хрупкости в данном случае будет то, что на внешней поверхности образуются трещины. Также в результате этих испытаний было выявлено, что водород делает хрупкими различные вещества, включая алюминий (при высоких температурах), сталь и титан, однако закалённая сталь имеет повышенную стойкость к водородному охрупчиванию. Алюминий, нержавеющая сталь и медь не подвержены водородному охрупчиванию.

Итак, водородное охрупчивание – очень опасный процесс, который может привести к проблемам. Из-за этого могут обваливаться металлические (и не только) сооружения, в результате чего могут погибнуть животные, люди, разрушаться здания и т.д. В настоящее время учёные со всего мира пытаются минимизировать контакт между металлом и водородом, но полностью избежать такого до сих пор не получается.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на аэрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гиляев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.

8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию

- филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-П-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 622.276

## МЕТОД СНИЖЕНИЯ КОНТАКТНОЙ КОРРОЗИИ

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Е.А. Таганова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,*

студент гр. БСН-20-11)

**Д.Р. Гильмутдинов**

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,

студент гр. БСН-20-11)

**Аннотация.** Статья посвящена контактной коррозии. Рассматриваются причины ее возникновения. Описывается разработка метода снижения контактной коррозии. Приводятся экспериментальные методы.

**Ключевые слова:** Контактная коррозия, электротехника, полимерный материал, материалы, антикоррозионные добавки.

UDC 622.276

## METHOD OF REDUCING CONTACT CORROSION

**O.V. Davydova**

(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)

**R.I. Suleimanov**

(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)

**E.A. Taganova**

(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)

**D.R. Gilmudinov**

(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)

**Abstract.** The article is devoted to contact corrosion. The reasons for its occurrence are considered. The development of a method for reducing contact corrosion is described. Experimental methods are given.

**Keywords:** Contact corrosion, electrical engineering, polymer material, materials, anticorrosive additives.

Контактная коррозия относится к одной из наиболее распространенных форм коррозии, возникающей при контакте металлических материалов различной электрохимической активности. Ее причиной служит электрический потенциал, который возникает в точке контакта. Это приводит к появлению гальванической пары и последующей коррозии [1-4].

Одним из способов борьбы с контактной коррозией – использование устройств защитного действия. Они представляют собой специальные элементы, которые помещаются в зазор между металлическими поверхностями, чтобы предотвратить гальваническое взаимодействие. В данной статье мы рассмотрим, как работает этот метод и какие его преимущества и недостатки.

Контактная коррозия возникает из-за электрохимической реакции между двумя материалами, находящимися в контакте друг с другом. Основные причины ее возникновения – различие потенциалов электродов и наличие электролитической среды [5-9].

Различие потенциалов возникает, когда два материала имеют разную степень активности по отношению к окружающей среде. Например, если медный провод соединен с алюминиевым элементом, то медь будет действовать как анод, алюминий – как катод. В

результате происходит перенос электронов от меди к алюминию, что вызывает коррозию медного провода [10-14].

Наличие электролитической среды также может способствовать контактной коррозии. Это может быть вода или любая другая жидкость, которая содержит ионы и может служить для передачи зарядов.

Анализ причин возникновения контактной коррозии позволяет определить методы ее предотвращения. Одним из них является использование материалов с близким потенциалом электродов. Также можно применять защитные покрытия, которые не пропускают электролитическую среду.

Важно также обеспечить хорошее качество соединения между материалами. Для этого используются специальные пасты и смазки, которые предотвращают появление контактной коррозии.

Снижение контактной коррозии является важным заданием при проектировании и эксплуатации различных конструкций и устройств. Правильный выбор материалов, использование защитных покрытий и обеспечение качественного соединения – это ключевые методы предотвращения этого процесса [15-19].

Контактная коррозия является одной из наиболее распространенных проблем в области электротехники и электроники. Она возникает при контакте различных металлических поверхностей и может привести к существенному ухудшению работы устройств, а в некоторых случаях – даже к их поломке.

Одним из способов борьбы с контактной коррозией является использование специальных покрытий на металлических поверхностях. Такие покрытия могут предотвратить контакт между разными металлами и тем самым снизить риск коррозии.

Однако, разработка оптимального метода покрытия для каждого конкретного случая требует значительных затрат времени и ресурсов. В связи с этим, были проведены исследования по поиску более эффективных способов борьбы с контактной коррозией.

Один из таких методов основан на использовании органических соединений, которые создают защитный слой на поверхности металла. Эти соединения образуют химическую связь с металлом и тем самым предотвращают контакт с другими металлами.

Такой подход был протестирован на различных типах металлов, включая алюминий, медь и латунь. Результаты показали эффективность метода в борьбе с контактной коррозией.

Несмотря на то, что этот метод еще не достиг коммерческого применения, он открывает новые перспективы для разработки более эффективных способов борьбы с контактной коррозией. Также он может быть полезен при создании новых материалов для производства устройств электроники и электротехники [21-24].

Для оценки эффективности способа снижения контактной коррозии были проведены экспериментальные исследования. Во время исследований были использованы образцы из алюминия и стали, которые были соединены в пару.

Первый этап эксперимента заключался в измерении начального уровня коррозии на поверхности контакта образцов, который составил 0,2 мм/год. Далее был применен метод снижения контактной коррозии, включающий нанесение на поверхность контакта тонкого слоя полимерного материала.

После применения метода была произведена повторная оценка уровня коррозии на поверхности контакта. Результаты показали значительное снижение уровня коррозии до 0,01 мм/год.

Также было проведено дополнительное исследование для проверки долговременной эффективности метода. Образцы были помещены в условия высокой влажности и температурных перепадов в течение года. После этого уровень коррозии на поверхности контакта продолжал оставаться низким - 0,02 мм/год.

Многие исследования были проведены в области снижения контактной коррозии, и многие способы были предложены. Однако не все из них эффективны.

Одно из исследований показало, что использование антикоррозионных добавок к маслам и жидкостям, которые используются в механических устройствах, может значительно снизить контактную коррозию. Эти добавки создают защитную пленку на поверхности металла, которая предотвращает контакт с окружающей средой [25-28].

Другое исследование показало эффективность использования технологии напыления пористых материалов на поверхность металла. Эта техника создает защитный слой на поверхности металла, который предотвращает контакт с влагой и другими вредными факторами окружающей среды.

В целом можно заключить, что для борьбы с контактной коррозией необходим комплексный подход. Использование антикоррозионных добавок или пористых материалов должно сочетаться с правильной эксплуатацией оборудования и регулярным обслуживанием. Только так можно достичь наилучшего эффекта и снизить вероятность контактной коррозии до минимума.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.



11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.

22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 550.8

## **ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО КОЛЬЦА И СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ**

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**И.З. Хатмуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Ю.Е. Нусуратов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**А.А. Калигин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Аннотация.** В статье рассматривается проблема разрушения цементного кольца и причины его износа. Проанализированы несколько основных причин разрушения цементного кольца и

его отхода от обсадной колонны. Исследуются виды деформаций, которые возникают из-за разрушения цементного камня. Также в статье рассматриваются основные методы исследования цементного камня.

**Ключевые слова:** цементное кольцо, цементометрия, затрубное пространство, обсадная колонна, акустическая цементнометрия.

UDC 550.8

## THE CAUSES OF THE DESTRUCTION OF THE CEMENT RING AND WAYS TO CONTROL THE CONDITION OF THE CEMENT STONE

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**I.Z. Khatmullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**Y.E. Nusuratov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**A.A. Kaligin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**Abstract.** The article deals with the problem of the destruction of the cement ring and the causes of its wear. Several main reasons for the destruction of the cement ring and its departure from the casing are analyzed. The types of deformations that occur due to the destruction of cement stone are investigated. The article also discusses the main methods of studying cement stone.

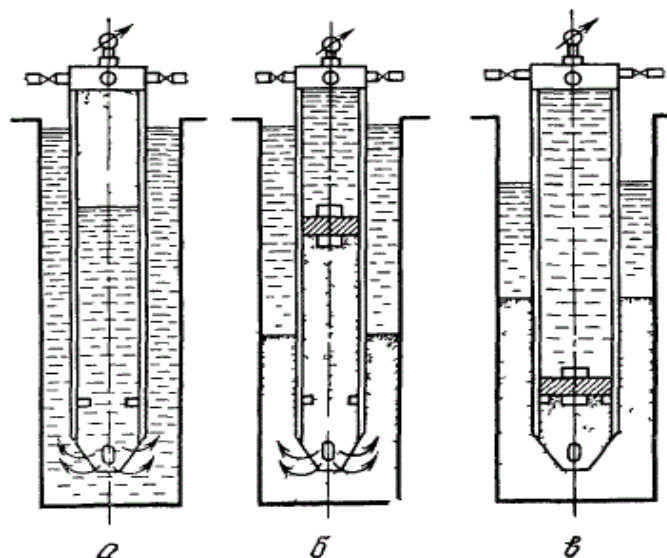
**Key words:** cement ring, cementometry, annular space, casing, acoustic cementometry.

Цементное кольцо – это цементный раствор, который закачивается в кольцевое пространство, заключенное между стволом скважины и обсадной колонной. Превращаясь в камень, цементное кольцо герметизирует и изолирует интервалы геологических и продуктивных разрезов. Оно формирует прочную и герметичную крепь на период строительства скважины, ее эксплуатации, обеспечивая жесткую связь между обсадной колонной и стенками скважины [1-4].

Цементирование является одной из важнейших операций для крепления обсадных колонн. Однако со временем в процессе эксплуатации нефтяных скважин цементные кольца могут разрушаться по причине различных напряжений, которые действуют на цементный камень. В этом случае в затрубное пространство происходит проникновение жидкости и газа. Это может привести к разгерметизации скважины, которое имеет опасность открытого фонтанирования, а, следовательно, повышается аварийность работы скважины [5-9].

Причинами разрушения цементного кольца могут стать напряжения, возникающие из-за изменения температур и давлений в процессе эксплуатации скважины, а также качества цемента.

В процессе цементирования и испытания обсадной колонны на герметичность возникают деформации и напряжения, максимальные по своему значению, в той части колонны, которая примыкает к забою скважины в месте подъема цементного кольца (рис.1).



а – закачка цементного раствора, б – продавливание цементного раствора, в – посадка пробки на стоп-кольцо

Рисунок 1- Схема цементирования с одной пробкой

В том случае, когда возрастает перепад давления и температуры, происходит увеличение отхода колонны от цементного кольца. По причине этого между цементным кольцом и обсадной колонной появляется радиальный зазор, приводящий к опасности разрушения цементного камня, что нарушает герметичность заколонного пространства [10-14].

При бурении и эксплуатации глубоких нефтегазовых скважин можно сделать вывод, что большинство подобных скважин эксплуатируются с проявлением негерметичности в заколонном пространстве. Это свидетельствует о повреждении сцепления цементного кольца с обсадной колонной или же о повреждении самой обсадной колонны. Негерметичность затрубного пространства характеризуется ростом давления в заколонном пространстве добывающей скважины.

Особо опасен перепад давления при эксплуатации газовых скважин, когда рост давления достигает опасных значений. При исследовании обсадных колонн, находящихся в напряженном состоянии, в случае стационарного распределения температуры наиболее опасными являются тангенциальные напряжения. Они могут достигать экстремальных значений и на внутренней, и на наружной поверхностях трубы, что может привести к аварийной ситуации [15-20].

Опасные перепады температур встречаются в глубоких высокодебитных скважинах. Разность давлений на внешней и внутренней стенках трубы не оказывает существенного влияния на напряженность колонны. В данном случае опасные температурные напряжения, которые возникают из-за высокой скорости движения жидкости по стволу скважины. Температура обсадной колонны может увеличиваться, приближаясь к забойной.

Отход и зазор может быть возможным, что может привести к разрушению цементного камня. Для того чтобы обнаружить это и вовремя принять меры, такие как ремонтные работы, рентабельно использовать дистанционные методы контроля [21-24].

Однако большинство существующих методов основано на спуске глубинного оборудования внутрь скважины с применением спускоподъемного оборудования. Такими

методами контроля являются: интегральная акустическая цементометрия, сканирующая акустическая цементометрия, гамма-гамма цементометрия и гамма-гамма дефектометрия-толщинометрия.

Их применение основано на геофизических исследованиях с помощью акустическоо метода. Данные виды цементометрии подразумевают спуск зонда на определенную глубину для сканирования цементного камня для обнаружения дефектов.

Однако данные методы теряют свою привлекательность из-за дороговизны и повышения себестоимости оборудования. Возникают простои в работе оборудования, что приводит к потере добычи нефти и газа [25-28].

Мониторинг состояния цементного камня в затрубном пространстве является важной частью процесса эксплуатации скважин. Вовремя обнаруженный износ цементного кольца может предотвратить аварийную ситуацию и снизить риск простоя оборудования. А для того, чтобы обнаружить износ цемента, необходимо понять причины разрушения цементного кольца и способы контроля за процессом износа.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гиладев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленныe исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.

10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й

- научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др.]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 622.276

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ЗАЛЕЖЕЙ СЛАНЦЕВОЙ НЕФТИ**

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Д.И. Фаткуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются особенности разработки залежей сланцевой нефти, а также применяемые методы и инновационные технологии. Будет проанализировано влияние геологических условий на выбор оптимального способа добычи, а также рассмотрены проблемы и перспективы развития данной отрасли. Понимание этих

особенностей позволит эффективно использовать потенциал сланцевой нефти и обеспечить устойчивое развитие нефтяной промышленности.

**Ключевые слова:** нефть, залежь, сланцевая нефть, разработка, добыча.

UDC 622.276

## FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF SHALE OIL DEPOSITS

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**D.I. Fatkullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student BSN-22-11)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant  
professor)*

**L.Z. Zaynagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** This article discusses the features of the development of shale oil deposits, as well as the methods and innovative technologies used. The influence of geological conditions on the choice of the optimal mining method will be analyzed, as well as the problems and prospects for the development of this industry will be considered. Understanding these features will make it possible to effectively use the potential of shale oil and ensure the sustainable development of the oil industry.

**Keywords:** oil, deposit, shale oil, development, production.

Разработка залежей сланцевой нефти является одной из наиболее актуальных задач нефтяной промышленности в современном мире. С ростом потребления энергии и уменьшением запасов традиционных источников нефти, поиск и разработка альтернативных месторождений становятся важными приоритетами для отрасли.

Сланцевая нефть представляет собой неконвенциональный вид нефти, который содержится в породах сложной геологической структуры - сланцах. Особенностью разработки таких залежей является то, что они имеют низкую проницаемость и плохо поддаются традиционным способам добычи. Поэтому требуется использование новых технологий и методов для успешной эксплуатации этих месторождений [1-4].

Введение в разработку залежей сланцевой нефти.

Разработка залежей сланцевой нефти представляет собой сложный и технологически продвинутый процесс, который требует особых знаний и навыков. Особенностью разработки залежей сланцевой нефти является то, что эти залежи расположены в твёрдой горной породе - сланце, и для их извлечения требуются специальные методы и технологии.

Одним из ключевых аспектов разработки залежей сланцевой нефти является гидроразрыв пласта, или фракционирование. Этот процесс включает в себя инъекцию большого количества воды и химических растворов в пласт, что приводит к образованию трещин и освобождению гидроносителей. После этого производится добыча нефти и газа с помощью скважин [5-9].

Еще одной особенностью разработки залежей сланцевой нефти является необходимость использовать горизонтальные скважины. Благодаря этому можно проследить



максимально возможную площадь пласта и обеспечить более эффективную добычу ресурсов. Разработка горизонтальных скважин требует специального оборудования и высокотехнологичных методов бурения.

Технологии и методы добычи сланцевой нефти.

Технологии и методы добычи сланцевой нефти являются одной из основных частей процесса ее разработки. В отличие от традиционных методов добычи нефти, таких как бурение скважин, добыча сланцевой нефти требует применения специальных техник и инструментов [10-15].

Одним из основных методов добычи сланцевой нефти является гидроразрыв пласта. Этот процесс включает в себя внедрение специальных химических растворов и воды под давлением в сланцевые пласты с целью разрушения породы и освобождения нефти. Гидроразрыв пласта позволяет добиться значительного увеличения дебита скважин и повышения эффективности добычи.

Кроме того, для добычи сланцевой нефти используется также метод горизонтального бурения. При этом скважины прокладываются горизонтально вдоль сланцевых пластов, что позволяет максимально эффективно использовать залежи. Горизонтальное бурение также позволяет увеличить площадь контакта скважины с пластом, что способствует улучшению процесса добычи.

Для разработки залежей сланцевой нефти также применяются современные технологии, такие как гидрофракционирование и гидроразрыв пород.

Особенности геологического строения залежей сланцевой нефти.

Особенности геологического строения залежей сланцевой нефти определяют их сложность и специфику разработки. В отличие от традиционных нефтегазовых месторождений, где нефть сосредоточена в песках и породах, сланцевая нефть находится в породах сланцевого состава. Это делает ее извлечение более сложным и затратным процессом [16-18].

Одной из особенностей геологического строения залежей сланцевой нефти является их тесное расположение и низкая проницаемость пород. Это означает, что нефть заключена в мелких трещинах сланца и плохо поддается естественной добыче. Для успешной разработки таких залежей требуется применение специальных технологий, таких как гидроразрыв пласта (гидрофракция) и установка горизонтальных скважин.

Еще одной особенностью геологического строения залежей сланцевой нефти является их распределение по широкой площади. Поэтому для коммерческой добычи необходимо вести много скважин. При этом каждый участок залежи имеет свою уникальность и требует адаптации разработки под его особенности. Сланцевые месторождения, как правило, располагаются в малых размерах и раздробленных зонах.

Проблемы и вызовы в разработке сланцевой нефти.

Разработка сланцевой нефти является сложным и весьма специфическим процессом, который стал актуальным в последние десятилетия в связи с увеличением потребности в энергоресурсах. Однако, в ходе этого процесса возникают ряд проблем и вызовов, связанных с особенностями самой сланцевой нефти [19-24].

Во-первых, одной из основных проблем является высокая степень трудности в добыче сланцевой нефти. Она находится в горных породах с низкой проницаемостью, что затрудняет ее извлечение. К тому же, применение традиционных методов добычи неэффективно для сланцевых залежей, поэтому требуются дополнительные усилия и ресурсы для ее разработки.

Во-вторых, разработка сланцевой нефти может столкнуться с проблемой негативного воздействия на окружающую среду. Процесс гидроразрыва сланцевых пород может привести к выбросу вредных веществ и загрязнению подземных вод. Кроме того, необходимо учитывать возможные землетрясения, связанные с этой технологией, которые могут вызвать большие повреждения в регионах, где происходит разработка.

Перспективы развития разработки залежей сланцевой нефти.

В последние десятилетия разработка залежей сланцевой нефти получила значительное развитие и стала важным направлением индустрии нефтегазового сектора. Одной из основных причин такой активности является значительное количество сланцевых ресурсов по всему миру, которые ранее оставались недоступными для добычи.

Перспективы развития этой отрасли связаны с несколькими факторами. Во-первых, технологические инновации позволяют осуществлять разработку сланцевых пластов более эффективно и экономически выгодно. Развитие гидродинамического разрушения пласта, горизонтальное бурение и применение химических реагентов позволяют увеличить производительность скважин и добывать больше нефти [25-28].

Во-вторых, разработка залежей сланцевой нефти способствует сокращению зависимости от импорта традиционных нефтегазовых ресурсов. Более эффективная добыча сланцевой нефти может снизить объемы импорта и обеспечить стратегическую независимость для многих стран.

Кроме того, разработка залежей сланцевой нефти может привести к созданию новых рабочих мест и стимулированию экономического роста в регионах с большими запасами сланцевых ресурсов.

Разработка залежей сланцевой нефти является сложным инженерным процессом, который требует специальных технологий и подходов. Важные аспекты включают гидроразрыв пласта, горизонтальное бурение, многостадийное гидроразрывание, мониторинг и контроль. Для обеспечения эффективной и устойчивой добычи сланцевая нефть требует комплексного подхода и постоянного мониторинга процессов и окружающей среды.

#### **Список использованных источников:**

1. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
2. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
3. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
4. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
5. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
6. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
7. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
8. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.

9. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
10. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
11. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
12. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
13. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.

21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 622.276.53

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ КОЛОННЫ ШТАНГ**

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Э.В. Якупов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Г.М. Астафьева**

*(АО «АК ОЗНА», начальник конструкторского отдела)*

**А.Ю. Давыдов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация:** В статье рассматривается система подбора оптимальной компоновки колоны штанг. Предлагается методика определения основных рабочих и режимных параметров работы колонны насосных штанг, на основе которой подбирается оптимальная конструкция. Методика переведена в цифровое отображение в виде компьютерной программы, адаптированной к современным операционным системам.

**Ключевые слова:** установка штанговая, колонна штанг, оптимальные параметры, компьютерная программа, подбор режима

UDC 622.276.53

## **DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR SELECTION OF THE OPTIMAL ROD COLUMN LAYOUTS**

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
lecturer)*

**E.V. Yakupov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**G.M. Astafieva**

*(AK OZNA JSC, head of the design department)*

**A.Yu. Davydov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract:** The article discusses a system for selecting the optimal layout of a rod column. A methodology is proposed for determining the main operating and operating parameters of a sucker rod string, on the basis of which the optimal design is selected. The technique has been translated into digital display in the form of a computer program adapted to modern operating systems.

**Key words:** rod installation, rod string, optimal parameters, computer program, mode selection

Разработка и повсеместное внедрение различных мероприятий по обеспечению снижения количества отказов колонн штанг значительно эффективны на базе изучения всех связующих факторов в совокупности и в комплексе, оказывающих влияние на показатели надежности колонн штанг и разработки важных и своевременных технических и технологических решений [1-4]. При этом в качестве используется многофакторные аналитические исследования априорного метода реализации этой работы. При внедрении рассмотренного метода разработка и последующее внедрение технических мероприятий раскрывается в решении следующих важных вопросов [5-8]:

- заблаговременный анализ информации, поступающей из нефтяного промысла;
- комплексный анализ совокупности действующих факторов;
- разработка и построение математических моделей, учитывающих влияние различных факторов на показатели надежности колонн штанг;
- разработка и внедрение мероприятий по повышению надежности колонн штанг.

Существуют основные методики подбора компоновки штангового глубинного насоса к нефтяной скважине [9]:

- 1) по ГОСТ 5866 – 76 подбирается привод ШГН - станок-качалка;
- 2) по диаграмме Адонина подбирается насос штанговый глубинный;

3) по номограммам Грузинова осуществляется расчет колонны штанг, возможен и аналитический подход.

По диаграмме Адонина по заданному дебиту и определенной глубине спуска насоса выбирают диаметр цилиндра насоса и тип станка-качалки [10].

Станки-качалки подразделяются на 2 основные группы:

- 1) базовые модели (традиционные);

2) модифицированные, основное отличие которых от базовых удлинненное переднее плечо балансира (измененные).

На принцип работы штангового глубинного насоса значительно влияет принцип цикла действия этого насоса [11-12].

Существуют четыре основных периода:

1) во время приложения усилий штанг весом жидкости, ниже положения плунжера насоса, при ходе полированного штока вверх является временем начальной деформации конструкций. В этот период сам плунжер находится статично относительно цилиндра, так как любое расхождение, в данном случае начало или конец процесса нагружения штанг весом жидкости. В результате создаются свободные вибрационные движения штанговой колонны, клапана при этом закрываются.

2) во время перемещения плунжера вверх, открывается всасывающий клапан, и жидкость движется в область под плунжер, а жидкость, расположенная под плунжером частично входит в область над плунжером, и стремится на поверхность. Колебания колонны продолжают проявляться за счет упругости столба жидкости и возникающего трения, к концу периода возникшие колебания понемногу затухают и явно уже не влияют на процесс.

3) период разгрузки штанг и период нагружения труб весом жидкости, находящейся в зоне над плунжером – иначе период обратной деформации, клапаны закрыты, возникают свободные колебания штанговой колонны.

4) период движения плунжера вниз при затухающих колебаниях, в начале периода закрывается всасывающий клапан и открывается нагнетательный, плунжер погружается под уровень жидкости и вытесняет часть жидкости на поверхность в выкидной коллектор.

В результате цикл в процессе работы повторяется многократно. Этим и обуславливается возникновение переменных по величине нагрузок в одном сечении. Поэтому при подборе насосных штанг нельзя руководствоваться только максимальными напряжениями при выборе материала изготовления штанг, а необходимо пользоваться таким параметром как приведенные напряжения [13-15].

На месте самой нижней точке подвеса штанговой колонны имеет место быть максимальным нагрузкам, действующих на эту колонну [16-18].

При работе насосной штанги, в условиях искривленной скважины, на колонну штанговых труб действуют продольные, изгибающие и поперечные нагрузки, а также архимедова сила. Изгиб происходит под действием поперечных сил на контакте муфтовой части с НКТ. При этом возникает сила осевого перемещения колонны штанг [19-20].

Силы трения состоят из сил: механического трения колонны штанг и труб, особенно в наклонных и искривленных скважинах; трения плунжера о стенки цилиндра; гидродинамического трения штанг в жидкости; гидравлического сопротивления в нагнетательном клапане; гидравлического сопротивления (трения) при движении жидкости в трубах. Эти силы незначительные по сравнению с весом штанг, поэтому при расчете нагрузок ими можно пренебречь.

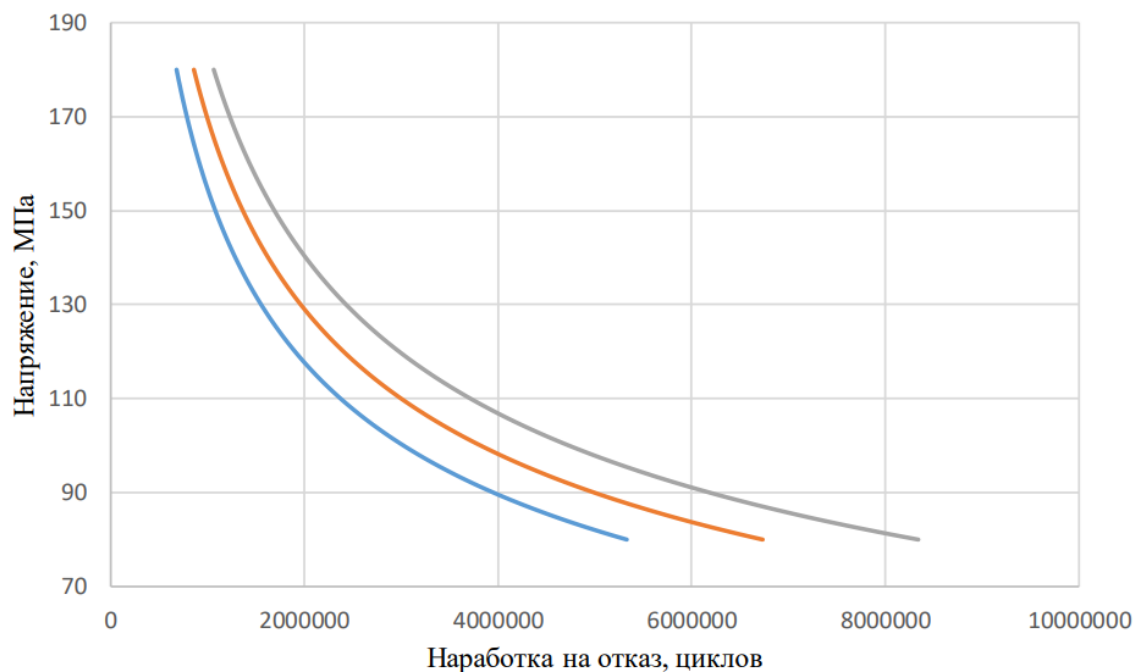


Рисунок 1 - Диаграмма усталости ШНП 22

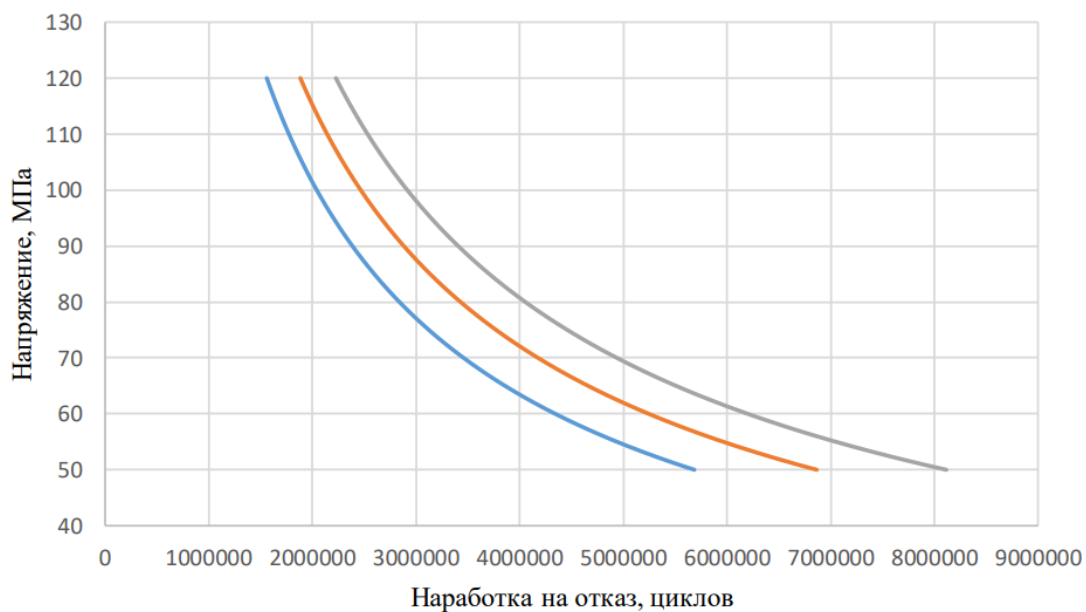


Рисунок 2- Диаграмма усталости для ШНС 22

Циклически созданный изгибающий момент способен создать условия усталостного износа материала изготовления насоса ШГН и в результате чего происходит хрупкий излом.

Результаты аналитических исследований данных математической модели следующие: из исследования видно, что у КНШ сопротивление на изгибающий момент больше, чем у обыкновенных насосных штанг; Поэтому следует проводить исследования в этой области; вибрационные колебания, образующиеся при движении кривошипно-шатунного механизма, значительно ускоряет износ штанги, визуализируемые на эпюре распределения напряженного состояния; сравнение результатов компьютерных моделируемых (априорных) испытаний от расчетных (апостериорных) преобразований на выносливость насосной штанги показали максимальное расхождение результатов на 15 %, что обеспечивает

дальнейшее применение такого подхода для выявления прочностных характеристик сложных конструктивных решений при изготовлении штанг.

#### **Список использованных источников:**

1. Давыдов А.Ю. Компоновки колонны штанг с амортизатором крутильных колебаний / Давыдов А.Ю., Сулейманов Р.И., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 324-331.
2. Габдрахимов М.С. Бурение сейсмических скважин вибрационным методом / Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Габдрахимов Ф.С. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 1. – С. 68-71.
3. Саитгалин И.Р. Оптимизированная конструкция забойного механизма подачи бурильного инструмента / Саитгалин И.Р., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Габдрахимов М.С., Хабибуллина Р.Г. // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 356-359.
4. Галимуллин М.Л. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Зарипова Л.М., Хабибуллина Р.Г. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
5. Давыдов А.Ю. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / Давыдов А.Ю., Габдрахимов М.С., Хабибуллин М.Я., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
6. Петров В.А. Привод цепной ПЦ-80 с многоступенчатой передачей / Петров В.А., Петрова Л.В., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Хасанов Э.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 270-273.
7. Зарипова Л.М. Двигатель забойный винтовой 7LZ172 с повышенной надёжностью трансмиссионного вала / Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Петров В.А., Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Давыдов А.Ю., Зайнаглина Л.З., Стройкин Г.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 229-232.
8. Сулейманов Р.И. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сидоркин Д.И., Абдюкова Р.Я. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.
9. Сулейманов Р.И. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
10. Сулейманов Р.И. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию



лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» (Октябрьский, 10 февраля 2017 г.) / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.

11. Сулейманов Р.И. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Сулейманов Р.И., Зайнагилина Л.З., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.

12. Галимуллин М.Л. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.

13. Галимуллин М.Л. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 34-38.

14. Галимуллин М.Л. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.

15. Галимуллин М.Л. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Зиянгиров А.Р. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 22-27.

16. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 23 с.

17. Давыдов А.Ю. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории "Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности". 2017. - С. 122-129.

18. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 108 с.

19. Габдрахимов М.С. Исследования колебательных процессов электробура / Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2018: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 30 марта 2018 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 19-21.

20. Сулейманов Р.И. Факторы, влияющие на эффективность шламообразования / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 101-104.

## УСТРОЙСТВО ГИДРОЦИКЛОННОГО ТИПА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНОЙ ВОДЫ ОТ НЕФТИ

**И.З. Денисламов**

*(Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
доцент)*

**Э.М. Сунагатова**

*(Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа,  
студент гр. МГР13-22-01)*

**Аннотация:** Подготовка сточной воды для системы поддержания пластового давления является неотъемлемой частью сбора и подготовки скважинной продукции. Сохранность приемистости нагнетательных скважин на первоначальном уровне зависит от содержания в сточной воде остаточной нефти и механических примесей. В статье предложено рассмотреть устройство гидроциклонного типа, которое выделяет из сточной воды частицы нефти благодаря одновременному действию двух явлений: организации вращения потока воды и коалесценции частиц нефти.

**Ключевые слова:** сточная вода, остаточная нефть, отстойники, коалесценция, гидроциклон, пробоотборник.

## A HYDROCYCLONE TYPE DEVICE FOR THE PURIFICATION OF WASTEWATER FROM OIL

**I.Z. Denislamov**

*(Ufa State Petroleum Technological University, Ufa,  
associate professor)*

**E.M. Sunagatova**

*(Ufa State Petroleum Technological University, Ufa,  
student gr. MGR13-22-01)*

**Abstract:** Wastewater treatment for the reservoir pressure maintenance system is an integral part of the collection and preparation of well products. The safety of the intake capacity of injection wells at the initial level depends on the content of residual oil and mechanical impurities in the wastewater. The article proposes to consider a hydrocyclone-type device that extracts oil particles from wastewater due to the simultaneous action of two phenomena: the organization of rotation of the water flow and coalescence of oil particles.

**Keywords:** wastewater, residual oil, sedimentation tanks, coalescence, hydrocyclone, sampler.

Разработка преобладающего большинства нефтяных месторождений Российской Федерации основана на поддержании пластового давления путем закачки сточной воды в продуктивные горизонты. Плотности остаточной нефти и воды часто близки между собой из-за повышенного содержания в нефти тяжелых компонентов: асфальтенов, смол и парафинов, а размеры частиц нефти малы, поэтому удалить такую нефть из воды гравитационным отстаиванием крайне сложно. В статье [1] предложена методика расчета производительности резервуара вертикального стального (РВС) по доочистке сточной воды от остаточной нефти. Методика основана на рассмотрении распределения в водной среде частиц нефти по их размеру (диаметру). Расчетами подтверждена известная истина: для успешного удаления мелких частиц нефти из воды необходима их укрупнение.

В отстойниках ФЖ-2973 реализуется фильтрация сточной воды через полиэтиленовые гранулы диаметром 4-5 мм с последующей адгезией частиц нефти на поверхности гранул, их слияние и всплытие в водной среде с повышенной скоростью по формуле Д.Г. Стокса [2]. Данная техническая идея успешно реализована в трубных водоотделителях (ТВО) на объектах ПАО «АНК «Башнефть» [3]. В средней части ТВО установлен контейнер,

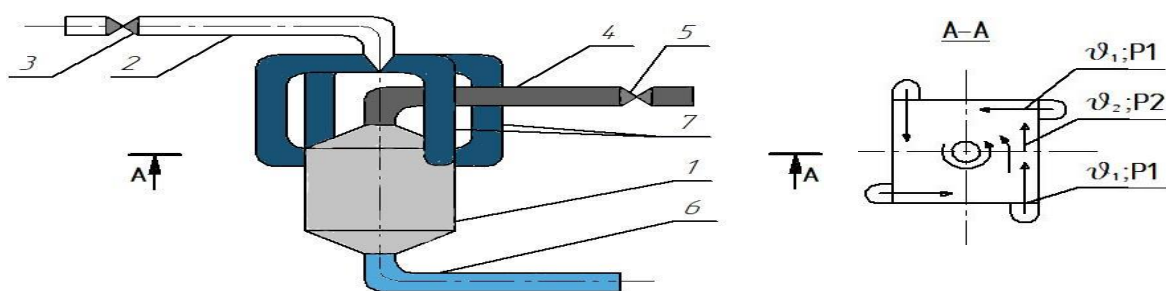
заполненный на 50-70 % полипропиленовыми гранулами, выполняющими функцию коалесценции частиц нефти в потоке высокообводненной продукции добывающих скважин. Частичное заполнение контейнера гранулами необходимо для обеспечения их подвижности и самоочистки от крупных частиц нефти благодаря движению и возникающим соударениям.

Центробежная сила в нефтедобыче активно используется в промышленных и лабораторных условиях. Плотностная разница флюидов предопределяет их разделение при движении по окружности. Более всего это используется в автоматической групповой замерной установке (АГЗУ) типа Спутник в виде гидроциклонной головки на входе в газосепаратор. Отметим, что в АГЗУ центробежная сила дает отличный результат из-за плотностной разницы в десятки раз между жидкой фазой скважинной продукции и попутным нефтяным газом.

Рассмотрим действие центробежной силы в гидроциклоне для разделения компонентов водонефтяной эмульсии по изобретению [4]. Гидроциклон состоит из цилиндрического корпуса, в который сточная вода заводится через тангенциально расположенный патрубок. Благодаря этому на поток воды действует центробежная сила, относительно тяжелая вода выносится на периферию движения, то есть к стенкам корпуса. Частицы нефти собираются в центральной части циклона и отбираются наружу с помощью патрубка, в котором организовано пониженное давление.

Недостатком технического решения является организация внутри гидроциклона лишь одного процесса – движения сточной воды по окружности и воздействия на частицы нефти и воды центробежной силы. Эта сила сепарирует нефть и воду в горизонтальной плоскости устройства из-за их плотностной разницы, но слабо стимулирует частицы нефти к слиянию друг с другом из-за организации движения частиц нефти лишь в одном направлении. Такое движение не провоцирует взаимных столкновений частиц нефти, необходимых для коалесценции и укрупнения.

Анализ содержания технических решений, приведенных в монографии [5], показывает, что успешность удаления частиц нефти из сточной воды базируется на одновременном использовании центробежной силы и коалесценции частиц нефти. В связи с этим для гидроциклонного устройства было выбрано сечение корпуса в виде квадрата. Общий вид очистного устройства и его сечение изображены на рисунке 1, на рисунке 2 изображен вид сверху, где видно как расположены трубы для ввода сточной воды с остаточной нефтью в рабочее пространство установки.



1- корпус, 2 - патрубок ввода в корпус сточной воды с задвижкой 3, 4 - патрубок для вывода нефти с водой с задвижкой 5, 6 - патрубок для вывода очищенной воды, 7 - трубки для ввода сточной воды в корпус 1.

Рисунок 1 – Конструкция гидроциклона с корпусом квадратного сечения

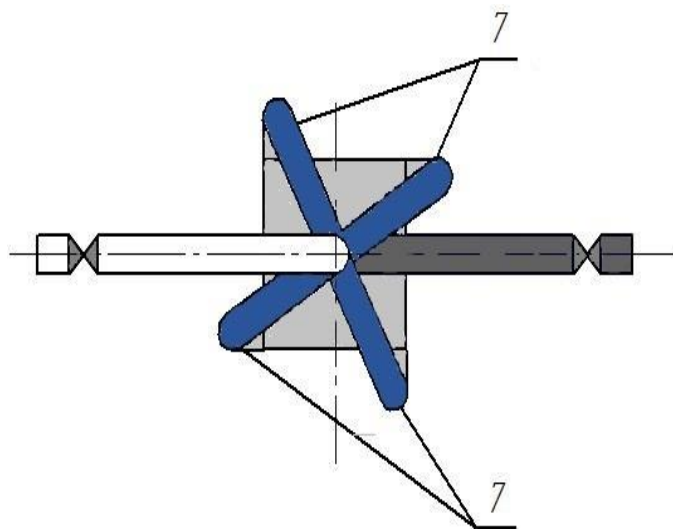


Рисунок 2 – Вид сверху на гидроциклон нового типа

Корпус устройства имеет четыре одинаковых прямоугольных грани. Сточная вода вводится через эти грани, выводится из нижней части корпуса, а нефть с водой отводится с верхней части корпуса.

Устройство для очистки сточной воды от нефти эксплуатируется следующим образом.

1. Сточная вода с остаточным содержанием нефти поступает на патрубок 2 через задвижку 3 и распределяется равномерно по объемному расходу на четыре части по трубкам 7.

2. В корпус 1 сточная вода заходит с одинаковыми расходами с четырех сторон через грани, причем через крайние стороны граней, только через правые части во всех гранях или только через левые части. Такое расположение входов обеспечивает протекание двух процессов внутри корпуса 1:

- закручивание потока сточной воды в одном из направлений: по часовой стрелке или наоборот; это обеспечивает разделение воды и частиц нефти центробежной силой благодаря плотностной разнице между флюидами;

- поток воды будет идти параллельно грани корпуса устройства и ударяться перпендикулярно об аналогичный поток, идущий вдоль другой грани корпуса устройства; частички нефти будут сталкиваться и коалесцировать, расти в размерах.

3. На осевой линии устройства будет находиться вода с высоким содержанием нефти, на периферии и ниже уровня ввода сточной воды с четырех граней корпуса будет находиться вода с минимальным содержанием нефти. Очищенная вода свободно выводится из нижней части корпуса 1 через патрубок 6.

4. Вода с повышенным содержанием нефти выводится из осевой части корпуса через патрубок 4 благодаря снижению давления среды после задвижки 5. Объемный расход жидкости через патрубок 4 регулируется задвижкой 5. Оптимальный расход воды и нефти по патрубку 4 достигается путем постепенного открытия задвижки 5 и периодического отбора проб воды и замера содержания нефти в сточной воде на входе в устройство (патрубок 2) и в очищенной воде на выходе из устройства (патрубок 6).

При достижении необходимого качества сточной воды по содержанию остаточной нефти по пробам из патрубка 6 определяется необходимое положение прикрытия задвижки 5 и вывода нефти с водой из устройства. Для объективной оценки содержания нефти в воде на входе и выходе разработанной установки патрубки 2 и 6 должны быть оборудованы согласно ГОСТ 2517-85 турбулизаторами и пробоотборниками. Надежные и широко апробированные в ПАО «АНК «Башнефть» конструкции этих изделий описаны в работах [6,7,8].

Следует отметить механизм закручивания четырех потоков в определенном направлении. Рассмотрим механизм с позиции уравнения Бернулли, характерный для сужений в трубопроводе. Известно, что в зоне сужения трубопровода скорость движения жидкости возрастает, а давление снижается. На основании этого явления действует целый ряд эжекторов и других дроссельных устройств.

На месте входа сточной воды в корпус скорость потока  $v_1$  еще значительна, а давление равно  $P_1$  (рис. 1, сечение А-А). В этот поток ударяется поток со стороны другой – перпендикулярной грани. Поток уже расширился, так как преодолел расстояние, почти равное длине грани корпуса, и увеличилась площадь движения потока. При этом скорость его движения  $v_2$  стала ниже, чем начальная скорость  $v_1$ , а давление  $P_2$  выше, чем давление  $P_1$ . Сточная вода одного потока вовлекается в среду и движение другого потока. Такая картина повторяется 4 раза, обеспечивая круговое движение жидкости внутри корпуса 1.

Горизонтальное сечение корпуса имеет квадратную форму для того, чтобы внутри устройства организовать равномерное круговое движение воды и направить укрупнившиеся частицы нефти к осевой и вертикальной линии устройства. Скорость подъема частиц нефти определенного средневзвешенного диаметра определяется универсальной формулой Д. Г. Стокса, поэтому скорость движения потока воды вниз должна быть меньшей, чем скорость подъема частиц нефти. Это обеспечивается в реальных условиях задвижками 3 и 5.

#### Вывод

Организация кругового движения сточной воды в гидроциклоне с квадратным сечением ведет к множественным столкновениям частиц нефти, их укрупнению и последующей сепарации от потока воды благодаря центробежной и Архимедовой силам.

#### Список использованных источников:

1. Денисламов И.З., Сунагатова Э.М., Джаббар Аль.-Х. М. Технологические решения по доочистке сточной воды в промышленных резервуарах // Нефтепромысловое дело. - 2024. - № 2(662). - С. 51-56.
2. Зейгман Ю.В. Эксплуатация систем поддержания пластового давления при разработке нефтяных месторождений : учеб. пособие - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. - 232 с.
3. Пат. 2019305 Российская Федерация, МПК В04С 5/12. Гидроциклон для очистки нефтесодержащих сточных вод: № 5019709/26: заявл. 26.12.1991; опубл. 15.09.1994 / Нугаев Р.Я., Логиновский В.И., Минибаев Ю.М.: патентообладатель Восточный научно-исследовательский нефтегазовый институт по технике безопасности и промсанитарии.
4. Тронов В.П., Тронов А.В. Очистка вод различных типов для использования в системе ППД. - Казань: «ФЭН, 2001. - 560 с.
5. Пат. 2150096 Российская Федерация, МПК G01N 1/10. Устройство для отбора проб из трубопровода: № 99110598/28: заявл. 12.05.1999: опубл. 27.05.2000 / Денисламов И.З., Назмиев И.М., Шайдуллин Ф.Д., Калимуллин А.А.; патентообладатель Открытое акционерное общество Акционерная нефтяная компания «Башнефть».
6. Пат. 2483213 Российская Федерация, МПК E21В 47/00. Устьевой турбулизатор скважинной продукции: № 2011154042/03: заявл. 28.12.2011; опубл. 27.05.2013 / Денисламов И.З., Галимов А.М., Мустафин В.Ю., Еникеев Р.М.; патентообладатели: Денисламов И.З., Галимов А.М.
7. Повышение точности замеров обводненности продукции нефтяных скважин / Ф.Д.Шайдуллин, И.М.Назмиев, И.З.Денисламов., А.Ф.Назмиев // Нефтепромысловое дело, 2005.- № - 5.- С.29-31.
8. Повышение точности замеров обводненности продукции нефтяных скважин / Ф.Д.Шайдуллин, И.М.Назмиев, И.З.Денисламов., А.Ф.Назмиев // Нефтепромысловое дело, 2005.- № - 5.- С.29-31.

**АНАЛИЗ ВИДОВ И ПРИЧИН ОТКАЗОВ ЗМЕЕВИКОВ ТРУБЧАТЫХ ПЕЧЕЙ****А.Ю. Дюсаев***(Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа,  
студент гр. ММО31-23)***Л.В. Хайбуллина***(Уфимский государственный нефтяной технический университет, г.Уфа,  
старший преподаватель)*

**Аннотация:** В статье проведен анализ видов и причин отказов змеевиков трубчатых печей. Эксплуатация трубчатых печей протекает в весьма жестких условиях, обусловленных воздействием на материал конструкции высоких температур, агрессивных сред, протекающих в змеевиках, действием ветровых нагрузок и перепадов температур, так как печи размещаются на открытых площадках. Кроме того, данные технические устройства являются опасными производственными объектами, так как содержат источник открытого пламени и нагревают пожаровзрывоопасные среды, находящиеся в змеевиках под давлением. Трубчатый змеевик является самым ответственным элементом трубчатой печи, так как по нему происходит движение нагреваемого легковоспламеняемого сырья. При дефекте змеевика возможна утечка сырья в камеру горения, что впоследствии может привести к взрыву или пожару. Поэтому для повышения эффективности и долговечности змеевиков трубчатых печей необходимо постоянно изучать причины выхода их из строя, важно знать, какие дефекты характерны для этого элемента печи и что может послужить причиной их возникновения.

**Ключевые слова:** трубчатый змеевик, дефект, износ, сварные соединения.

**ANALYSIS OF THE TYPES AND CAUSES OF FAILURES OF TUBULAR FURNACE COILS****A.Y. Dyusaev***(Ufa State Petroleum Technical University, Ufa,  
student gr. MMO31-23)***L.V. Khaibullina***(Ufa State Petroleum Technical University, Ufa,  
senior lecturer)*

**Abstract:** The article analyzes the types and causes of failures of tubular furnace coils. The operation of tubular furnaces takes place in very harsh conditions due to the impact on the structural material of high temperatures, aggressive media flowing in coils, the action of wind loads and temperature fluctuations, since the furnaces are located in open areas. In addition, these technical devices are dangerous production facilities, since they contain an open flame source and heat fire and explosive environments located in pressurized coils. The tubular coil is the most important element of a tubular furnace, since the heated flammable raw materials move through it. If the coil is defective, the raw material may leak into the combustion chamber, which can subsequently lead to an explosion or fire. Therefore, in order to increase the efficiency and durability of the coils of tubular furnaces, it is necessary to constantly study the causes of their failure, it is important to know which defects.

**Keywords:** tubular coil, defect, wear, welded joints.

Реализация технологических процессов подготовки и переработки нефти и газа сопряжена с необходимостью постоянного нагрева сырья и продуктов для создания необходимых условий протекания процессов разделения и термических реакций. Средствами нагрева выступают различные виды теплообменного оборудования: кожухотрубчатые и пластинчатые теплообменные аппараты, ребойлеры и пароперегреватели. Но не все из них способны обеспечить нагрев до высоких температур порядка 800 - 900 °С. С этой непростой

задачей прекрасно справляется трубчатые печные агрегаты, применяемые практически во всех процессах [1]. Самым ответственным элементом трубчатой печи является змеевик. Это обусловлено тем, что внутри него движется нагреваемое пожаровзрывоопасное сырье, при утечке которого существует высокий риск возникновения аварии.

Трубчатый змеевик подвергается воздействию множества факторов в процессе эксплуатации. На него воздействует высокая температура продуктов сгорания снаружи, а также нагреваемая среда внутри. При возникновении малейших неполадок в работе и состоянии змеевика печи совокупность воздействующих факторов может привести к выходу из строя змеевика и его разрушению.

Главной причиной отказов змеевиков трубчатых печей является возникновение дефектов. Существует три группы дефектов змеевиков: производственные, сварные и эксплуатационные [2].

Производственные дефекты возникают в процессе изготовления трубных змеевиков и являются наиболее редкими. К ним относятся плены, закаты, риски, нарушения геометрии и трещины [3]. Наличие рисков и нарушения геометрии труб могут привести к возникновению локальных зон повышенных напряжений, что в свою очередь повышает риск нарушения целостности материала змеевика. Риск выхода из строя змеевика при эксплуатации по причине наличия производственных дефектов сводится к минимуму, так как после изготовления труб производится контроль качества.

Сварные дефекты встречаются наиболее часто и могут привести к нарушению герметичности конструкции змеевика. Различают внутренние и наружные дефекты в сварных швах [4]. Наиболее опасными наружными сварными дефектами являются трещины (рисунок 1), свищи и прожоги.



Рисунок 1 – Трещина в сварном соединении [5]

Также для трубных змеевиков не допускаются следующие внутренние сварные дефекты: трещины в металле шва, свищи и поры. Данные дефекты также повышают риск разрушения змеевика и подвергаются устранению, путем вырезки участка с дефектом и последующем его завариванием.

Эксплуатационные дефекты змеевика являются самыми распространенными и в то же время наиболее опасными. Наиболее часто встречающимися являются отдулины (рисунок 2), прогары, свищи и износы по внутренней поверхности.





Рисунок 2 – Отдулина в трубе змеевика [5]

Отдулина является причиной образования прогаров и свищей, которые представляют собой сквозные отверстия (рисунок 3). Возникновение таких дефектов приводит к утечке нагреваемой среды и при попадании сырья в топочное пространство провоцирует возгорание.



Рисунок 3 – Свищ в печной трубе [5]

Износ по внутренней поверхности возникает от действия нагреваемой среды на стенку трубы. Это приводит к образованию утонения стенки змеевика и способствует возникновению высоких температурных напряжений. Износ труб по внутренней поверхности представлен на рисунке 4.





Рисунок 4 – Износ труб по внутренней поверхности [5]

Трубчатый змеевик является самой уязвимой частью печи, так как подвергается внутреннему воздействию агрессивной нагреваемой среды и внешнему воздействию высоких температур.

Основными причинами возникновения вышеперечисленных дефектов змеевика печи являются:

- воздействие высоких температур в течении длительного времени (что приводит к ухудшению прочностных характеристик материала труб);
- прямое воздействие факела на трубный пучок (возникновение локальных высокотемпературных зон);
- наличие в нагреваемом сырье элементов, вызывающих коррозию, эрозию;
- наличие серы в сжигаемом в горелках топливе (приводит к низкотемпературной коррозии) [4].

Анализ видов и причин отказов змеевиков трубчатых печей показывает, что необходимо более тщательно проводить контроль качества изготавливаемых труб и сварных соединений перед эксплуатацией, а также обеспечить регулярный мониторинг состояния змеевика печи при эксплуатации для повышения эффективности и долговечности трубчатых печей.

#### **Список использованных источников:**

1. Ахметов, С.А. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / С.А. Ахметов, Т.П. Сериков, И.Р. Кузеев, М.И. Баязитов; Под ред. С.А. Ахметова. – Санкт-Петербург: Недра, 2006. – 146 с.
2. Ентус, Н.Р. Трубчатые печи в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности: Пособие для студентов нефтяных вузов и техникумов / Н.Р.Ентус, В.В.Шарихин. – Москва: Химия, 2011. - 304 с.
3. Шарихин, В.В. Трубчатые печи нефтегазопереработки и нефтехимии: учебное пособие / В.В. Шарихин, Н.Р. Ентус, А.А. Коновалов, А.А. Скороход. – Москва: «СМС», 2000. – 392 с.
4. Технологические печи химических, нефтехимических и нефтегазоперерабатывающих производств: Учебное пособие / Э.Ш. Теляков, М.А. Закирова, С.А. Вилохин; Казан.гос.технол.ун-т. – Казань, 2008. – 38 с.
5. Баязитов, М.И. Обеспечение надежности и энергоэффективности эксплуатации трубчатых печей: учебное пособие / М.И. Баязитов, А.В. Рубцов, Ю.С. Ковшова, – Уфа: УГНТУ, 2021. – 137 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА АНТИКОРРОЗИЙНОЙ  
ЗАЩИТЫ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ ОЗНА**

**В.Р. Зайлалова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО  
УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**П.А. Зиганишина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО  
УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-23-11)*

**Б.Р. Шакиров**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО  
УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. МГР12-23-11)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются этапы электрохимической защиты металлических деталей переключателя скважин многоходовой (ПСМ). Применение электрохимического метода антикоррозийной защиты поверхности металлов повышает эстетические качества изделия, дизайнерские характеристики, а также обеспечивает присутствие экономической выгоды.

**Ключевые слова:** ОЗНА, электрохимический метод антикоррозийной защиты металлов, гальваника, химический состав, переключатель скважин многоходовой.

UDC 519.23

**APPLICATION OF THE ELECTROCHEMICAL METHOD OF CORROSION  
PROTECTION OF METAL SURFACES IN THE PRODUCTION OF OZNA**

**V.R. Zaylalova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State  
Petroleum Technological University in the City  
of Oktyabrsky, assistant professor)*

**P.A. Ziganshina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State  
Petroleum Technological University in the City  
of Oktyabrsky, assistant professor)*

**B.R. Shakirov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State  
Petroleum Technological University in the City  
of Oktyabrsky, assistant professor)*

**Abstract.** The article discusses the stages of electrochemical protection of metal parts of a multi-pass well switch (PSM). The use of an electrochemical method of anti-corrosion protection of metal surfaces increases the aesthetic qualities of the product, design characteristics, and also ensures the presence of economic benefits.

**Keywords:** OZNA, electrochemical method of corrosion protection of metals, electroplating, chemical composition, Multi-pass well switch

«ОЗНА» – технологическая компания, создающая эффективную наземную инфраструктуру нефтяных и газовых месторождений.

В целях развития и оптимизации производственных процессов в 2016 г. было выделено бизнес-направление «Запасные части», имеющее полный цикл производства оригинальных узлов измерительных установок от проектирования до поставки и запуска в эксплуатацию. Уверенная позиция на нефтегазовом рынке страны и стабильное развитие компании обеспечивается благодаря мощному производственному потенциалу, большому

опыту реализации проектов различного уровня сложности, накопленному более чем за семь десятков лет, разработке собственных инновационных решений.

Рассмотрим переключатель скважин многоходовой (далее ПСМ), он предназначен для автоматической и ручной установки скважин на замер в установках автоматизированных групповых замерных типа «Спутник», «ОЗНА-Массомер», «ОЗНА-Импульс».

Принцип работы заключается в том, что жидкость поступает со скважин в боковые отверстия ПСМ и поочередно через каретку с полым валом поступает на измерительное устройство. Остальные скважины работают в общий коллектор. Переключение производится как вручную, так и с помощью отдельно стоящего гидропривода и электропривода. Давление масла гидропривода воздействует на гидроцилиндр и зубчатую пару, которая поворачивает вал ПСМ на требуемую скважину. Индикация положения производится с помощью датчика положения, двоичный сигнал от которого поступает в отдельный блок индикации.

Электрохимический метод антикоррозийной защиты поверхности металлов на производстве называют гальванизацией или гальваникой.

Процесс нанесения гальванических покрытий сравнительно прост, но включает ряд специфических химических и электрохимических явлений [1].

Рассмотрим гальванические процессы: химическое оксидирование (ТЭП-007И) и покрытие никель-хром (ТЭП-004И)

Оксидирование — процесс создания на поверхности изделия тонкой пленки оксидов для придания функциональных свойств. В конструкторской документации обозначается как (Хим. Окс. ПРМ)

После того, как детали проходят ряд операций в производстве, они попадают в цех для проведения этапов гальваники. В цехе используются стационарные ванны собственного производства объемом 400л, срок службы-10 лет. Один раз в год производят замеры на количество выбросов ПДК над каждой ванной.

Имеется станция очистки сточных вод, которая включает в себя большое количество фильтров. Составляющие химического состава (реагенты) хранятся в отдельном помещении, с наличием вентиляции и системой пожаротушения. Корректировка раствора происходит по графику, имеется своя лаборатория, куда отправляются пробы на анализ, а также ответственный человек - корректировщик.

Сам процесс гальванизации проходит под контролем гальваника.

Так как процесс электрохимического метода антикоррозийной защиты поверхности металлов несет в себе вредоносный фактор, в процессе гальваники и корректировщик должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты. В них входят: химическо-стойкие перчатки, химическо-стойкие фартуки, полно-лицевая маска 3М у корректировщика и респиратор у гальваника

На нашем производстве комплектующие ПСМ такие как, вал проходят через технологический процесс- горячее химическое оксидирование черных металлов. В народе этот метод прозвали «воронение».

Первым этапом химического оксидирования является химическое обезжиривание. Выполняется в стационарной ванне собственного производства. Для этого используется концентрат для обезжиривания «Чистал-НТ». ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{KOH}$ ) количество - 100 г/л. Температура - 40-65 °С. Время выдержки - 1-3 мин. После этого детали промывают в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 30-40 °С. Время выдержки- 1-2 мин.



Вторым этапом является травление. Для этого используется кислота соляная в количестве -150 г/л, кислота серная в количестве -50 г/л и ингибитор «Друг»2Х в количестве 5 г/л ( $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$ ) [2,3]. Температура- 18-25 °С. Время выдержки- 20-60 мин. Далее следует промывка в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 18-25°С. Время выдержки- 1-2 мин.

Третьим этапом является оксидирование горячее (щелочное). Выполняется в стационарной ванне. В состав входят натр едкий (сода каустическая «чда», натрия гидроокись) в количестве 700 г/л, нитрат натрия (натрий азотнокислый) в количестве 250 г/л, нитрит натрия (натрий азотистокислый) в количестве 250 г/л ( $\text{NaOH} + \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2$ ), при температуре 135-150 °С. Время выдержки- 40-90 мин. Далее - стекание раствора с корзины 15-30 сек.

Далее следует промывка в стационарных ваннах, с использованием проточной воды при температуре 30-40 °С. Время выдержки- 1-2 мин.

Четвертым этапом является промасливание. Выполняется в стационарной ванне с использованием индустриального масла И-202 ( $\text{S} + \text{H}_2\text{O}$ ) или антикор (Е-Тес 504). Время выдержки 0.5 мин.

Пятым этапом является сушка на стационарном столе и после - шестой этап- контрольная проверка. Детали проходят контроль внешнего вида и толщины покрытия.

Сталь оксидируют для умеренной защиты от коррозии и придания декоративного черного цвета. Ещё один плюс покрытия в том, что процесс практически не изменяет размеров деталей и не влияет на физико-химические свойства металла.



Следующая деталь, которую мы рассмотрим каретка ПСМ. Каретка подвижная часть клапана, которая катится по внутренней поверхности ПСМ, поочерёдно переключая поток жидкости по разным отводам. Для создания защитного слоя от коррозии и придания деталям более привлекательного внешнего вида каретку ПСМ подвергают процессу - покрытие никель-хром (ТЭП-004И). В конструкторской документации обозначается как НХ12.

Первым этапом является химическое обезжиривание, по такому же принципу как в оксидировании.

Вторым этапом следует промывка в горячей воде в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 40-70 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Третьим этапом является электрохимическое обезжиривание. Выполняется в стационарной ванне собственного производства. Для этого используется натрий едкий (сода каустическая «чда», натрия гидроокись) в количестве 40-50 г/л. Натрий углекислый (сода кальцинированная) в количестве 60-70 г/л. Натрий фосфорнокислый (тринатрийфосфат) в количестве 10-15 г/л. Натрий кремнекислый (стекло жидкое) ( $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) в количестве 3-5 г/л. Температура - 60-90 °С. Плотность тока 5-10 А/м<sup>2</sup>. Время выдержки 20-40 мин. Время стекания электролита 30-60 сек.

Четвертым этапом следует промывка в горячей воде в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 40-70 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Пятым этапом следует промывка в холодной в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 18-25 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Шестым этапом является травление в стационарной ванне с использованием кислоты соляной в количестве 150 г/л и кислоты серной ( $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) в количестве 50 г/л и температуре 18-25 °С.

Седьмым этапом следует промывка в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 25-40 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Восьмым этапом является декапирование (активация) в стационарной ванне с использованием кислоты соляной в количестве 50 г/л и кислоты серной ( $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) в количестве 50 г/л и температуре 18-25С. Время стекания раствора 30-60 сек.

Девятым этапом следует промывка в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 25-40 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Этапом под номером 10 является никелирование. Проходит в стационарной ванне с использованием никеля сернистого (сульфат никеля). Количество 200-300 г/л. кислота борная в количестве 25-40 г/л. натрий хлористый или (ч) в количестве 45-55 г/л. Блеско-образующая добавка (Экомет Н1А) в количестве 1.5-2 г/л. Температура 45-50 °С. Плотность тока 3-8 А/м<sup>2</sup>. Время выдержки 20-60 мин. Кислотность раствора рН=4-5. Время стекания электролита 30-60 сек.

Этапом под номером 11 следует промывка в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 18-25 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Этапом под номером 12 следует хромирование в стационарной ванне, с использованием ангидрида хромового в количестве 250 г/л, плотность тока 25 А/м<sup>2</sup>, напряжение 12 В, отношение поверхностей анодной к катодной 2:1. Кислота серная в количестве 2.5 г/л (CrO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). При температуре 45-60 °С. Время выдержки- 5-10 мин. Время стекания электролита 30-60 сек.

Этапом под номером 13 следует промывка в уловителе (в стационарной ванне) с использованием не проточной воды при температуре 18-20 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Этапом под номером 14 следует промывка в стационарной ванне, с использованием проточной воды при температуре 18-25 °С. Время выдержки- 1-2 мин. Время стекания воды 15-30 сек.

Далее -этап №15- демонтаж. Используемое оборудование - стол рабочий собственного изготовления. После этап №16- сушка, с использованием сушильного шкафа. Далее этап №17- контрольный осмотр. Детали проходят контроль внешнего вида, толщины, сплошности покрытия.

Толщины покрытия замеряют многофункциональным электромагнитным толщиномером (Константа К-5) [4-7].

Большая твердость наряду с низким коэффициентом трения, жаростойкостью, высокой коррозионной стойкостью и другими свойствами обуславливают высокую износостойкость хромированных деталей.

Хромированные изделия отличаются высокими декоративными качествами, отличаясь от никеля голубоватым оттенком. Хромовые покрытия сохраняют свой вид, не окисляясь, при нагревании до 450—500° С [8].

*Гальванические операции в производстве преимущественны для изделий по способу защиты от коррозии.* Защитный слой равномерно распределен по всей поверхности заготовки, какой бы сложной ни была ее форма. Продлеваются эксплуатационные сроки изделий, выполненных из относительно черных (ржавеющих) металлов. Слой покрытия крайне стоек к любым механическим воздействиям. Изделия, прошедшие гальванизацию, обладают высокими эстетическими качествами и дизайнерскими характеристиками. Немаловажно присутствие экономической выгоды.

#### **Список использованных источников:**

1. Гамбург, Ю.Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению. Москва: Техносфера, 2006. - 216с.
2. Зайлалова, В.Р. Высокомолекулярные соединения: учебное пособие / В.Р. Зайлалова.- Уфа, 2012.- 63с.
3. Шайхутдинов, Т.Ф Анализ действия различных типов ингибиторов коррозии в различных средах при нефтедобычи / Т.Ш. Шайхутдинов, В.Р. Зайлалова // В сборнике: Материалы 42-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов- 2015.- С. 316-322.



4. Комплект документов на типовой технологический процесс оксидирование деталей из черных металлов. АО «ОЗНА-Измерительные системы», 2023.
5. Комплект документов на типовой технологический процесс двухслойное покрытие никель-хром. АО «ОЗНА-Измерительные системы», 2023.
6. Котик, Ф.И. Ускоренный контроль электролитов, растворов, расплавов. Справочник. М., 1978.- 191с.
7. Булатов, М.И. Практическое руководство по фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методам анализа [Текст / М.И. Булатов, И.П. Калинин. - 4-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Химия. Ленингр. отд-ние, 1976. - 376 с.
8. Бойжигитов, А.У. Коррозионные процессы при добычи нефти и газа / А.У. Бойжигитов, В.Р. Зайлалова // В сборнике: Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием. 2021.- С. 827-831.

УДК 519.873

### МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ

**Л.З. Зайнаглина**

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском,  
доцент)

**Г.Н.Ахметьянов**

(Институт нефти и газа УГНТУ в г.Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены современные методы прогнозирования надежности. Описаны наиболее распространенные методы прогнозирования показателей надежности, а также особенности применения гибридных методов. Перечислены отечественные и зарубежные программные комплексы для расчета надежности.

**Ключевые слова:** прогнозирование, надежность, методы машинного обучения, анализ, вероятность безотказной работы.

UDC 519.873

### METHODS FOR PREDICTING RELIABILITY

**L. Z. Zainagalina**

(Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
USPTU in Oktyabrsky,  
Associate Professor)

**G. N. Ahmetyanov**

(Institute of Oil and Gas, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
USPTU in Oktyabrsky,  
student group BSN-22-11)

**Annotation.** In this article, modern methods of reliability forecasting are considered. The most common methods of forecasting reliability indicators are described, as well as the features of using hybrid methods. Domestic and foreign software packages for calculating reliability are listed.

**Key words:** forecasting, reliability, machine learning methods, analysis, probability of failure-free operation.

Прогнозирование надёжности является важной задачей в различных областях, таких как инженерия, электроника и информационные технологии. Надёжность систем и устройств является ключевым фактором для обеспечения их стабильной и бесперебойной работы. Прогнозирование надёжности позволяет предсказать вероятность отказа системы или устройства, что в свою очередь позволяет принять меры по их улучшению или замене вовремя. В данной статье будет рассмотрено несколько методов и подходов к

прогнозированию надёжности, включая статистические методы, методы машинного обучения, аналитические методы и гибридные подходы.

Аналитические методы прогнозирования надёжности основаны на математическом моделировании систем и устройств. Они используются для анализа работы системы и определения её надёжности на основе модели. Аналитические методы позволяют учесть различные факторы, такие как структура системы, процессы взаимодействия компонентов и внешние воздействия, чтобы предсказывать надёжность системы в различных условиях. Примерами аналитических методов являются методы блочного моделирования, анализа фазовых преобразований, методы Монте-Карло и методы математического программирования [4].

Прогнозирование надёжности по методу логических схем предполагает анализ системы на основе элементарных логических функций и их соединений. Для этого проводится структурно-функциональное моделирование, где основное внимание уделяется анализу возможных сбоев и отказов в системе. Сначала определяются все элементарные логические функции системы, такие как И, ИЛИ, НЕ и др. Затем рассчитывается вероятность отказа каждого элемента и его влияние на работоспособность всей системы.

В схемно-функциональном методе проводится анализ структуры системы, ее элементов и функций с учетом возможных отказов и сбоев. Рассматриваются различные сценарии работы системы, поиск и устранение узких мест и неисправностей. В результате проведенного анализа можно сделать прогноз надёжности системы.

Метод структурных схем основан на представлении системы в виде графа, где узлы представляют компоненты системы, а ребра - их взаимосвязи. Используя теорию графов, мы можем анализировать структуру системы, выявлять возможные пути отказа, определять критические компоненты и оценивать надёжность системы в целом.

Под системой с последовательным соединением понимают такое соединение, когда отказ хотя бы одного элемента приведет к отказу всей системы. Пример системы с последовательным соединением представлен на рисунке 1.



Рисунок 1- Система с последовательным соединением

Под системой с параллельным соединением понимают такое соединение элементов, которое откажет лишь тогда, когда откажут все элементы. Пример системы с параллельным соединением представлен на рисунке 2.

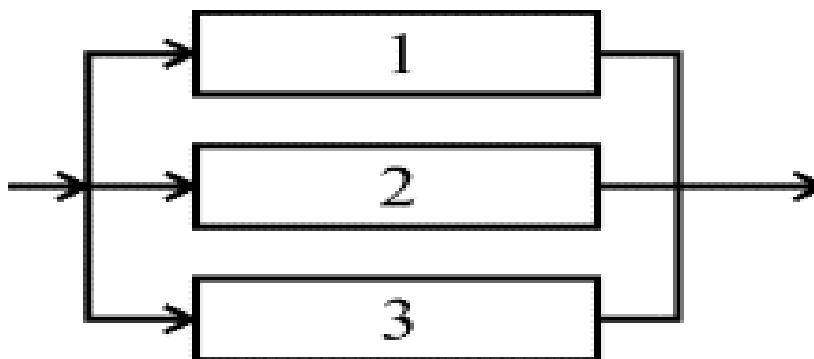


Рисунок 2- Система с параллельным соединением

Преимущества метода структурных схем включают его способность учитывать сложные взаимосвязи компонентов системы и возможность проведения анализа надёжности



на ранних стадиях проектирования. Однако для применения этого метода требуется достаточно подробное описание структуры системы и надежности ее компонентов, что может потребовать значительные ресурсы и время.

Статистические методы являются одним из наиболее распространенных подходов к прогнозированию надёжности систем и устройств [4]. Они основаны на анализе и интерпретации статистических данных, таких как данные о времени наработки на отказ и данные о ремонтпригодности. Статистические методы позволяют выявить закономерности и зависимости между различными параметрами и использовать их для прогнозирования вероятности отказа. Примерами статистических методов являются методы вычисления среднего времени наработки на отказ и среднего времени между отказами.

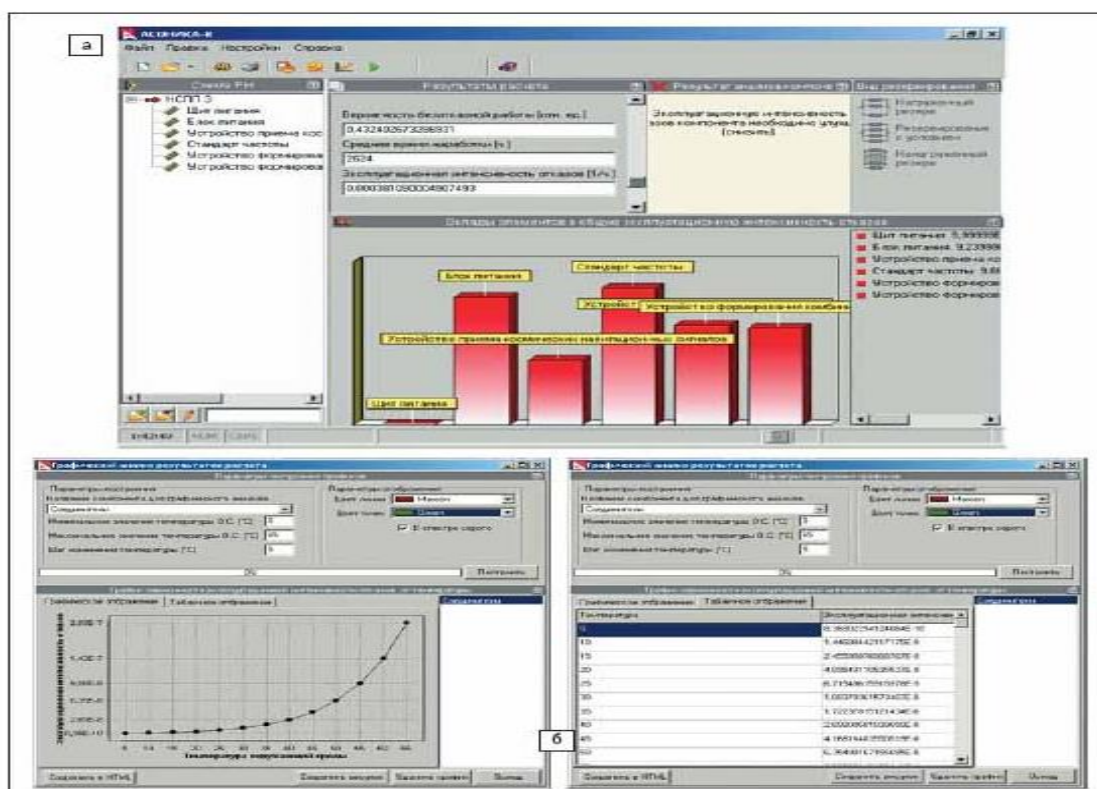
В последние годы методы машинного обучения стали все более популярными в области прогнозирования надёжности. Эти методы позволяют автоматически находить сложные зависимости между различными параметрами и предсказывать вероятность отказа системы или устройства.

Методы машинного обучения используются для анализа больших объемов данных и построения моделей, которые способны делать точные прогнозы надёжности. Примерами методов машинного обучения являются алгоритмы регрессии, случайного леса, градиентного бустинга и нейронные сети [2].

Существует ряд программных комплексов для расчета надежности:

- Отечественные (АРБИТР, АРМ Надежности, АСОНИКА-К, AnyGraph, CRISS);
- Зарубежные (BlockSim, ITEM Software, Reliability Workbench Windchill).

Пример расчета надежности при помощи программы АСОНИКА-К представлен на рисунке 3.



а) Пример расчета Надежности РЭА; б) пример графического анализа зависимости отказов от температуры окружающей среды  
Рисунок 3-ПК АСОНИКА-К. Система расчета надежности СЧ

В некоторых случаях применяются гибридные методы, которые комбинируют различные подходы к прогнозированию надёжности. Например, можно использовать статистические методы для анализа данных и выявления закономерностей, а затем применять методы машинного обучения для построения моделей и прогнозирования. Гибридные методы позволяют учесть различные аспекты и особенности системы, повышая точность прогнозов. Примером гибридного метода является комбинирование статистического анализа и нейронных сетей.

Методы и подходы к прогнозированию надёжности могут быть применены во многих областях, включая производство, энергетику, авиацию, телекоммуникации и информационные технологии [1]. Они могут быть полезны для предсказания отказов в оборудовании, оптимизации режимов работы систем, планирования технического обслуживания и улучшения качества продукции. Применение методов прогнозирования надёжности позволяет предотвратить возможные сбои и повысить эффективность работы систем и устройств.

Прогнозирование надёжности является сложной задачей, которая сталкивается с рядом вызовов. Одним из вызовов является неопределенность данных и непредсказуемость внешних воздействий. Кроме того, эволюция систем и устройств ведет к появлению новых типов отказов, которые не всегда возможно предсказать с помощью существующих методов [4]. Дальнейшие исследования и разработки в области прогнозирования надёжности должны быть направлены на разработку новых моделей и алгоритмов, которые учитывают эти вызовы и способны делать более точные прогнозы.

Прогнозирование надёжности является важной задачей для обеспечения стабильной и бесперебойной работы систем и устройств. В данной статье были рассмотрены различные методы прогнозирования надёжности, включая статистические методы, методы машинного обучения, аналитические методы и гибридные подходы. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и может быть применен в зависимости от конкретной задачи. Дальнейшие исследования и разработки в этой области помогут улучшить точность прогнозирования и повысить надёжность систем и устройств.

#### **Список использованных источников:**

1. Белоусов А.И. Прогнозирование надёжности технических систем. М.: Машиностроение, 2020, – С. 151.
2. Глушков А.В., Задорожний В.А. Методы прогнозирования надёжности систем. М.: Наука, 2021, – С. 158.
3. Кудинов А.Н. Прогнозирование надёжности систем автоматизации. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010– С. 320.
4. Марков М.Е. Прогнозирование надёжности и долговечности оборудования. М.: Наука, 2022– С. 156.
5. Петров В.В., Смирнов В.П. Математические методы прогнозирования надёжности систем. СПб.: БХВ-Петербург, 2020 – С. 242.
6. Сидоров В.Г., Тихомиров И.Н. Моделирование и прогнозирование надёжности систем. М.: Наука, 2022– С. 124.
7. Фёдоров П.А., Ширяев О.Ф. Методы прогнозирования надёжности и безопасности технических систем. М.: Энергоатомиздат, 2021– С. 184. <https://kit-e.ru/obzor-programmnyh-kompleksov-po-raschetu-nadezhnosti-slozhnyh-tehnicheskikh-sistem/>
8. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надёжностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
9. Давыдов А. Ю. Повышение надёжности турбогенератора телесистемы ЗТС-42ЭМ / А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле

- 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 433-437.
10. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.

УДК 622

## **НАСОС ЦНС 180-1900 С АВТОНОМНОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ И РЕГИСТРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском, доцент)*

**А.В. Исаева**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском, студент гр. БСН-20-11)*

**Аннотация.** Статья посвящена описанию насоса ЦНС 180-1900 с автономной системой контроля и регистрации технологических параметров. Рассматривается принцип работы насоса, особенности автономной системы контроля и регистрации, а также преимущества его использования в промышленности. Исследование показывает эффективность данного насоса в обеспечении стабильности технологических процессов и удобстве мониторинга параметров.

**Ключевые слова.** Насос ЦНС 180-1900, автономная система контроля, регистрация технологических параметров, промышленность, стабильность процессов, мониторинг параметров.

UDC 622

## **CNS 180-1900 WITH AUTONOMOUS SYSTEM FOR MONITORING AND REGISTERING TECHNOLOGICAL PARAMETERS**

**L.Z. Zainagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, associate professor)*

**A.V. Isaeva**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, students gr. BSN-20-11)*

**Abstract.** The article is dedicated to describing the CNS 180-1900 pump with an autonomous system for monitoring and registering technological parameters. It discusses the pump's working principle, features of the autonomous monitoring and registration system, as well as the advantages of its use in the industry. The research demonstrates the effectiveness of this pump in ensuring the stability of technological processes and the convenience of parameter monitoring.

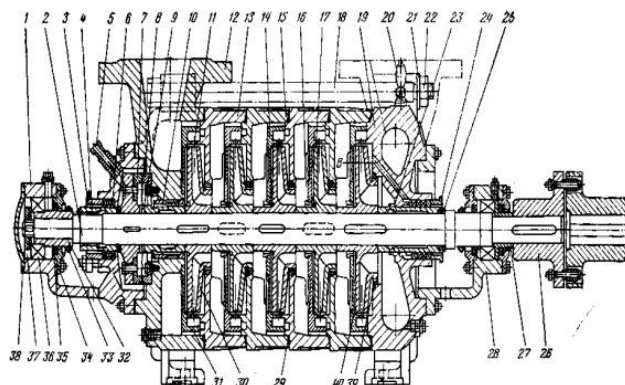
**Keywords.** CNS 180-1900 pump, autonomous monitoring system, technological parameter registration, industry, process stability, parameter monitoring.

Центробежный насос ЦНС 180-1900 предназначен для закачивания в пласт воды с температурой до 40°C обладающий водородным показателем pH–7-8.5, плотностью 1000-1200 кг/м<sup>3</sup>, массовой долей механических примесей не более 0.1 %, размерами частиц не более 0.1 мм, микро твёрдостью не более 1.47 ГПа, а также для перекачивания химически активных сред

Электродвигатель в устройстве центробежного насоса играет роль приводного

элемента. Та часть внутренней конструкции центробежного насоса, где расположен его приводной электродвигатель, тщательно герметизируется, что необходимо для защиты силового агрегата от контакта с перекачиваемой жидкой средой. Вал насоса передает вращение от электродвигателя к рабочему колесу. Конструкция центробежного насоса обязательно включает в себя рабочее колесо, на внешней цилиндрической поверхности которого расположены лопадки, перемещающие перекачиваемую жидкую среду через внутреннюю камеру устройства.

Корпус насоса, как правило, выполнен в форме улитки и оснащен двумя патрубками – всасывающим и напорным.



1 – задний кронштейн; 3 – втулка; 4 – гайка ротора; 6 – сальниковые уплотнения; 7 – разгрузочный диск; 8 – кольцо; 9 – регулировочные кольца; 10 – разгрузочная втулка; 11 – дистанционная втулка; 12 – крышка нагнетания; 13, 31 – корпус направляющих аппаратов; 14 – направляющие аппараты; 15, 16 – уплотнительное кольцо; 18 – стяжные болты; 19 – входная крышка; 21, 22 – шайбы стяжных болтов; 23 – втулка гидрозатвора; 24 – защитная втулка вала; 25 – кольцо; 26 – упругая муфта; 28 – передний кронштейн; 29 – уплотняющий резиновый шнур; 32 – подшипник; 33 – отбойные кольца; 34, 38 – торцевые крышки; 35 – резиновые манжеты; 37 – гайка; 39 – уплотнительное кольцо; 17, 30, 40 – рабочие колеса.

Рисунок 1 – Общий вид насоса ЦНС

На сегодняшний день существует огромное количество современных проектов комплексной автоматизации работы насосных станций, различающихся по аппаратному и программному оснащению. Реализация таких проектов, особенно для насосных станций уже оснащенных системой автоматики, является очень затратным мероприятием, т. к. они предлагают полную замену существующей системы контроля и автоматизации. С экономической точки зрения наиболее приемлемым является усовершенствование имеющейся схемы автоматизации, которая в принципе справляется с управлением насосной станцией. Такую возможность представляет автоматизированная система контроля и регистрации технологических параметров «АСКиР».

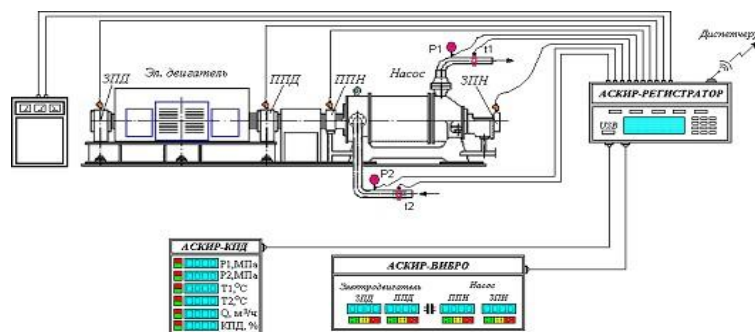


Рисунок 2 – Автономная система контроля и регистрации параметров «АСКиР».

Система мониторинга «АСКиР - автономная система контроля и регистрации». «АСКиР» является аналогом ИС: система собирает информацию с комплекса различных датчиков, имеющих на объекте контроля, и передает ее заинтересованным структурам

предприятия и(или) непосредственно на объекте демонстрировать текущие значения измеряемых параметров. Комплекс «АСКиР» оценивает состояние оборудования, диагностирует неисправности, предотвращает поломки и обеспечивает эффективность работы насоса.

#### **Список использованных источников:**

1. Автоматизированный учебный комплекс мониторинга и управления «Машинная станция-цех» [Текст] / И.Г. Арсланов, А.С. Галеев, Б.В. Колосов, А.В. Никифоров, Р.Г. Нурутдинов, А.М. Нурмухамедов, Р.Н. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 2. – С. 58-64.
2. Программное обеспечение для проведения лабораторных работ с применением средств КИПиА и АСУТП [Текст] / И.Г. Арсланов, А.С. Галеев, Б.В. Колосов, А.В. Никифоров, Р.Г. Нурутдинов, Р.Н. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 2. – С. 206–210.
3. Галеев, А.С. Автономная система контроля и мониторинга работы насосной станции [Текст] / А.С. Галеев, Р.Н. Сулейманов, И.Г. Арсланов // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2013. – № 9. – С. 12-15.
4. Арсланов, И.Г. Автономная система контроля и мониторинга работы насосных агрегатов канализационной насосной станции [Текст] / И.Г. Арсланов, А.С. Галеев, Р.Н. Сулейманов // Технические науки – от теории к практике: сборник статей по материалам XXIV Международной научно-практической конференции (7 августа 2013 г.) / коллектив авторов. – Новосибирск: СибАК, 2013. – С. 13-20.
5. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гиляев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.

УДК 62–192

#### **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ**

**Л. З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**К. П. Козлова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**Д. Р. Гиндуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**Аннотация.** Статья посвящена методам прогнозирования надёжности. В данной статье рассмотрены ключевые методы и подходы, используемые для прогнозирования надёжности. Также приведено программное обеспечение для прогнозирования показателей надёжности.

**Ключевые слова:** методы прогнозирования; анализ; данные; надёжность; прогнозирование.

UDC 62–192

#### **MODERN METHODS OF RELIABILITY FORECASTING**

**L. Z. Zainagalina**

*(Institute of Oil and Gas Federal State Petroleum Technological University  
In the City of Oktyabrsky,*

associate professor)

**K. P. Kozlova**

*(Institute of Oil and Gas Federal State Petroleum Technological University  
In the City of Oktyabrsky,  
Student gr. BSN-22-11)*

**D. R. Gindullina**

*(Institute of Oil and Gas Federal State Petroleum Technological University  
In the City of Oktyabrsky,  
Student gr. BSN-22-11)*

**Abstract.** The article is devoted to methods for predicting reliability. This article discusses the key methods and approaches used to predict reliability. Software for the described methods. is also discussed.

**Keywords:** method; analysis; data; reliability; forecasting.

Методы прогнозирования надежности машин выбирают с учетом задач прогнозирования, количества и качества начальной информации, характера реального процесса изменения показателя.

Современные методы прогнозирования разделены на три основные группы:

- методы экспертных оценок;
- анализ надежности на основе данных о сбоях
- прогнозирование на основе моделей надежности
- статистические методы.

Методы прогнозирования, основанные на экспертных оценках, заключаются в обобщении, статистической обработке и анализе мнений специалистов относительно перспектив развития данной области.

Методы моделирования базируются на основных положениях теории подобия. На основании подобия показателей модификации А и некоторых свойств модификации Б той же машины, прогнозируются показатели надежности Б на определенный период времени.

Статистические методы прогнозирования основаны на экстраполяции и интерполяции прогнозируемых параметров надежности, полученных в результате предварительных исследований. В основу метода положены закономерности изменения параметров надежности машин во времени [4, 8].

Нефтегазовая промышленность характеризуется наличием широкого спектра технологического оборудования, которое работает в жестких условиях окружающей среды (высокая коррозионная активность, высокие температура и давление, наличие деформации при перепадах температур, влияние химических компонентов ,внешние механические воздействия и т.д.). При достижении критических значений повреждения, возникающие в процессе эксплуатации, приводят к нарушению работоспособного состояния оборудования и в конечном итоге к его выходу из строя. Настоящей проблемой при эксплуатации комбинированных нефтегазовых установок является прогнозирование возникновения и развития дефектов, связанных с человеческим фактором.

Статистический анализ данных является одним из наиболее распространенных методов прогнозирования надежности. Он основывается на изучении статистических свойств собранных данных, таких как временные интервалы между отказами, длительность безотказной работы и другие показатели. Используя различные методы, такие как вычисление среднего времени наработки до отказа (MTTF) и оценка распределения времени жизни, можно определить вероятность отказа системы [1, 7].

Прогнозирование на основе моделей надежности является более сложным подходом, который использует математические модели для описания надежности системы. Этот метод включает в себя разработку математических уравнений и алгоритмов, основанных на физических и вероятностных принципах. Модели могут быть разного уровня сложности от простых экспоненциальных моделей до более сложных моделей регрессии и машинного



обучения. Подобные модели позволяют учитывать различные факторы, влияющие на надежность, и предсказывать будущее поведение системы [2, 6].

Анализ надежности на основе данных о сбоях предусматривает изучение и анализ информации о прошлых сбоях, отказах и проблемах в работе системы. Путем анализа причин возникновения сбоев и их последствий можно выявить слабые места и проблемные компоненты. Этот метод также позволяет оценить эффективность существующих методов обслуживания и предложить улучшения. Анализ данных о сбоях является важной частью цикла обратной связи и постоянного улучшения надежности системы.

Прогнозирование надежности на основе экспертной оценки включает использование знаний и опыта экспертов в соответствующей области. Эксперты могут оценивать вероятность отказа системы на основе своего практического опыта, знаний о характеристиках системы и ее компонентов. Этот метод часто применяется в случаях, когда недостаточно данных или когда система находится на ранней стадии разработки.

Для расчета надежности существуют следующие программные обеспечения:

К отечественным относятся: АРБИТР (Пример работы программы представлен на рисунке 1); АРМ Надежности; АСОНИКА-К; AnyGraph; CRISS. К зарубежным - BlockSim; ITEM Software; Reliability Workbench; Windchill [5].

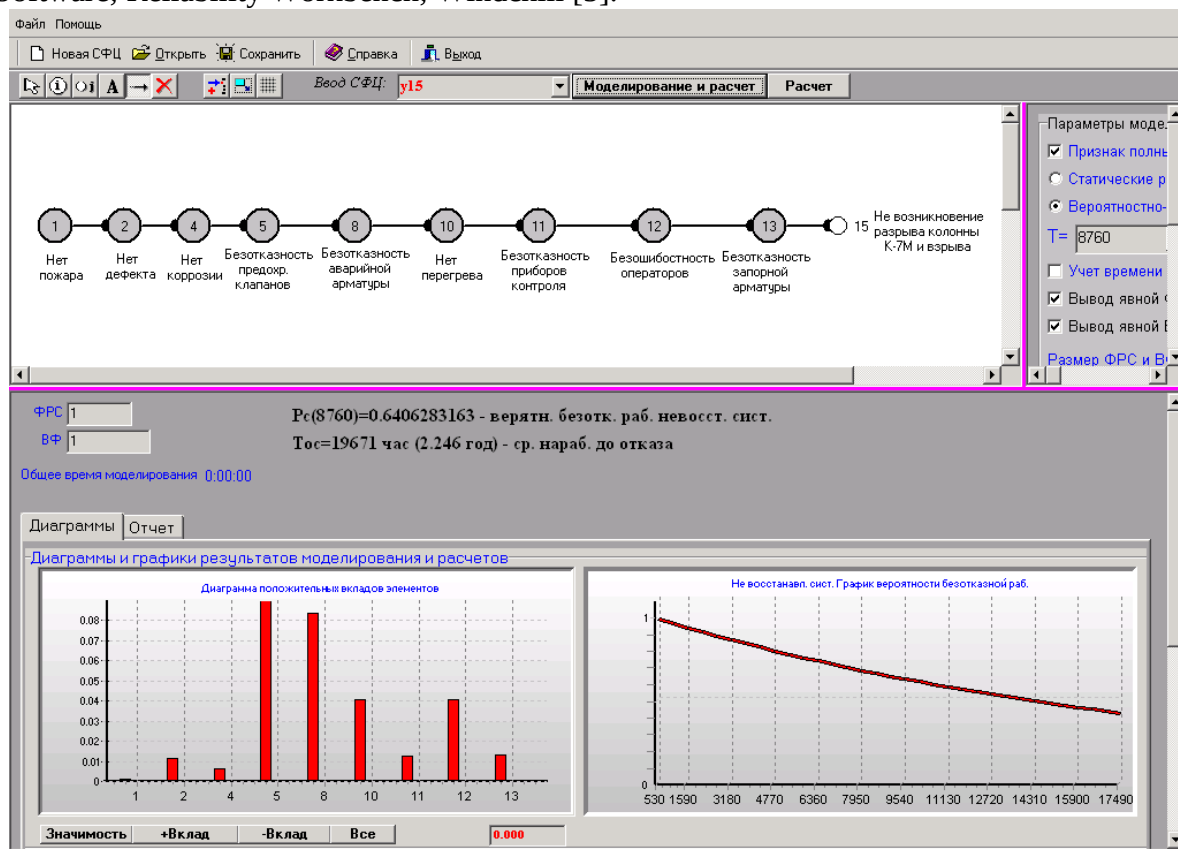


Рисунок 1 - Пример работы программы АРБИТР [3]

Таким образом, методы прогнозирования надежности играют важную роль в различных отраслях, где требуется обеспечение стабильной и безопасной работы систем и технологий. Статистический анализ данных, прогнозирование на основе моделей, анализ данных о сбоях и экспертная оценка являются основными подходами, используемыми для предсказания надежности. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и ограничения, и их комбинация может повысить точность прогнозирования.

#### Список использованных источников:

1. Иванова Е.И. Методы прогнозирования надежности оборудования в нефтегазовой отрасли // Нефтяное дело. – 2010. – № 3. – С. 28–35.

2. StudFiles, [Электронный ресурс]: Прогнозирование надежности - Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2903404/page:25/>, - свободный (13.04.2024 г.).
3. Flecton [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://flectone.ru/asm-arbitr.html>, свободный (15.04.2024 г.)
4. Studizba [Электронный ресурс]: Основные задачи прогнозирования надежности машин - Режим доступа: <https://studizba.com/lectures/inzhenerija/osnovy-nadezhnosti-i-tehnicheskie-izmerenija/38341-osnovnye-zadachi-prognozirovaniya-nadezhnosti-mashin.html>, - свободный (13.04.2024 г.).
5. Studexpo [Электронный ресурс]: Обеспечение надежности - Режим доступа: [https://studexpo.net/978123/radioelektronika/obespechenie\\_nadezhnosti\\_funktsionirovaniya\\_avtomatizirovannyh\\_sistem\\_elektronnyh\\_torgov](https://studexpo.net/978123/radioelektronika/obespechenie_nadezhnosti_funktsionirovaniya_avtomatizirovannyh_sistem_elektronnyh_torgov), свободный (15.04.2024 г.).
6. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
7. Давыдов А. Ю. Повышение надежности турбогенератора телесистемы ЗТС-42ЭМ / А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 433-437.
8. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.

УДК 620.22

## **СПЛАВЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОДШИПНИКОВ ТРЕХШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ**

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Д.Ф. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ-22-11)*

**Д.Н. Шакиров**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ-22-11)*

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные марки стали, используемые для изготовления подшипников трехшарошечных долот. Анализируются преимущества и недостатки каждой марки стали, а также даются рекомендации по выбору оптимальной марки для различных условий бурения. Статья охватывает следующие аспекты: типы марок стали, используемых для подшипников трехшарошечных долот; свойства марок стали, такие как твердость, износостойкость и прочность; области применения каждой марки стали; факторы, которые следует учитывать при выборе марки стали для подшипников трехшарошечных долот. Статья предоставляет информацию для принятия обоснованных решений и улучшения общей эффективности буровых операций.

**Ключевые слова:** долото, цапфа, шариковые подшипники качения, роликовые подшипники качения, подшипники скольжения, марки стали.

UDC 620.22

## **ALLOYS USED FOR THE MANUFACTURE OF BEARINGS FOR THREE-PIN BITS**

**L.Z. Zainagalina**

*(Institute of Oil and Gas of the Federal State Budgetary Educational Institution*



in the city of Oktyabrsky,  
associate Professor)

**D.F. Khabibullin**

(Institute of Oil and Gas of the Federal State Budgetary Educational Institution  
in the city of Oktyabrsky,  
student gr. BGB-22-11)

**D.N. Shakirov**

(Institute of Oil and Gas of the Federal State Budgetary Educational Institution  
in the city of Oktyabrsky,  
student gr. BGB-22-11)

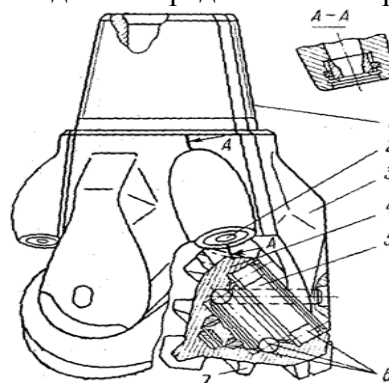
**Annotation.** The article discusses various grades of steel used for the manufacture of bearings for three-pin bits. The advantages and disadvantages of each steel grade are analyzed, and recommendations are given on choosing the optimal grade for various drilling conditions. The article covers the following aspects: types of steel grades used for bearings of three-pin bits; properties of steel grades such as hardness, wear resistance and strength; applications of each steel grade; factors to be considered when choosing a steel grade for bearings of three-pin bits. The article provides information for making informed decisions and improving the overall efficiency of drilling operations.

**Keywords:** trunnion, rolling ball bearings, rolling roller bearings, plain bearings, steel grades.

Наиболее распространенными в практике бурения нефтяных и газовых скважин являются сферические долота дробяще-скалывающего действия с твердосплавным или стальным креплением.

Опора ножки долота, цапфа, на которой вращается шарошка, подвергается значительным статическим и динамическим нагрузкам. Характеристики условий работы цапфы характеризуются износом из-за контактной усталости в случае использования негерметизированной опоры. Следовательно, сталь, из которой изготовлена лапа долота, должна обладать высокой прочностью и вязкостью в сочетании с высокой контактной стойкостью и хорошей износостойкостью. Кроме того, конструктивные особенности сверл требуют хорошей свариваемости материала ножки. [3]

Конструкция трехшарошечного долота представлена на рисунке 1.



1 – замковая резьба; 2 – приливы с промывочными каналами; 3 – лапа; 4 – шарошка; 5 – цапфа; 6 – система подшипников; 7 – фрезерованные стальные зубья

Рисунок 1 - Конструкция трехшарошечного долота

Шарикоподшипники являются наиболее важными компонентами шарового долота, долговечность которых чаще всего определяет долговечность долота в целом. Опоры воспринимают радиальные и осевые нагрузки (относительно цапфы). В зависимости от размера торцевой крышки шарикоподшипники состоят из различных комбинаций шариковых и роликоподшипников, а также подшипников скольжения. [4]

— Шарикоподшипники легче устанавливать в корпус с ограниченным размером шарика, они плохо реагируют на возможные смещения осей шарика и цапфы. Однако из-за скольжения шариков по боковым направляющим эти подшипники быстро нагреваются и требуют интенсивного охлаждения.

— Роликоподшипники могут выдерживать большую нагрузку, чем шарикоподшипники, но их труднее приспособить к ограниченному размеру шариков. Они очень чувствительны к смещению осей шариков и цапф, и когда ролики изнашиваются, шарики часто застревают на цапфах.

— Подшипники скольжения способны выдерживать самые высокие нагрузки. Однако они эффективны только при низких скоростях вращения сверл, когда поверхности трения шариков и прилегающих к ним цапф и подшипников не сильно нагреваются. [2]

Долговечность шарошечных долот определяет эффективность процесса бурения, в то время как их прочность и износостойкость во многом определяются правильным выбором и качеством сталей и других конструкционных и армирующих металлов и сплавов, каучуков и смазочных материалов. В связи с тем, что сверла работают в чрезвычайно сложных условиях, выбор сталей и других материалов должен быть строго дифференцированным для каждого отдельного элемента сверла — от тел качения и подшипников скольжения до корпусов наконечников, шариков и упрочняющих твердосплавных поверхностей. [5]

Марки стали применяемые для разных диаметров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Марки стали применяемые для разных диаметров.

| Наименование детали | Диаметр долота, мм | Марка стали | Номер ТУ    |
|---------------------|--------------------|-------------|-------------|
| Шарошка             | 46,0-212,7         | 17НЗМА-Ш    | ТУ 3-938-79 |
|                     | 215,9-295,3        | 16ХНЗМА-Ш   | ТУ 3-938-79 |
|                     | 311,1 и более      | 18ХНЗМА     | ТУ 3-859-80 |

17НЗМА - конструкционная аустенитная легированная сталь. Свариваемость удовлетворительная. Методы сварки: РДС, АрДС под флюсом и газовой защитой. Он нашел свое применение при производстве горячекатаного прутка, используемого для изготовления наконечников и буровых шарошек всех размеров с продувкой воздухом, гамбургеров путем обработки горячим давлением. Расшифровка стали 17ХЗМА: первые две цифры указывают на содержание углерода в сотых долях процента - 0,17%. Буквы указывают на долю раскисляющих элементов в стали: НЗ - никель около 3%, М - молибден до 1%, буква А в конце указывает на то, что сталь высокого качества с содержанием фосфора и серы менее 0,025%.

16ХНЗМА - конструкционная аустенитная легированная сталь. Свариваемость удовлетворительная. Методы сварки: РДС, АрДС под флюсом и газовой защитой. Он нашел свое применение при производстве горячекатаных прутков, используемых для изготовления наконечников и шариков сверл всех размеров с продувкой воздухом, а также сверл диаметром 151 мм и менее, головок методом горячей обработки давлением. Расшифровка стали 16ХНЗМА: первые две цифры указывают на содержание углерода в сотых долях процента - 0,16%. Буквы указывают на долю раскисляющих элементов в стали: Х - хром 1%, НЗ - никель около 3%, М - молибден до 1%, буква А в конце указывает на то, что сталь высокого качества с содержанием фосфора и серы менее 0,025%.

18ХНЗМА - конструкционная аустенитная легированная сталь. Свариваемость удовлетворительная. Методы сварки: РДС, АрДС под флюсом и газовой защитой. Он нашел

свое применение при производстве горячекатаных прутков, используемых для изготовления наконечников и шариков сверл всех размеров с продувкой воздухом, а также сверл диаметром 151 мм и менее, сверлящих горячим давлением; сверл диаметром 320 мм и более. Расшифровка стали 18ХНЗМА: первые две цифры указывают на содержание углерода в сотых долях процента - 0,18%. Буквы указывают на долю раскисляющих элементов в стали: Х - хром 1%, НЗ - никель около 3%, М - молибден до 1%, буква А в конце указывает на то, что сталь высокого качества с содержанием фосфора и серы менее 0,025%.

Общие характеристики: прутки горячекатаный по ТУ 3-850-80 поставляется в термообработанном состоянии (отожженный или сильно вспученный) с твердостью не более 269 НВ (диаметр отиска не менее 3,7 мм). Прокаливаемость стали (после нормализации до  $920\pm 10^{\circ}\text{C}$  или закалки до  $890\pm 10^{\circ}\text{C}$ ) - Твердость HRC должна составлять на расстоянии 4,5 мм от торца 37,5-43,5 и на расстоянии 30 мм от торца - 25-35. Диапазон рабочих температур стали составляет от  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+450^{\circ}\text{C}$ .

Некоторые из перспективных марок сталей для изготовления шарошечных долот включают в себя:

1. AISI 4140 - высокопрочная сталь с хорошей износостойкостью и удароустойчивостью.
2. AISI 52100 - это хромистая сталь со специальным углеродным сплавом, обеспечивающим высокую твердость и износостойкость.
3. AISI M2 - высокоскоростная сталь с высокой твердостью и термической стойкостью, что обеспечивает хорошую производительность в условиях высоких нагрузок. [1]

Эти марки сталей обладают хорошими свойствами износостойкости, прочности и твердости, что делает их идеальным выбором для производства шарошечных долот, используемых в бурении горных пород.

В результате проведенного анализа наиболее оптимальной для изготовления подшипников породоразрушающего инструмента оказалась сталь марки 18ХНЗМА. Выбор правильной марки стали для подшипников трехшарошечных долот имеет решающее значение для обеспечения их долговечности и производительности.

#### **Список литературы:**

1. [https://emk24.ru/wiki/astm\\_steels/stal\\_aisi\\_4140\\_7211134/](https://emk24.ru/wiki/astm_steels/stal_aisi_4140_7211134/)
2. <https://helpiks.org/3-39053.html>
3. <https://uralburmash.ru/materials>
4. Булюкова Ф.З. Исмаков Р.А., Попов А.Н. Описание и расчет показателей износа шарошечных долот по системе МАБП / изд: Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, 2021 г. - 19 с.
5. Синев С.В. Справочник по шарошечным долотам ведущих компаний. Высокоэффективные отечественные долота и инновационные технологии применения. / изд: Инфра-Инженерия, Москва-Вологда, 2022 г. - 436 с.

УДК 551.468.2

#### **МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ НЕФТИ**

**Н.К. Закревский**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-21-11)*

**Д.Р. Галимов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-21-11)*

**Л.Ф. Юсупова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ (филиал в г. Октябрьском,*

*ассистент)*

**Аннотация:** Самыми безопасными для экологии являются механические способы сбора разлитой нефти. Они реализуются с помощью применения специального оборудования – нефтесборщиков, установок для сепарации, а также с помощью технологий ограничения распространения нефтяного пятна. Механические методы удаления нефти относятся к процессам, которые физически отделяют нефть от других жидкостей и твердых веществ, таких как вода, песок и шлам. Эти методы широко используются в нефтяной промышленности для очистки и подготовки нефти перед ее переработкой или продажей.

**Ключевые слова:** сепарация, скриммеры, нефтяные пятна, сорбенты, диспергия.

UDC 551.468.2

## INVESTIGATION OF THE INTERACTION OF WELLS OF THE RING BATTERY

**N.K. Zakrevsky**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
in the City of Oktyabrsky,  
students of gr. BGR-21-11)*

**D.R. Galimov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
in the City of Oktyabrsky,  
students of gr. BGR-21-11)*

**L.F. Yusupova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**Abstract.** Mechanical methods of collecting spilled oil are the safest for the environment. They are implemented through the use of special equipment – oil collectors, separation plants, as well as using technologies to limit the spread of an oil slick. Mechanical oil removal methods refer to processes that physically separate oil from other liquids and solids such as water, sand, and sludge. These methods are widely used in the petroleum industry to purify and prepare oil before refining or selling it.

**Keywords:** separation, screeners, oil spills, sorbents, dispersion.

Введение.

Нефтяные разливы – серьезная экологическая проблема, требующая эффективных методов устранения. Механические методы являются одним из наиболее распространенных и быстрых способов очистки поверхности воды от нефтяных загрязнений [1-3].

Одним из таких методов является использование сорбентов. Это материалы, способные поглощать нефть и другие гидрофобные загрязнители, образуя с ними комплексы, которые легко удаляются с поверхности воды. Сорбенты могут быть как природного происхождения (например, солома, волокна кокоса), так и синтетическими (полиуретановые поролон, полиакриламидные гели). Этот метод эффективен, однако требует большого количества сорбента и может привести к проблемам с его последующей утилизацией.

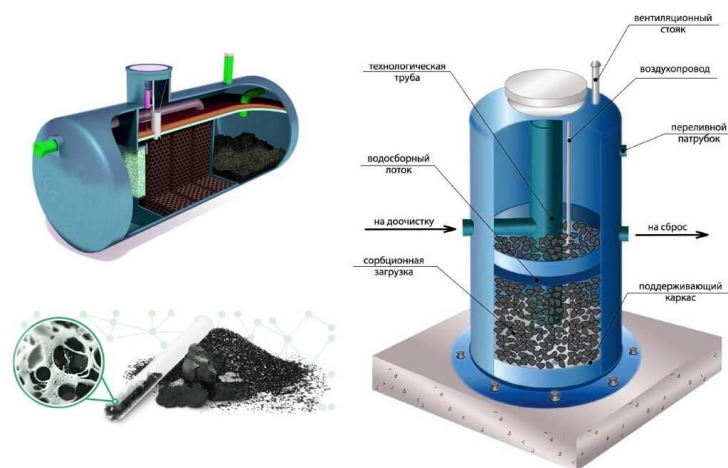


Рисунок 1 – Сорбционный фильтр

Другим механическим методом является использование скиimmers. Скиimmers – это устройства, которые с помощью различных механических принципов (например, плавучие отводящие насосы или воронкообразные сборники) собирают нефть с поверхности воды. Они могут быть установлены как на судах, так и на специальных платформах. Этот метод также эффективен, особенно в случае больших разливов, но требует значительных затрат на оборудование и обслуживание.



Рисунок 2 – Спрут-М1-100 (Скimmer)

Кроме того, существуют методы:

1 Гравитационное отстаивание. Используется для разделения нефти от воды на основе разницы в их плотности. Нефть, как более легкая жидкость, поднимается на поверхность, а вода остается внизу.

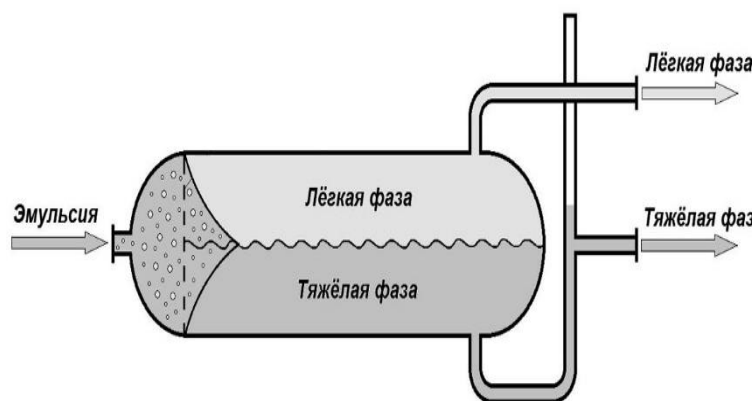


Рисунок 3 – Отстойник

2 Цетрифугирование. Ускоряет процесс гравитационного отстаивания путем использования центробежной силы. Центрифуги разделяют жидкости и твердые вещества в зависимости от их плотности и скорости вращения.

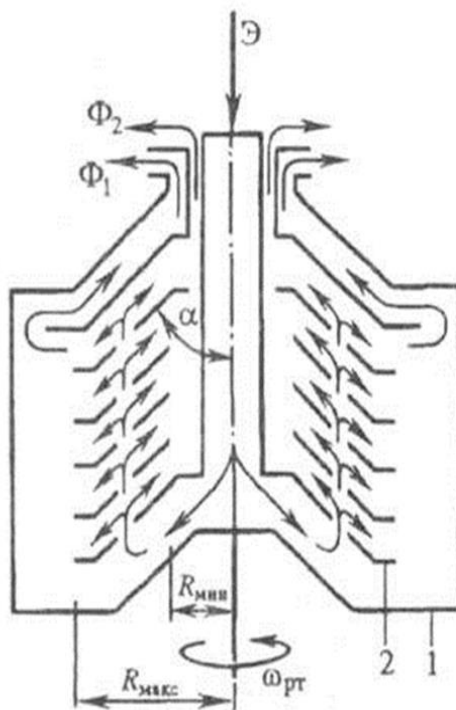


Рисунок 4 – Центрифугирование

Как и использование диспергаторов (реагентов), сжигание нефти в месте разлива вызывает вторичное загрязнение и наносит ущерб экологии пораженного района, поэтому применяться такой метод может только при наличии условий, делающих его использование оправданным.



Рисунок 5 – Сжигание нефтяного пятна на месте разлива

Проблемой сжигания нефти является то, что горение пятна прекращается, когда сгорают легкие фракции – при этом тяжелые компоненты нефти оказываются не тронутыми. Для повышения эффективности сжигания необходимо утолщить слой нефти на поверхности воды, чтобы продлить время горения. Перечисленные способы – наиболее распространенные на сегодняшний день.

Специалистами постоянно ищутся альтернативы, которые позволили бы увеличить скорость и эффективность сбора нефти с воды и снизить вред для экологии.

Например, одним из новых методов, который предлагается для нейтрализации загрязнений воды нефтью, является воздействие на поверхность пятна лазерным излучением [4-8].

Преимущества механических методов удаления нефти.

Механические методы удаления нефти обладают рядом преимуществ, в том числе:

- Эффективность: Они эффективно удаляют нефть из различных сред, включая воду, воздух и почву.
- Простота: Большинство механических методов просты в эксплуатации и требуют минимального обслуживания.
- Низкие эксплуатационные расходы: Эти методы обычно недороги в эксплуатации и обслуживании.
- Масштабируемость: Механические методы могут быть адаптированы для обработки различных объемов нефти, от небольших до крупных.

Несмотря на свои преимущества, механические методы удаления нефти имеют некоторые недостатки, в том числе:

- Образование отходов: Эти методы могут производить значительное количество отходов, таких как отработанный фильтрующий материал или осадок.
- Требование энергии: Некоторые механические методы, такие как центрифугирование, требуют значительного количества энергии.
- Неполное удаление нефти: Эти методы могут не удалить всю нефть из обрабатываемой среды.
- Ограничения по размеру частиц: Фильтры и другие методы, основанные на размерах частиц, могут быть неэффективны для удаления очень мелких частиц нефти [9-14].
-

### Заключение

Механические методы удаления нефти являются важным инструментом в нефтяной промышленности для очистки и подготовки нефти. Эти методы предлагают эффективное, простое и масштабируемое решение для разделения нефти от воды, твердых частиц и других примесей. Однако при выборе и использовании этих методов следует учитывать их преимущества и недостатки. Постоянные инновации в этой области приводят к разработке более эффективных и экологически безопасных механических методов удаления нефти.

### Список использованных источников:

1. Семанов Г.Н. Разливы нефти в море и обеспечение готовности к реагированию на них / Г.Н. Семанов // Журн. Транспортная безопасность и технологии. СПб, ЗАО ЦНИИМФ. – 2005. №2.
2. Журавель В.И. Средства морского и берегового обеспечения предупреждения и ликвидации аварийных разливов углеводородов в условиях замерзающих морей / В.И. Журавель, М.Н. Мансуров, А.В. Маричев // Труды конференции «Управление рисками и устойчивое развитие единой системы газоснабжения России. – М., 2006. – С. 449–454.
3. Мансуров М.Н. Ликвидация аварийных разливов нефти в ледовых морях. М.Н. Мансуров, Г.А. Сурков, В.И. Журавель, А.В. Маричев. – М.: ИРЦ «Газпром», 2004. – 422 с.
4. Buist I. In Situ Burning of Oil Spills in Ice and Snow // Proc. Of Int. Oil and Ice Workshop 2000. – Anchorage.
5. Кропотова Н.А. Инновационное техническое решение бесконтактного управления процессами горения. / Н.А. Кропотова, В.Е. Иванов, Л.В. Кочетков, Е.Ю. Моисеева // Сб. статей III Международного научно-практического конкурса «Профессионал 2017». Пенза, 2017. – С. 20-25.
6. Журавель В.И. Анализ технических требований к судовым системам ликвидации разливов нефтепродуктов в условиях замерзающих морей. Нефтегазовое дело, 2007. Вып. 1. С. 1-15.
7. Пучков П.В. Магнитожидкостное уплотнение подшипника качения. / П.В. Пучков, А.В. Топоров, Н.А. Кропотова, И.А. Легкова. // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции «Наука и образование в социокультурном пространстве современного общества». В 3-х частях. - Смоленск. 2016. С. 33-35.
8. Топоров А.В. Применение методов конечных элементов для расчета магнитных систем магнитожидкостных устройств. / А.В. Топоров, Н.А. Кропотова, А.Н. Мальцев, Е.А. Топорова, К.М. Волкова. // Фундаментальные и прикладные вопросы науки и образования. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2016 г. Ч. 2. - Смоленск: ООО «Новаленсо», 2016. – 175. С. 54-56.
9. Хуснутдинова Р.Р. Выбор оптимальной рецептуры тампонажного раствора для успешного проведения ремонтно-изоляционных работ / Р.Р. Хуснутдинова // Наука и инновации - современные концепции. Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума // Отв. редактор Д.Р. Хисматуллин. Москва - 2022. - С. 142-150.
10. Петрова Л.В. Цифровые технологии для решения задач геологии и гидродинамики пластовых систем / Л.В. Петрова, Е.В. Воронова, Р.Р. Хуснутдинова // Актуальные вопросы высшего образования – 2022: материалы научно-методической конференции с международным участием / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. - С. 35-38.
11. Петрова Л.В. Методические аспекты программы профессиональной переподготовки «ИТ- ГЕОЛОГ» / Л.В. Петрова, Е.В. Воронова, Р.Р. Хуснутдинова, К.И. Хабибуллин // Актуальные вопросы высшего образования – 2022: материалы научно-методической конференции с международным участием / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. - С. 38-43.



12. Разработка новых форматов проведения практических работ / Л.В. Петрова, Е. В. Воронова, Р. Р. Хуснутдинова, Л. Ф. Юсупова, А. А. Каримова // Актуальные вопросы высшего образования – 2020: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 264-268.
13. Оценка наработки узлов на отказ и анализ надежности узлов ШГН при постоянном режиме работы / Юсупова Л.Ф., Каменев С.И., Бикташев М.С., Измайлова Г.Р. // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти (Октябрьский, 22-23 апреля 2022 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 286-291. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49370453&selid=49545095> (дата обращения: 10.04.2024).
14. Юсупова Л.Ф., Кобилев Ф.У., Кашапов Р.А., Измайлова Г.Р. Факторы, влияющие на работу ШЧНУ, условия их применения // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти (Октябрьский, 22-23 апреля 2022 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 293-300. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49370453&selid=49545095> (дата обращения: 10.04.2024).

УДК622.276

#### РАЗРАБОТКА НАСОСА СЕКЦИОННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО С ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ МАНОМЕТРОМ

**Р.Р.Зиянгиров**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Л. М. Зарипова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается разработка насоса секционного центробежного с электроконтактным манометром. Описывается принцип работы и конструктивные особенности данного типа насоса, а также его преимущества и область применения. Особое внимание уделено интеграции электроконтактного манометра для контроля давления в системе. Результаты исследований позволяют сделать вывод о эффективности и перспективности использования данного типа насоса в различных отраслях промышленности.

**Ключевые слова:** насос секционный центробежный, манометр, преимущества, электроконтактный манометр, принцип работы

UDC622.276

#### РАЗРАБОТКА НАСОСА СЕКЦИОННОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО С ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ МАНОМЕТРОМ

**R. R. Ziyangirov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**L. M. Zaripova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** This article discusses the development of a sectional centrifugal pump with an electric contact manometer. The working principle and design features of this type of pump, as well as its advantages and application area, are described. Special attention is paid to the integration of an electric contact manometer for pressure control in the system. The research results allow us to

conclude on the effectiveness and prospects of using this type of pump in various industries.

**Keywords:** sectional centrifugal pump, manometer, advantages, electric contact manometer, working principle.

Центробежный секционный насос (далее - ЦНС) - это высоконапорный многоступенчатый насос, предназначенный для перекачивания жидкости с помощью последовательно соединенных ступеней, каждая из которых придает потоку жидкости энергию и повышает давление (напор).

Принцип действия центробежного насоса основан на создании избыточного давления, последующего выталкивания транспортируемой среды в нагнетательную трубопроводную систему. Механическая энергия, которая создается с помощью электрического двигателя, передается на транспортируемую жидкость с помощью рабочего колеса. Оно смонтировано на вал, соединенный с приводом, располагается в едином корпусе.

Конструкция насосов типа ЦНС унифицирована до предела. Основными частями насоса (Рисунок 1) являются: рабочее колесо 1, направляющий аппарат 2, секция 3, защитная рубашка 4, крышка всасывания 5 и нагнетания 6.

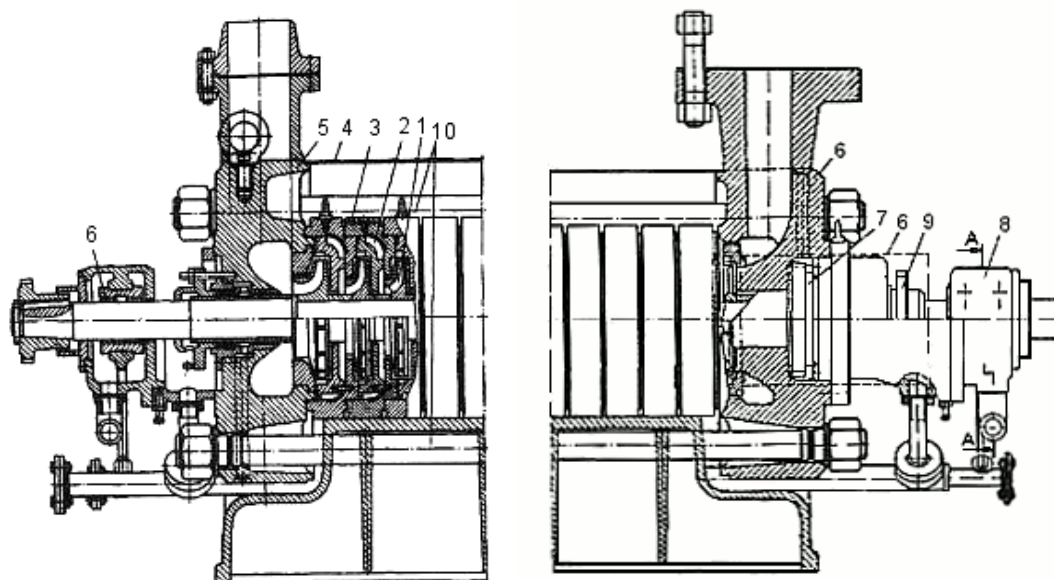


Рисунок 1 - Насос ЦНС секционного типа: 1 - рабочее колесо; 2 - направляющий аппарат; 3 - секция; 4 - защитная рубашка; 5 - крышка всасывания; 6 - крышка нагнетания; 7 - разгрузочный диск; 8 - подшипники скольжения; 9 - комбинированные концевые уплотнения; 10 - шпильки стягивающие секции насоса.

Преимуществом центробежных насосов в нефтегазовой промышленности является их способность перекачивать большие объемы жидкости. Эти насосы рассчитаны на высокую скорость потока и могут быстро и эффективно перекачивать большие объемы жидкости. Это особенно полезно при транспортировке сырой нефти, когда сырую нефть можно быстро переместить из одного места в другое. А одним из главных преимуществ центробежных насосов в нефтегазовой промышленности является их способность работать с жидкостями под высоким давлением. Это объясняется тем, что рабочее колесо используется для создания центробежной силы, которая выталкивает жидкость из центра рабочего колеса и выводит ее через корпус насоса к выпускному патрубку. Это позволяет насосу легко справляться с жидкостями под высоким давлением. Однако, иногда возникают ситуации, когда давление в системе снижается до недопустимого уровня, что может привести к повреждению насоса. Для предотвращения таких ситуаций был разработан насос ЦНС с электроконтактным

манометром. Основной особенностью разработанного насоса является наличие электроконтактного манометра, который отслеживает давление в системе и автоматически отключает насос при его снижении ниже заданного уровня. Это позволяет предотвратить возможные повреждения насоса и обеспечить безопасность его работы.

Электроконтактные манометры (далее – ЭКМ) - это приборы, которые служат для управления электрической нагрузкой в ответ на измеряемое давление. По внешнему виду и принципу действия ЭКМ аналогичны обычным техническим манометрам. Единственным отличием являются дополнительные элементы прибора - сигнальная стрелка и контактная группа.

Эти манометры сочетают в себе функции индикатора и сигнализатора. С их помощью можно не только отслеживать изменения давления в режиме реального времени, но и автоматически запускать или останавливать технический процесс при достижении предельного значения.

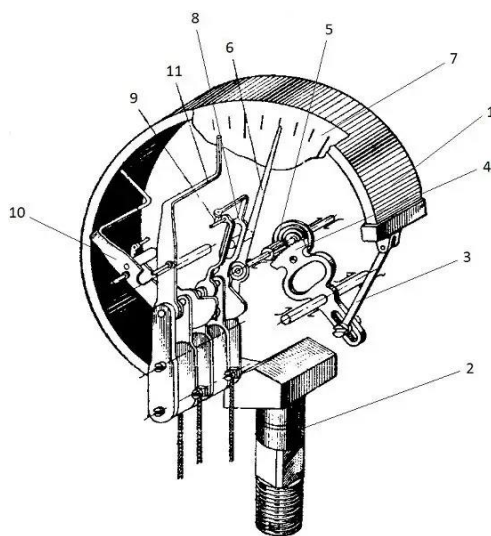


Рисунок 2 - Устройство электроконтактного манометра: 1 — трубчатая пружина, 2 — держатель, 3 — тяга, 4 — сектор, 5 — трибка, 6 — показывающая стрелка, 7 — круговая шкала, 8 — поводок, 9 — контакт, 10 и 11 — сигнальные стрелки (уставки).

Принцип работы электроконтактных манометров тот же, что у технических аналогов. Но к ЭКМ добавлены электрические контакты, и это влияет на принцип действия.

Измеряемое давление поступает внутрь трубчатой пружины (1), одним концом закрепленной в держателе (2). Второй конец пружины свободен. Когда внутрь трубки подается давление, ее свободный конец через тягу (3) переходит на сектор (4) и трибку (5) со стрелкой (6), которая насажена на ее ось. Стрелка движется вдоль шкалы (7) и показывает точное значение давления. Вместе с ней перемещается поводок (8), который несет на себе контакт (9). Поводок перемещается между двумя сигнальными стрелками, или уставками (10, 11).

Когда давление достигает заданного уставками значения, поводок замыкается со стрелкой. По такому принципу происходит размыкание или замыкание электроцепи, к которой подключены контакты устройства. Замыкание/размыкание цепи вызывает включение/выключение сигнального или регулирующего оборудования. Электроконтактный манометр можно настроить на срабатывание по повышению или понижению уровня давления.

Главное преимущество электроконтактных манометров — в том, что один прибор выполняет сразу две функции: позволяет контролировать давление и показывает текущее его значение. При установке этих манометров не требуется никаких тройников или фитингов, поскольку устройства уже собраны в едином корпусе.

К плюсам ЭКМ также относится простота настройки и точная визуализация установленных пределов срабатывания по давлению. Для того, чтобы установить пороговые значения в манометре, не нужен специализированный инструмент, достаточно индикаторной отвертки. Необходимые значения легко устанавливаются путем вращения винта в головке, расположенной на наружной стороне стекла устройства.

Разработка насоса центробежного секционного с электроконтактным манометром является важным шагом в области безопасности и эффективности работы систем перекачки. Он обеспечивает надежную защиту от повреждений и снижает риск возникновения аварийных ситуаций. Благодаря своим преимуществам, данный насос находит широкое применение в различных отраслях, где требуется поддержание определенного давления в системе.

#### **Список использованных источников:**

1. Ремонт подземного оборудования УСШН для добычи нефти: учебное пособие / М. Л. Галимуллин, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 91 с.
2. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного насоса / М. Л. Галимуллин, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2015. – № 4. – С. 22-28.
3. Насос штанговый с устройством демпфирования в конструкции клапанного узла / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, М.Я. Хабибуллин // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса.– 2016. - № 4. - С. 21-24.
4. Анализ отказов элементов глубинного штангового насоса / М.Л. Галимуллин, С.С. Орешков, М.С. Габдрахимов, Л.М. Зарипова // СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ – 2016. Сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. - С. 30-34.
5. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова // В сборнике: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ ДЕЛЕ – 2016. Сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. - С. 34-37.
6. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.
7. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 122-129.
8. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
9. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Р.И. Сулейманов, М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Д.И. Сидоркин, Р.Я. Абдюкова // Современные технологии

в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.

10. Галимуллин, М.Л. Опыт работы центра технического диагностирования и экспериментального обследования (ЦТДИЭО) ООО «ОЗНПО» в области продления срока службы НПО и расчета остаточного ресурса / М.Л. Галимуллин, Л.М. Зарипова, Р.И. Сулейманов // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 114-122.

11. Насос штанговый с устройством демпфирования в конструкции клапанного узла / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, М.Я. Хабибуллин // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 4. – С. 21-24.

12. Исследование механизма распространения волн давления в закачиваемой жидкости от устья до забоя скважины / М.Я. Хабибуллин, Р.И. Сулейманов, М.Л. Галимуллин, Л.М. Зарипова // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2017. – № 3. – С. 90-94.

13. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, М.Я. Хабибуллин, Л.М. Зарипова, Р.Г. Хабибуллина // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.

14. Универсальное забойное устройство для импульсной стационарной закачки жидкости в скважину / М.Я. Хабибуллин, Р.И. Сулейманов, М.Л. Галимуллин, Д.И. Сидоркин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2018. – № 2. – С. 60-65.

15. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Р.И. Сулейманов, Л.М. Зарипова // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.

16. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / М.Л. Галимуллин, М.С. Габдрахимов, Л.М. Зарипова, Р.И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.

17. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Р.И. Сулейманов, Л.З. Зайнагилина, Л.М. Зарипова, М.Л. Галимуллин // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.

УДК 532.610

## **ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**Д.П. Исаева**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**И.Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,*

доцент)

**А.М. Гильманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**О.В. Филимонов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены ведущие цифровые технологии в нефтегазовой отрасли. Приведены примеры использования данных способов. На основе примеров представлена роль цифровой трансформации на нефтедобывающих производствах.

**Ключевые слова:** технологии, интернет, нефтегазовая отрасль, эффективность, оборудование.

UDC 532.610

## **DIGITAL TRANSFORMATION OF THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**D.P. Isaeva**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-22-11)*

**I.F. Galiyllina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**A.M. Gilmanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**O.V. Filimonov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**Abstract.** This article will discuss leading digital technologies in the oil and gas industry. Examples of using these methods are given. Based on examples, the role of digital transformation in oil production is presented.

**Keywords:** technology, Internet, oil and gas industry, efficiency, equipment.

Пандемия Covid-19 усилила существовавший ранее дисбаланс между спросом и предложением в нефтегазовом секторе. Этот сбой привел к финансовой нестабильности, вынудив компании сокращать расходы, включая сокращение работников и заработной платы. Нефтегазовой отрасли необходимо применять цифровую трансформацию ради преодоления этих сбоев и оставаться конкурентоспособными. Цифровые технологии стремительно укрепляются в нефтегазовой отрасли, продвигая при этом изменения в исследовании, координации ресурсов и добычи [1-4]. Предприятия стоят на пороге значимой цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли, так как трансформация приносит новейшие методы для модернизации процессов, увеличения работоспособности и уменьшения расходов. Цифровые преобразования, такие как анализ данных, искусственный интеллект, робототехника и «Интернет вещей» уже введены в работу нефтегазовых

компаний. Анализ данных, искусственный интеллект и машиностроение в данное время активно используются в нефтяных и газовых предприятиях. Это говорит о том, что цифровые преобразования уже связаны со многими компаниями. К тому же цифровая трансформация сфокусирована не только на модернизацию уже существующих методов, но и на разработку ценности во многих сферах торговли [5-10].

Искусственный интеллект (ИИ) — это понятие, которое применяется для определения многофункциональности компьютерных модернизаций и методов, охватывающие «улучшение» машин или «оптимизацию процессов», таких как электроника в легковых и грузовых автомобилях, восприятие человеческой речи или соревнования в компьютерных играх. Процессы ИИ обширны в нефтегазовой сфере, могут подвергать анализу информационные данные, чтобы предвидеть сложности с оборудованием, сэкономить ресурсы для изготовления технологий и повысить общую результативность. Сферы с повышенной опасностью, например, водная нефтяная платформа или промышленное предприятие, способны извлечь выгоду из применения как самоуправляющейся робототехники, так и автономного контроля за системами с целью занять место человека в аспектах с повышенной опасностью [11-16]. Пример применения искусственного интеллекта в нефтяных и газовых компаниях — это автономный робот, его основными функциями являются способность проводить проверки оборудования круглосуточно, а также способность обнаруживать аномальную активность оборудования. Например, неисправность, либо утечка, и вмешаться при условиях возникновения чрезвычайных ситуаций [17-20].

Интернет вещей или «IoT» представляет из себя онлайн подключения между физическими устройствами и повседневными объектами. Эти технологии, которые оборудованы электроникой, способностью выхода в Интернет и разными формами аппаратного обеспечения, к примеру датчики, которые способны делиться информацией и функционировать с помощью Интернета, также имеется возможность их удаленного управления и контроля. В нефтегазовой сфере аппараты и датчики Интернета вещей способны показывать информацию в режиме онлайн, например, об оборудовании, о трубопроводах, хранилищах, перевозке и безопасности работников [21-24].

Программы Интернета вещей в нефтегазовой сфере, как и многие компьютерные модернизации, нацелены на увеличение производительности и надежности. К примеру, связывая Интернет вещей с нефтяными платформами, рабочие смогут следить и поддерживать контроль за периодами службы установок и многими узлами оборудования, влияющие на промышленность, как высота волн, уровень температуры и влажность. Пользуясь этой информацией, предприятия способны результативно эксплуатировать нефтегазодобывающие предприятия при помощи предохранительных мероприятий, которые могут найти неисправность установок до момента ее возникновения. Это может привести к значительному увеличению эффективности при малом времени простоя, а также к повышению чистой прибыли компаний. Данный метод приложений переплетается с различными информационными технологиями, например, роботизация и ИИ, к тому же является отличным показателем того, как современные информационные технологии имеют возможность применения для осуществления эффективного итога [25-28].

Способность собирать информацию в режиме онлайн с помощью Интернета вещей, если ее отправить в подобный механизм изучения данных, имеет потенциал внести значимые возможности в увеличении работоспособности. Нефтедобыча, которая отображается в режиме онлайн с использованием внедренных датчиков, работающие с роботизированными комплексами коммуникациями данных, способна дать возможность предприятиям получать данные с активов где угодно и использовать разумные экстренные решения. К примеру, организации имеют возможность в любое время изменить стратегию бурения, сравнивая данные скважинного бурения и информацию о добыче из рядом находящихся скважин.

Цифровая модернизация в нефтегазовой сфере представляет собой ощутимый сдвиг в аспектах осуществлении и улучшении традиционных операций. Эта трансформация влечет



за собой внедрение новоизобретенных цифровых методов, с помощью которых увеличивается результативность для повышения эффективности поиска, нефтедобычи и полной операционной результативности.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной



- научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической

- конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 62

## УТИЛИЗАЦИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

**Д.П. Исаева**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ст. гр. БСН-22-11)*

**М.Р. Гатиятуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ст. гр. БСН-22-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Разработка и внедрение эффективных методов утилизации попутного нефтяного газа является важным шагом на пути к более чистой и устойчивой работе нефтегазовых предприятий. Утилизация попутного нефтяного газа является непростой задачей для нефтепромысловых компаний Российской Федерации. В статье рассмотрены рациональные способы утилизации ПНГ. Приведены достоинства и недостатки данных способов.

**Ключевые слова:** добыча, утилизация, нефтяной попутный газ, способы, использование.

UDC 62

## UTILIZATION OF ASSOCIATED PETROLEUM GAS

**D.P. Isaeva**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student group BSN-22-11)*

**M.R. Gatiyatullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,*

**Abstract.** Utilization of associated petroleum gas is a difficult task at oilfield enterprises of the Russian Federation. The article discusses rational methods of APG utilization. The advantages and disadvantages of these methods are given.

**Key words:** production, utilization, associated petroleum gas, methods, use.

За последние годы в России существенно увеличилась добыча попутного нефтяного газа. Попутный нефтяной газ является смесью паров углеводородов, которая образуется в результате нефтедобычи и является непродávаемым сопутствующим продуктом. За 2023 год добыча ПНГ поднялась на 4,3%, то есть до 105 млрд куб.м [1-4]. По этим данным можно сказать, что перед нефтяными компаниями сложилась ответственная задача – это практическое использование и утилизация попутного нефтяного газа. Газ может существовать в двух формах: как отдельно от нефти в пласте, так и в сырой нефти. После отделения газа от сырой нефти, он содержится только в смесях с другими углеводородами, такими как этан, пропан, бутан и пентаны. Кроме того, сырой природный газ содержит водяной пар, сероводород и углерод, диоксид, азот и другие соединения. Так как попутный газ извлекают в процессе добычи нефти, а также он содержит вышеперечисленные примеси, то его трудно транспортировать и использовать без очистки. При сжигании попутного газа возникают вредные выбросы, поэтому современные технологии ориентированы на минимизацию таких выбросов. Каждая нефтегазодобывающая компания должна предоставить утилизацию 95% попутного нефтяного газа в соответствии с постановлением правительства Российской Федерации «О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках». На рисунке 1 представлена добыча и использование ПНГ в России в период с 2018 г. по 2020 г.[5-9].

| Компании, предприятия            | Сожжено на факелах |             |             |               | Использовано, всего |             |             |               | Добыча (с учетом сжигания), всего |              |              |               |
|----------------------------------|--------------------|-------------|-------------|---------------|---------------------|-------------|-------------|---------------|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|
|                                  | 2018               | 2019        | 2020        | 2020/ 2019, % | 2018                | 2019        | 2020        | 2020/ 2019, % | 2018                              | 2019         | 2020         | 2020/ 2019, % |
| <b>Нефтяные компании (ВИНК)</b>  | 9,8                | 11,8        | 13,0        | 9,6           | 69,6                | 71,7        | 69,8        | -2,6          | 79,4                              | 83,5         | 82,7         | -0,9          |
| «ЛУКОЙЛ»                         | 0,3                | 0,3         | 0,3         | -11,5         | 11,4                | 11,5        | 11,3        | -2,1          | 11,7                              | 11,8         | 11,5         | -2,3          |
| «Роснефть»                       | 5,5                | 8,1         | 9,6         | 19,2          | 32,6                | 31,9        | 30,3        | -4,8          | 38,1                              | 39,9         | 40,0         | 0,1           |
| «Сургутнефтегаз»                 | 0,0                | 0,0         | 0,0         | -2,9          | 9,6                 | 9,5         | 9,0         | -5,0          | 9,6                               | 9,6          | 9,1          | -5,0          |
| «Газпром нефть»                  | 3,3                | 2,6         | 2,0         | -23,9         | 11,2                | 14,1        | 15,4        | 9,0           | 14,5                              | 16,7         | 17,3         | 4,0           |
| «Татнефть»                       | 0,0                | 0,0         | 0,0         | -3,4          | 1,0                 | 1,0         | 0,8         | -18,3         | 1,0                               | 1,0          | 0,8          | -17,7         |
| «Башнефть»                       | 0,1                | 0,1         | 0,1         | -42,8         | 0,6                 | 0,6         | 0,5         | -17,8         | 0,7                               | 0,7          | 0,6          | -21,0         |
| «Нефтегаз-холдинг»               | 0,0                | 0,0         | 0,0         | 140,0         | 0,1                 | 0,1         | 0,1         | 5,4           | 0,1                               | 0,1          | 0,1          | 8,4           |
| «Славнефть»                      | 0,4                | 0,6         | 0,9         | 53,2          | 0,9                 | 1,0         | 0,6         | -41,0         | 1,3                               | 1,5          | 1,5          | -5,4          |
| «Руснефть»                       | 0,1                | 0,1         | 0,1         | -37,1         | 2,2                 | 2,1         | 1,8         | -11,8         | 2,3                               | 2,2          | 1,9          | -12,9         |
| <b>Независимые производители</b> | 5,6                | 7,6         | 6,9         | -8,4          | 9,6                 | 11,1        | 12,8        | 14,6          | 15,1                              | 18,7         | 19,7         | 5,3           |
| <b>Операторы СРП</b>             | 0,3                | 0,3         | 0,2         | -21,9         | 10,4                | 11,3        | 12,2        | 8,0           | 10,7                              | 11,5         | 12,4         | 7,3           |
| <b>Всего по России</b>           | <b>15,6</b>        | <b>19,6</b> | <b>20,1</b> | <b>2,3</b>    | <b>89,6</b>         | <b>94,1</b> | <b>94,7</b> | <b>0,7</b>    | <b>105,2</b>                      | <b>113,7</b> | <b>114,8</b> | <b>0,9</b>    |

Рисунок 1 – Добыча и использование ПНГ в России в период с 2018 г. по 2020 г.

Отсутствие рациональной утилизации попутного нефтяного газа способствует усилению парникового эффекта, который приводит к повышению риска возникновения стихийных бедствий и других экологических проблем.

Методы утилизации ПНГ подразделяются в зависимости от состава исходного сырья: на нефтехимический и энергетический способы. Под энергетическим способом утилизации представляют подготовку газа в качестве топлива в различных формах (осушенный трубопроводный газ, сжиженный нефтяной газ и его экспорт по трубопроводу). Нефтехимический способ утилизации направлен на преобразование в другие формы энергии для таких целей, как тепловая энергия для централизованного теплоснабжения. На сегодняшний день разработано множество способов утилизации попутного нефтяного газа, но на российских предприятиях используются лишь некоторые [10-14].

Первый рассмотренный способ утилизации – это разделение попутного нефтяного газа на компоненты. Большую часть таких компонентов составляют сухой газ, а также широкие фракции легких углеводородов. Получившаяся смесь используется в нефтехимической промышленности. Главным достоинством этого метода является развитие экологической эффективности нефтедобывающих компаний. Несоввершенством является трудность при транспортировке данной смеси. Трудность заключается в том, что оказывается негативное влияние на трубопроводы, поэтому смесь часто отправляют вместе с метаном на сжигание.

Следующим методом является сжигание попутного нефтяного газа на энергетических установках для получения энергии. Этот способ способствует решению проблем энергоснабжения дальних промыслов и уменьшает количество закупок электроэнергии у других предприятий. Недостатки способа – нерациональное использование попутного газа, а также необходимость использовать специализированное оборудование, стоимость которого выходит за рамки бюджета [15-19].

Самый простой и распространенный способ утилизации – сжигание ПНГ на специальных факельных установках. Данный способ имеет множество недостатков, так как представляет собой взрывоопасный процесс. К тому же следствием этого метода является выброс значительных объемов сильнодействующих парниковых газов, включая метан, черную сажу и закись азота, что плохо сказывается на экологии. Пример факельной установки на предприятии Лукойл Западная Сибирь изображен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Факельная установка на предприятии Лукойл Западная Сибирь.

При выборе метода утилизации попутного нефтяного стоит ориентироваться на некоторые факторы. Прежде всего это удаленность предприятия от газотранспортной инфраструктуры, планируемого объема добычи нефти, также наличие рядом прямых потребителей, объем попутного нефтяного газа, состояния системы трубопроводов и т.д. [21-24].

На рисунке 3 представлена система утилизации и использования попутного нефтяного газа крупного нефтяного промысла для случая с несколькими пунктами централизованного сбора и подготовки нефти одним корпоративным или централизованным газоперерабатывающим заводом большой мощности, включающий в себя:

- 11...1m - дожимные насосные станции нефтяного промысла;
- 21...2m+1 - газогидратные реакторы (гидратизаторы попутного нефтяного газа);
- 3 - центральный пункт сбора и подготовки нефти;
- 41...4m+1 - трубопроводно-контейнерные пневмотранспортные устройства непрерывного (кольцевого) типа или циклического действия (однотрубные);
- 51...5m+1 - газонаполнительные установки;
- 6 – корпоративный газоперерабатывающий завод;
- 7 - промысловый или централизованный газоперерабатывающий завод большой мощности;
- 81...8n – в разной степени автономные для каждого центральный пункт сбора подсистемы утилизации и сбора попутного нефтяного газа.

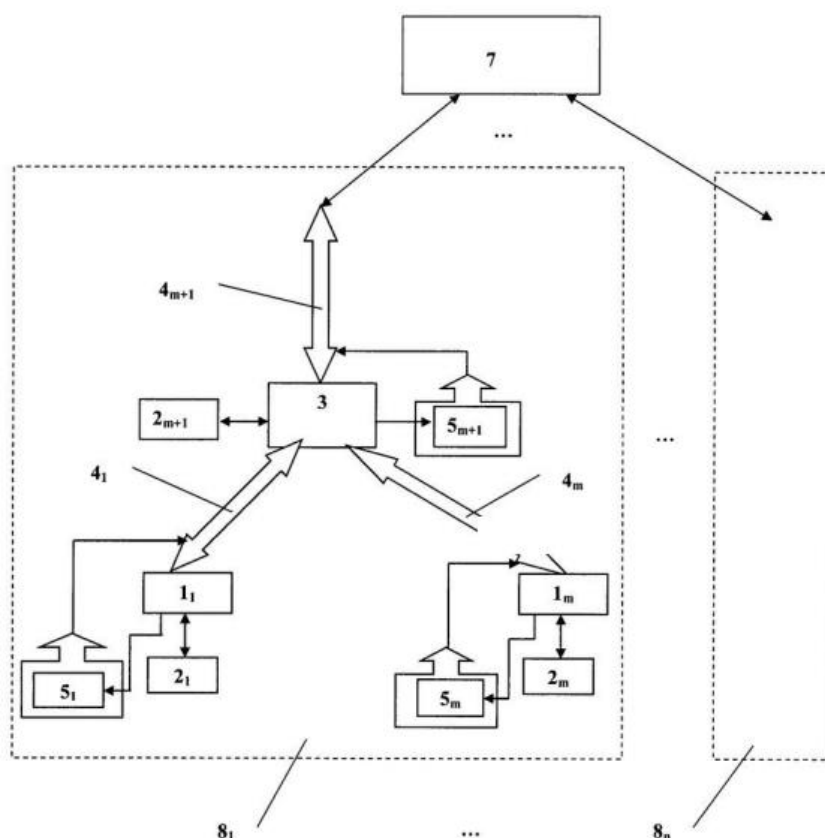


Рисунок 3 - Система утилизации и использования попутного нефтяного газа

Такой процесс может позволить при необходимости обеспечить полную утилизацию всех основных продуктов отработки месторождения без дополнительного строительства промыслового нефтепровода. Особенностью системы является то, что подвижной состав трубопроводно-контейнерных пневмотранспортных установок может производиться в двух или в трех вариантах в зависимости от условий применения данной системы. Результатом использования системы утилизации попутного нефтяного газа является максимальное сохранение газа на всех ступенях сепарации нефти и экономичная его доставка на нефтепромысловые или централизованные газохимические предприятия для дальнейшего, более выгодного использования природного ресурса [25-28].

Несмотря на существующие технологии и потенциал утилизации попутного газа, все еще существуют преграды на пути к его полному использованию. Одной из основных проблем является недостаточная инфраструктура для сбора, транспортировки и переработки попутного газа, особенно в удаленных районах. Но при этом утилизация попутного нефтяного газа представляет собой важный шаг на пути к снижению загрязнения окружающей среды и повышению энергоэффективности в нефтегазовой промышленности. Благодаря новейшим технологиям и инновационным способам, попутный газ теперь может стать используемым ресурсом, способным сыграть важную роль в обеспечении экологически устойчивого развития и энергетической безопасности.

#### Список использованных источников:

1. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.

2. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
3. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
4. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
5. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
6. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
7. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
8. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
9. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
10. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
11. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
12. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
13. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.

16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.



27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 622.32

## ОБЗОР УСТАНОВОК ПО ИЗМЕРЕНИЮ ГАЗОВОГО ФАКТОРА

**Д.П. Исаева**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**М.Р. Гатиятуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-22-11)*

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье представлены специальные установки, предназначенные для измерения газового фактора. Подробно описан процесс работы измерительных установок. Выявлены недостатки и преимущества методов измерения ГФ.

**Ключевые слова:** газовый фактор, месторождения, счетчик, нефть, установка.

UDC 622.32

## OVERVIEW OF GAS FACTOR MEASUREMENT INSTALLATIONS

**D.P. Isaeva**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-22-11)*

**M.R. Gatiyatullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-22-11)*

**L.Z. Zaynagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** This article presents special installations designed to measure the gas factor. The process of operation of the measuring installations is described in detail. The disadvantages and advantages of GF measurement methods have been identified.

**Keywords:** gas factor, fields, meter, oil, installation.

Газовый фактор – необходимый показатель во время разработки месторождений. Данный параметр применяют для анализа структуры газовой смеси. ГФ является зависимым от отношения газа и жидкости в пласте, физических особенностей пласта, от скорости эксплуатации и др. [1-4].

Сведения о газовом факторе и дебите нефти дают возможность для определения величины попутного нефтяного газа. Как правило, первоначальную информацию о значении газового фактора берут из итогов изучения пластовых проб нефти, которые получают на скважинах разведки.

Со временем, в результате разработки месторождения, значение газового фактора способно изменяться. Были случаи, когда происходит прорыв газа в скважину, вследствие чего быстро возрастает значение ГФ. Данное явление возможно при эксплуатации залежи с газовой шапкой. Поэтому так важно постоянно измерять и контролировать величину газового фактора [5-9].

Одной из таких установок по измерению ГФ является автоматизированная групповая установка (АГЗУ). В данных установках применяется сепарационный метод определения объема жидкости и газа. В то же время, размер газового фактора вычисляют отношением количества приходящего газа в жидкости к объему полученной нефти. После чего объем растворенного газа в нефти определяют специальным прибором УОСГ, который представлен на рисунке 1. Чтобы найти количество полученного свободного газа используют счетчик, а количество нефти – счетчик для жидкости [10-14].



Рисунок 1 – Прибор УОСГ для измерения содержания растворенного газа в потоке нефти

Однако, данный метод измерения газового фактора является несовершенным, так как требует значительное количество времени на одно измерение. Это и ограничивает возможность его применения для наблюдения за сразу несколькими скважинами [15-19].

Следующая установка для автоматизированного определения единицы полученной жидкости и газа на месторождениях является УИСН-П (рисунок 2).



Рисунок 2 - Установка передвижная для измерения количества сырой нефти и попутного нефтяного газа

Данная установка предполагает постоянное автоматизированное измерение:

- Количества сырой нефти;
- Количества воды;
- Температуры нефти и газа;
- Объема попутного нефтяного газа.

Рассмотрим другую передвижную установку (рисунок 3) для более достоверного замера общего газового фактора принимая оставшийся объем растворенного газа в дегазированной нефти. В данном случае нет необходимости обходить емкость сепарации используя газопровод, нужно лишь подвести газ из затрубья на счетчик газа [20-24].

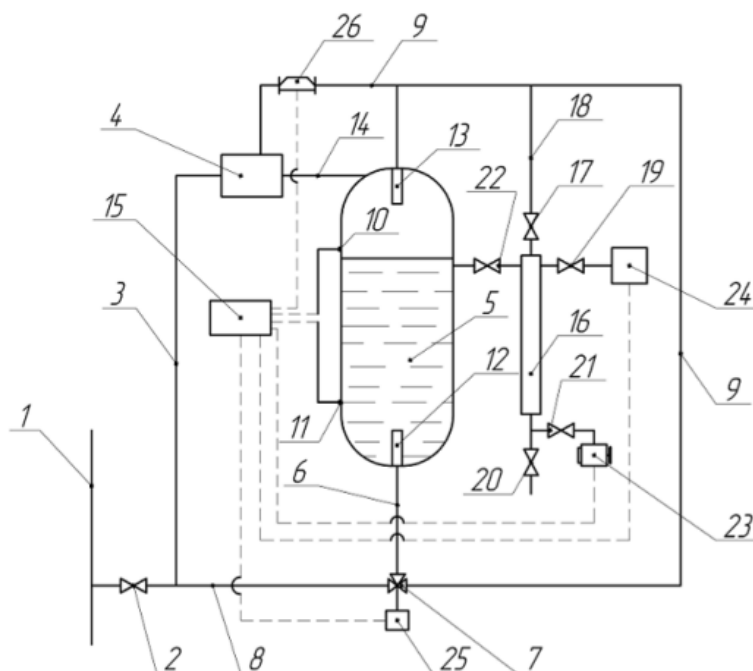


Рисунок 3 - Функциональная блок-схема установки для измерения полного газового фактора нефти

Установка сконструирована и построена для интервала замера газового фактора до 100 м<sup>3</sup>/т и массового дебита сырой нефти до 31300 кг/ч. Граница возможной относительной погрешности замера расхода является для газового фактора нефти  $\pm 2,7\%$ , а для сырой нефти  $\pm 4,1\%$  [25-28].

Следовательно, у данной установки для замера газового фактора нефти повышена точность и скорость его анализа в условиях широкого диапазона концентрации в добываемой жидкости попутного газа и ее обводненности, в сравнении с различными другими установками.

#### **Список использованных источников:**

1. Габдрахманов Н. Х. Промысловые исследования процесса сепарации газа на приеме погружных насосов / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 59-62.
2. Анализ причин роста газового фактора на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений / М. К. Баймухаметов [и др.] // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. - 2018. - Т. 329, № 8. - С. 104-111.
3. Минияров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации месторождений на поздней стадии разработки на примере южной площади Ромашкинского месторождения / Р. Р. Минияров, О. В. Давыдова // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х томах, Октябрьский, 22 апреля 2013 года / Ответственный редактор К.Т. Тынчеров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. Том 1. – Октябрьский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет", 2013. – С. 93-97.
4. Михайлов В.Г. Прогнозирование газового фактора с учётом растворенного в воде газа на поздних стадиях разработки нефтяных месторождений/ В.Г. Михайлов, А.И. Пономарев, А.С. Топольников // SOCAR Proceedings. - 2017. - №3. - С.41-48.
5. Давыдова О. В. Влияние температуры жидкости на остаточное количество растворенного газа в нефти при измерениях газового фактора / О. В. Давыдова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 181-189.
6. Ковалев Н. О. Вибродиагностика как метод неразрушающего контроля нефтепромыслового оборудования / Н. О. Ковалев, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016: Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала, Октябрьский, 25 марта 2016 года. Том 2. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. – С. 47-50.
7. Галлямов И. И. Физические основы неразрушающего контроля и дефектоскопии. Акустическая эмиссия / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015. – 102 с.
8. Галлямов И. И. Расчет остаточного ресурса внутринефтепромысловых трубопроводов, основанный на результатах УЗ толщинометрии / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. – 2014. – № 1. – С. 395-396.
9. Гуторов А. Ю. Современное оборудование и технологии для измерения газового фактора нефти в промысловых условиях / А. Ю. Гуторов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2019. – 68 с. – (Нефтегазовое дело). – ISBN 978-5-93105-409-4.
10. Габдрахманов Н. Х. Технологии определения газового фактора нефти на скважинах передвижными установками / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова, К. Е. Кордик // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 63-68.
11. Насос ЭЦНМ5-50-1400 для добычи абразивной жидкости / А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, О. В. Давыдова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 431-434.

12. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.
13. Бобоев А. А. Причины возникновения колебаний в системе ВЗД-КБТ и пути регулирования / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 199-203.
14. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
15. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
16. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
17. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
18. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
19. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
20. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
21. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
22. Davydov A. Yu. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
23. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.

24. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
25. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
26. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
27. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
28. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.

УДК 622.276

#### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДАЧИ ЭМУЛЬГАТОРА В ОТСТОЙНИК**

**А.Р. Кудояров**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-21)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается автоматизированная система подачи эмульгатора в отстойник, которая представляет собой инновационное устройство, предназначенное для оптимизации процесса сепарации воды и нефти. Она оснащена современными датчиками и программным обеспечением для контроля процесса подачи эмульгатора, а также автоматическими регуляторами.

**Ключевые слова:** эмульгатор, отстойник, нефтяное оборудование, система.

UDC 622.276

#### **AUTOMATED SYSTEM FOR SUPPLYING EMULSIFIER TO THE SETTLING TANK**

**A.R. Kudoyarov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-21)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University*

*in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**L.Z. Zaynagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** This article discusses an automated system for supplying emulsifier to a settling tank, which is an innovative device designed to optimize the process of separation of water and oil. It is equipped with modern sensors and software to control the emulsifier supply process, as well as automatic regulators.

**Keywords:** emulsifier, settling tank, oil equipment, system.

Автоматизированная система подачи эмульгатора в отстойник является современным технологическим устройством, специально разработанным для улучшения процесса сепарации нефти и воды в нефтепромысловых предприятиях. Эта система обеспечивает автоматическую и точную подачу необходимого количества эмульгатора в отстойник, что способствует эффективной деэмульгации и разделению фаз [1-4].



Рисунок 1 - Отстойник

Отстойники нефти — агрегаты, конструктивно состоящие из накопительных емкостей, соединительных труб, специальных фильтров, обеспечивающих расслоение обрабатываемого углеводистого состава на нефтяной и водный слои [5-9].

Эмульгаторами называются химические соединения или их смеси, которые позволяют образовывать стабильную во времени эмульсию. Роль эмульгатора заключается в создании стабильных мицелл, которые образуются на границе раздела фаз вода-масло. Частицы эмульгатора накапливаются на границе раздела этих фаз, создавая сферические структуры. За пределами сферы находятся гидрофильные головки с высоким сродством к водной фазе. Внутри мицелл же находятся липофильные хвосты — углеводные цепи [10-14].



Рисунок 2 – Эмульгатор DIRECT MUL-D

Автоматизированная система подачи эмульгатора в отстойник может использоваться для оптимизации процесса обработки сточных вод или производства жидких продуктов. Основная цель использования такой системы включает:

- ✓ Точность дозирования: система обеспечивает точное и равномерное дозирование эмульгатора в отстойник, что помогает поддерживать оптимальные условия для обработки сточных вод или производства продуктов.

- ✓ Экономия ресурсов: правильное дозирование эмульгатора помогает экономить ресурсы, такие как сам эмульгатор и вода, и минимизировать потери продукта.

- ✓ Увеличение производительности: данная система может повысить производительность процесса за счет автоматического контроля и регулирования подачи эмульгатора.

- ✓ Соблюдение стандартов качества: правильное дозирование эмульгатора помогает обеспечить соответствие стандартам качества продукции или обработки сточных вод.

Система может быть оснащена различными типами датчиков для обеспечения точного и эффективного контроля процесса, контроллерами и программным обеспечением, которые обеспечивают постоянный мониторинг и регулирование процесса подачи эмульгатора в зависимости от изменяющихся условий [15-18].

Некоторые из основных датчиков, которые могут использоваться в данной системе, включают:

1. Датчики уровня: эти датчики могут использоваться для контроля уровня эмульгатора в резервуаре и определения момента подачи новой порции эмульгатора в отстойник. Ультразвуковые датчики уровня работают на основе отражения звуковых волн от поверхности жидкости и измеряют время задержки между передачей и приемом сигнала. Радарные датчики уровня используют радиоволны для измерения расстояния до поверхности жидкости и обеспечивают точные и надежные измерения уровня. В результате такого измерения можно точно определить уровень жидкости в отстойнике и автоматически регулировать подачу эмульгатора для оптимальной работы процесса.

2. Датчики давления: они могут измерять давление в системе подачи эмульгатора, что позволяет контролировать процесс подачи с учетом изменяющихся условий. Данные датчики могут быть электронными или механическими, которые преобразуют давление в электрический сигнал. Этот сигнал затем может быть использован для мониторинга и



управления процессом подачи эмульгатора, обеспечивая оптимальные условия работы системы.

3. Датчики потока: могут использоваться для измерения объема эмульгатора, поступающего в отстойник. Они могут быть установлены на трубопроводах, через которые происходит подача эмульгатора. Данные датчики позволяют непрерывно контролировать объем эмульгатора, поступающего в отстойник, и регулировать скорость подачи в соответствии с установленными параметрами. Это обеспечивает точное дозирование эмульгатора и оптимизацию процесса подачи для достижения необходимого качества, и эффективности процесса обработки.

4. Температурные датчики: позволяют контролировать температуру эмульгатора и окружающей среды, что важно для оптимальной работы системы в различных климатических условиях. При использовании автоматизированной системы подачи эмульгатора в отстойник температурные датчики позволяют следить за температурными изменениями и регулировать процесс подачи в зависимости от текущих условий. Это важно для обеспечения оптимальной работы системы и предотвращения негативных последствий, связанных с недостаточной или избыточной температурой эмульгатора.

5. Датчики уровня загрязнения: позволяют контролировать степень загрязнения эмульгатора и отслеживать необходимость его обновления или замены. Они позволяют операторам системы своевременно принимать меры по очистке или замене эмульгатора, чтобы обеспечить эффективную работу системы и предотвратить возможные негативные последствия для процесса [19-22].

Использование соответствующих датчиков в автоматизированной системе позволяет обеспечить надежное и эффективное функционирование процесса подачи эмульгатора в отстойник, повышая тем самым эффективность и качество сепарации нефти и воды.

Автоматизированная подача эмульгатора в отстойник в нефтегазовой отрасли может быть реализована с помощью специализированных систем управления и контроля процессов [23-25]. Вот основные шаги, которые могут включаться в этот процесс:

1. Измерение уровня в отстойнике: для автоматизированной подачи эмульгатора необходимо постоянно контролировать уровень жидкости в отстойнике. Это можно усовершенствовать с помощью ультразвуковых, радарных или других типов датчиков уровня.

2. Расчет необходимого количества эмульгатора: на основе данных о текущем уровне жидкости и требуемом количестве эмульгатора рассчитывается необходимое количество для подачи.

3. Подача эмульгатора: Система управления автоматически открывает клапан или другое устройство для подачи определенного количества эмульгатора в отстойник.

4. Контроль качества и процесса: после подачи эмульгатора система может контролировать качество смеси, уровень эмульгатора в отстойнике, температуру и другие параметры для обеспечения оптимальных условий.

5. Отслеживание и анализ данных: Система также может собирать данные о процессе подачи эмульгатора для последующего анализа и оптимизации процесса [26-28].

Эти шаги позволяют автоматизировать и оптимизировать процесс подачи эмульгатора в отстойник, что способствует повышению эффективности, сокращению затрат и обеспечивает более надежное и безопасное функционирование системы добычи нефти и газа.

Благодаря автоматизированной подаче эмульгатора в отстойник удается достичь более стабильного и качественного процесса сепарации, что в конечном итоге повышает эффективность работы нефтедобывающих предприятий.

#### **Список использованных источников:**

1. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И.

- Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.

15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Davydov A. Yu. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др.]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Davydov A. Yu. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.

27. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.

28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 004.8

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**А.А. Кудаярова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-21)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Компьютерные технологии играют важную роль в нефтегазовой промышленности, помогая улучшить производственные процессы, повысить безопасность и эффективность добычи и переработки нефти и газа. В данной статье рассмотрели, где применяют компьютерные технологии в нефтегазовой отрасли.

**Ключевые слова:** технология, моделирование, анализ, добыча, геологические данные.

UDC 004.8

## **COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**A.A. Kudayarova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-21)*

**M.L. Galimullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** Computer technology plays an important role in the oil and gas industry, helping to improve production processes, safety and efficiency of oil and gas production and processing. This paper has looked at where computer technology is used in the oil and gas industry.

**Keywords:** technology, modelling, analysis, production, geological data.

Нефтегазовая промышленность является одной из ключевых отраслей мировой экономики, обеспечивающей энергетическую безопасность и потребности человечества. С развитием технологий и цифровой трансформации все большее значение приобретают компьютерные технологии, которые становятся неотъемлемой частью процессов добычи, переработки и транспортировки нефти и газа [1-4].

До появления компьютерных технологий нефтегазовая промышленность оперировала в основном на основе ручных и механических методов работы. Вот некоторые способы, которыми раньше справлялись без компьютерной технологии в нефтегазовой промышленности:

1. Геологическое исследование: геологические данные о месторождениях собирались вручную с помощью геологических карт, бурения скважин и анализа образцов пород. Специалисты проводили трудоемкие расчеты и оценки на основе собранных данных.

2. Проектирование месторождений: проектирование новых месторождений и разработка планов добычи проводилась на бумаге с применением инженерных расчетов и чертежей.

3. Мониторинг оборудования: контроль за работой оборудования на месторождениях осуществлялся операторами вручную, без возможности оперативного анализа и предупреждения о возможных сбоях.

4. Управление производством: планирование производственных процессов, учет запасов и контроль качества продукции осуществлялись без помощи специализированных программ и систем управления.

5. Безопасность и экологическая ответственность: контроль за безопасностью и экологическими аспектами производства требовал постоянного присутствия специалистов на объектах и ручного анализа данных [5-9].

Хотя раньше нефтегазовая промышленность успешно функционировала без компьютерных технологий, введение цифровых инноваций значительно улучшило эффективность, безопасность и управление процессами в отрасли. Современные компьютерные технологии позволяют значительно сократить время на принятие решений, повысить точность анализа данных и оптимизировать производственные процессы [10-14].

Одним из основных направлений применения компьютерных технологий в нефтегазовой промышленности является использование геоинформационных систем (ГИС). ГИС позволяют анализировать геологические данные, строить цифровые модели месторождений, оптимизировать процессы добычи и планировать разработку новых участков. Благодаря ГИС компании могут принимать обоснованные решения на основе точных данных и прогнозов [15-19].

Программное обеспечение для моделирования и симуляции процессов также играет важную роль в нефтегазовой промышленности. С его помощью специалисты могут проводить виртуальные испытания оборудования, оптимизировать работу скважин, улучшать производительность и снижать затраты на добычу и переработку нефти и газа.

Системы мониторинга и управления обеспечивают контроль за работой оборудования на месторождениях, предупреждают о возможных авариях и сбоях, а также позволяют оперативно принимать решения для предотвращения простоев и увеличения эффективности производственных процессов [20-24].

Интернет вещей (IoT) активно внедряется в нефтегазовую промышленность для сбора данных с датчиков на оборудовании, мониторинга параметров работы установок и передачи информации в реальном времени. Это позволяет повысить надежность и безопасность производственных процессов, а также оптимизировать расходы на обслуживание и ремонт оборудования.

Блокчейн технологии также находят свое применение в нефтегазовой промышленности, обеспечивая прозрачность и безопасность цепочек поставок, учет транзакций, а также защиту данных о производстве и снабжении [25-28].

В целом, компьютерные технологии играют все более значимую роль в нефтегазовой промышленности, способствуя повышению эффективности производства, снижению затрат, улучшению безопасности и экологической ответственности компаний этой отрасли. Дальнейшее развитие цифровых технологий позволит нефтегазовым компаниям справляться с вызовами современного рынка и обеспечивать стабильное развитие отрасли в будущем.

#### Список использованных источников:

1. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
2. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
3. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
4. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
5. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
6. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
7. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
8. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
9. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
10. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
11. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
12. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

13. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
14. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
15. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
16. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
17. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.
18. Анализ показателей, влияющих на снижение энергоэффективности установки электроцентробежного насоса / А. Ю. Давыдов, Ш. Х. Насулложанов, И. А. Давыдов, Л. З. Зайнаглина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 77-80.
19. Бобоев А. А. Причины возникновения колебаний в системе ВЗД-КБТ и пути регулирования / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 199-203.
20. Повышение надежности и работоспособности винтового насоса / Б. Б. Бобожонов, Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 330-334.
21. Давыдов А. Ю. Насос буровой НБТ-600 с виброзащитой корпуса насоса / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 419-423.
22. Ремонт плунжерной пары штангового трубного насоса / А. Ю. Давыдов, М. Л. Галимуллин, Л. З. Зайнаглина, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 423-426.
23. Насос ЭЦНМ5-50-1400 для добычи абразивной жидкости / А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, О. В. Давыдова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 431-434.
24. Методы регулирования подачи магистральных насосов / А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле

- 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 426-431.
25. Davydov A. Yu. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
26. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
27. Davydov A. Yu. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
28. Davydov A. Yu. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.

УДК 620.9

# **ОТСТОЙНИК ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ОГ-200 С УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ПОДАЧИ ДЕЭМУЛЬГАТОРА**

**М.И. Латыпова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**О. В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация:** Проект посвящён исследованию и практической пользе интеграции форсунок в отстойник с добавлением цифровых датчиков в блочную дозирующую установку для мониторинга и диагностики производственных процессов

**Ключевые слова:** Отстойник, форсунка, уровнемер, расходомер, манометр, диагностика, деэмульгация, система мониторинга, автоматизация

UDC 620.9

# **HORIZONTAL SETTLEMENT TANK OG-200 WITH IMPROVED DEMULSIFYER SUPPLY**

**M.I. Latypova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**O. V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**M.L. Galimullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract:** The project is dedicated to the research and practical benefits of integrating nozzles into a settling tank with the addition of digital sensors into a block dosing unit for monitoring and diagnosing production processes



**Key words:** Settler, nozzle, level gauge, flow meter, pressure gauge, diagnostics, demulsification, monitoring system, automation

В наше время повышение качества нефти имеет огромную роль в промышленной отрасли, поскольку с каждым десятилетием количество воды, нагнетаемой в нефтяной пласт увеличивается, соответственно обводненность сырья аналогично растет и ее переработка занимает больше времени и финансов. Деэмульгация нефти становится актуальной и ее методы усвершенствуются с каждым разом, в условиях растущей конкуренции и стремительного развития технологий, внедрение современных систем контроля, мониторинга и диагностики в промышленные процессы становится необходимостью для обеспечения эффективности и безопасности производства.

Сегодняшние производственные процессы требуют не только точного и стабильного дозирования реагентов, но и непрерывного контроля за процессами, анализа данных и оперативного реагирования на изменения условий.

Актуальность исследования

Исследование по теме «Отстойник горизонтальный ОГ-200 с усовершенствованием подачи деэмульгатора» представляет собой актуальную задачу в свете современных требований к повышению эффективности, точности и безопасности производственных процессов в промышленности. Вот некоторые аспекты, обосновывающие актуальность данного исследования:

1. Повышение качества нефти

Нефть часто содержит воду и другие примеси, которые необходимо удалить для улучшения ее качества и товарной стоимости.

2. Снижение затрат

Деэмульгация позволяет снизить затраты на транспортировку и переработку нефти, поскольку удаление воды и примесей уменьшает вес и объем нефти.

3. Повышение точности дозирования

Цифровые датчики обеспечивают более точные измерения параметров, таких как расход, давление и температура, что позволяет более точно дозировать реагент в отстойник.

4. Автоматизация процесса

Датчики КИПиА могут быть интегрированы с системой автоматизации, которая будет контролировать и регулировать процесс дозирования, снижая риск человеческих ошибок и повышая стабильность процесса.

5. Удаленный мониторинг

Цифровые датчики позволяют осуществлять удаленный мониторинг параметров процесса, что позволяет операторам отслеживать работу установки из любой точки и своевременно реагировать на отклонения.

Исследование по данной теме имеет важное практическое значение для промышленных предприятий, т.к. позволяет повысить контроль, эффективность и безопасность производственных процессов, что актуально в условиях постоянного стремления к улучшению производства и оптимизации результатов.

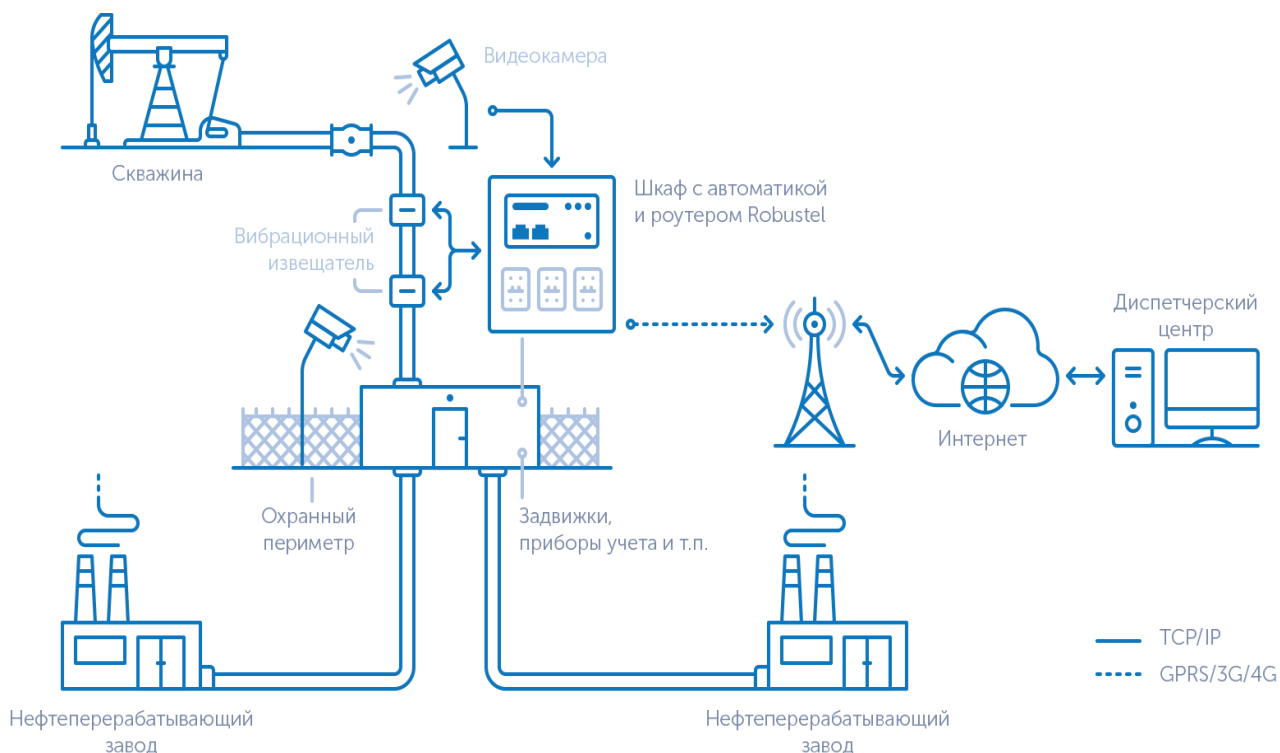


Рисунок 1 – Система мониторинга в нефтяной отрасли

При подготовке исследования по интеграции блочной дозирочной установки цифровыми датчиками КИПиА и модернизируя горизонтальный отстойник, добавив в него форсунки, важно определить материалы и методы, которые будут использованы в процессе исследования и демонстрации принципа интеграции. Вот некоторые возможные материалы и методы, которые могут быть применены:

#### Материалы

Для трехфорсуночной системы подачи реагента мы используем трубы и фитинги из нержавеющей стали или другого коррозионностойкого материала, трехходовые краны или клапаны, сопла или форсунки для распыления реагента.

Для цифровых датчиков используются расходомеры (электромагнитные, ультразвуковые или вихревые), уровнемеры (ультразвуковые, радарные или емкостные), манометры (цифровые или аналоговые с преобразователем)

#### Методы интегрирования

В трехфорсуночной системе подачи реагента мы устанавливаем трехходовые краны или клапаны для переключения между форсунками, далее подключаем трубы и фитинги от дозирочной установки к форсункам.

Для интегрирования цифровых датчиков мы определяем оптимальные точки установки датчиков на трубопроводах и емкостях, устанавливаем датчики в соответствии с инструкциями производителя, подключаем датчики к системе автоматизации или контроллеру, настраиваем систему автоматизации для управления потоком реагента на основе показаний датчиков расхода и уровня, устанавливаем параметры регулирования для поддержания заданных значений расхода и уровня реагента и затем обеспечиваем возможность удаленного мониторинга и управления процессом.

Кроме того, для успешной интеграции необходимо учитывать следующие факторы:

- Совместимость оборудования. Убедиться, что цифровые датчики и система автоматизации совместимы с дозирочной установкой и другими компонентами системы.
- Электропитание. Обеспечить надежное электропитание для датчиков и системы автоматизации.
- Калибровка. Регулярно калибровать датчики для обеспечения их точности и надежности.
- Техническое обслуживание. Разработать план технического обслуживания для обеспечения работоспособности системы.

Интегрирование трехфорсуночной системы подачи реагента и цифровых датчиков в блочную дозирочную установку позволит автоматизировать процесс дозирования реагента, повысить его точность и эффективность, а также улучшить качество очистки сточных вод.

Определение материалов и методов с учетом конкретных целей и задач исследования позволит эффективно провести работу по улучшению блочной дозирочной установки и отстойника.

В свете быстрого развития технологий и увеличивающейся конкуренции, интеграция трехфорсуночной системы подачи реагента в отстойник и добавление цифровых датчиков в блочную дозирочную установку становится ключевым фактором для обеспечения эффективности и безопасности производства в различных отраслях, от производства до обработки воды. Актуальность данного исследования подкрепляется несколькими факторами.

Оптимизация производства через интеграцию систем мониторинга и диагностики позволяет улучшить качество продукции, повысить надежность и безопасность операций, а также сэкономить ресурсы и снизить издержки производства. Современные тенденции в цифровизации и автоматизации подчеркивают важность использования современных технологий для обеспечения конкурентоспособности на рынке.

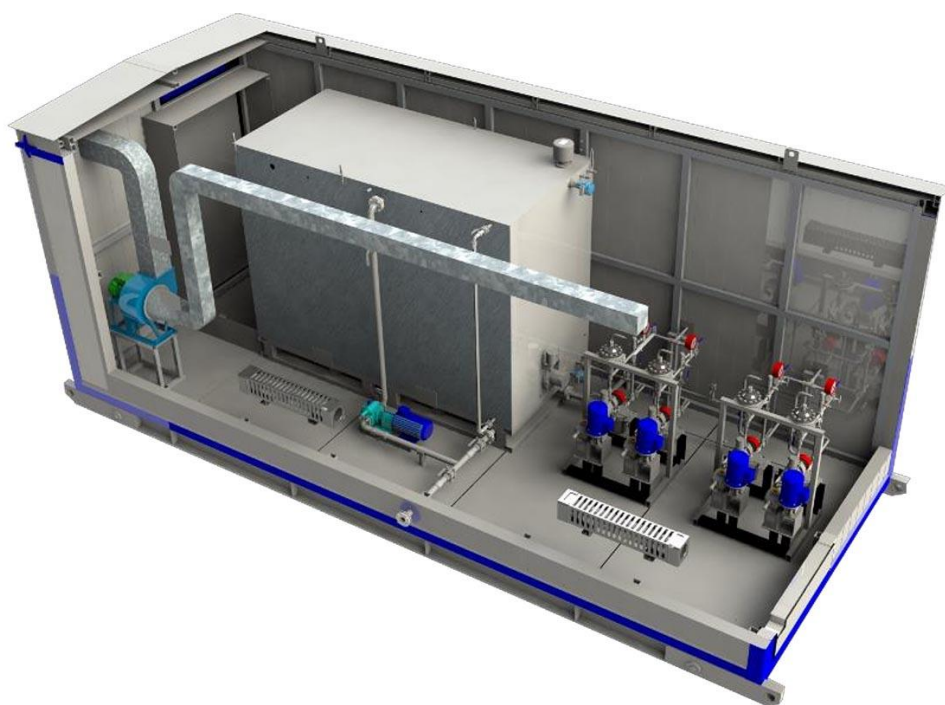


Рисунок 2 – Блок дозирования реагента

Исследование данной темы важно для промышленных предприятий, помогая повысить управляемость, эффективность и безопасность производства. Интеграция систем мониторинга и диагностики с блоками дозирования реагента необходима для оптимизации процессов. При подготовке исследования важно учитывать выбор материалов и методов для достижения целей и результатов исследования.

#### **Список использованных источников:**

1. Габдрахманов Н. Х. Промысловые исследования процесса сепарации газа на приеме погружных насосов / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 59-62.
2. Минияров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации месторождений на поздней стадии разработки на примере южной площади Ромашкинского месторождения / Р. Р.
3. Минияров, О. В. Давыдова // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х томах, Октябрьский, 22 апреля 2013 года / Ответственный редактор К.Т. Тынчеров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. Том 1. – Октябрьский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 2013. – С. 93-97.
4. Давыдова О. В. Влияние температуры жидкости на остаточное количество растворенного газа в нефти при измерениях газового фактора / О. В. Давыдова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 181-189.
5. Ковалев Н. О. Вибродиагностика как метод неразрушающего контроля нефтепромыслового оборудования / Н. О. Ковалев, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала, Октябрьский, 25 марта 2016 года. Том 2. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. – С. 47-50.
6. Галлямов И. И. Физические основы неразрушающего контроля и дефектоскопии. Акустическая эмиссия / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015. – 102 с.
7. Галлямов И. И. Расчет остаточного ресурса внутрипромысловых трубопроводов, основанный на результатах УЗ толщинометрии / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. – 2014. – № 1. – С. 395-396.
8. Гуторов А. Ю. Современное оборудование и технологии для измерения газового фактора нефти в промысловых условиях / А. Ю. Гуторов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2019. – 68 с. – (Нефтегазовое дело). – ISBN 978-5-93105-409-4.

УДК 608.2

#### **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАЦИЙ**

**М.Л. Плеханов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ-20-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Л.М. Зарипова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Статья посвящена разработке и внедрению интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов для систем управления в нефтегазодобыче. Автор исследует возможности применения новейших технологий в области автоматизации процессов добычи нефти и газа с целью повышения эффективности и надежности операций. Особое внимание уделено разработке и использованию инновационных решений, способных оптимизировать работу механизмов управления и обеспечивать более точную и быструю реакцию на изменения условий работы скважин. Представленный материал позволяет оценить потенциал интеллектуальных технологий для улучшения производительности нефтегазодобывающих предприятий и снижения рисков операций в данной отрасли.

**Ключевые слова:** автоматизация, добыча нефти и газа, нефтяная отрасль, современные технологии, интеллектуальные датчики.

UDC 608.2

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF INTELLIGENT SENSORS AND  
ACTUATORS FOR CONTROL SYSTEMS IN THE FIELD OF OIL AND GAS  
PRODUCTION TO IMPROVE THE EFFICIENCY AND RELIABILITY OF  
OPERATIONS**

**M.L. Plekhanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BGB-20-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**L.M. Zaripova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** The article is devoted to the development and implementation of intelligent sensors and actuators for control systems in oil and gas production. The author explores the possibilities of using the latest technologies in the field of automation of oil and gas production processes in order to increase the efficiency and reliability of operations. Special attention is paid to the development and use of innovative solutions capable of optimizing the operation of control mechanisms and providing a more accurate and rapid response to changes in well operating conditions. The presented material allows us to assess the potential of intelligent technologies to improve the productivity of oil and gas producing enterprises and reduce the risks of operations in this industry.

**Keywords:** automation, oil and gas production, the oil industry, modern technologies, intelligent sensors.

Нефтегазовая отрасль является одной из самых значимых и капиталоемких секторов мировой экономики. Она включает в себя не только добычу, но и транспортировку,

переработку, а также хранение углеводов. Процессы, связанные с нефтегазодобычей, сталкиваются с множеством вызовов, включая сложную геологию месторождений, экстремальные условия окружающей среды и необходимость обеспечения высокой безопасности и минимизации экологического воздействия. В этом контексте интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы становятся ключевыми компонентами для усовершенствования систем управления процессами добычи, повышая тем самым эффективность и надежность операций [1-4].

Интеллектуальные датчики представляют собой устройства, оснащенные микропроцессором или микроконтроллером, позволяющими обрабатывать сигналы на месте их возникновения и обеспечивать более сложную обработку данных. В нефтегазовой отрасли они применяются для мониторинга таких параметров, как температура, давление, расход и концентрация веществ в потоках углеводов [5-9].

- Получать и анализировать данные в реальном времени, что существенно улучшает скорость и точность реагирования на изменения процесса.

- Минимизировать риски, связанные с непредвиденными ситуациями, благодаря своевременному обнаружению аномалий.

- Оптимизировать процессы добычи, заменяя мануальные измерения автоматизированным контролем.

- Повышать эффективность добычи благодаря более точному управлению запасами.

Исполнительные механизмы, также называемые актуаторами, являются устройствами, использующими сигнал от датчика для выполнения физического действия, например, открытия или закрытия клапана, регулирования давления или управления процессом транспортировки нефти и газа [10-15].

Одним из ключевых преимуществ интеллектуальных систем управления в области нефтегазодобычи является возможность дистанционного мониторинга и управления процессом. Благодаря этому операторы могут получать информацию в реальном времени и принимать оперативные решения даже находясь на значительном расстоянии от места добычи.

Преимущества разработки и внедрения интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов для систем управления в области нефтегазодобычи:

1. Повышение эффективности операций: Использование интеллектуальных датчиков и механизмов позволяет автоматизировать процессы контроля и управления, что помогает сократить время выполнения задач и улучшить качество производства.

2. Увеличение надежности операций: Интеллектуальные системы обеспечивают более точные данные и аналитику, что помогает операторам предвидеть возможные проблемы и принимать меры по их устранению до их возникновения.

3. Сокращение потерь и аварий: Умные датчики способны обнаруживать особенности работы оборудования, предупреждая о возможных отказах и сбоях, что помогает избежать простоев и потерь в производстве [16-18].

Недостатки разработки и внедрения интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов для систем управления в области нефтегазодобычи:

1. Высокая стоимость: Разработка и внедрение умных систем требует значительных затрат на закупку и развертывание оборудования, а также на обучение персонала.

2. Сложность внедрения: Не всегда легко интегрировать новые технологии в уже существующие системы управления, что может вызвать проблемы совместимости и требовать дополнительных ресурсов на адаптацию.

3. Конфиденциальность данных: Сбор и передача большого объема данных могут стать источником угрозы для конфиденциальности информации, поэтому необходимы дополнительные меры по защите данных.

В целом, несмотря на недостатки, внедрение интеллектуальных систем управления в сфере нефтегазодобычи может принести значительные выгоды в виде улучшения производственных процессов, повышения безопасности и сокращения потерь [19-24].

Использование высокотехнологичного оборудования направлено на повышение эффективности и надежности операций на всех этапах - от разведки запасов до поставки готовой продукции конечным потребителям.

Потенциал такого оборудования:

1. Оптимизация процессов добычи: С помощью интеллектуальных датчиков возможно оперативное мониторинг состояния скважины, включая давление, температуру, химический состав жидкости и приток материала. Это позволяет оптимизировать процессы добычи в реальном времени.

2. Прогнозирование и предотвращение аварий: Интеллектуальные датчики способны анализировать данные и предупреждать о потенциальных проблемах до того, как они приведут к авариям или простоям.

3. Адаптивное управление: Автоматические системы на основе данных с датчиков могут самостоятельно адаптироваться к изменениям в процессах, например, к изменению характеристик породы или дебита нефти.

4. Удаленное управление: Исполнительные механизмы позволяют операторам управлять оборудованием на расстоянии, что особенно актуально для труднодоступных или опасных районов.

5. Увеличение срока службы оборудования: Систематический мониторинг и своевременное обслуживание на основе анализа данных может значительно увеличить срок службы дорогостоящего оборудования нефтегазовой отрасли.

Будущее использование:

1. Искусственный интеллект и машинное обучение: Дальнейшее интегрирование ИИ позволит в реальном времени анализировать огромные массивы данных, предсказывать тенденции, оптимизировать процессы и автоматически принимать решения для повышения эффективности добычи.

2. Разработка датчиков нового поколения: Создание миниатюрных, надежных и точных датчиков, которые могут выдержать экстремальные условия работы в нефтегазовой отрасли.

3. Беспроводные технологии: Развертывание беспроводных сенсорных сетей с целью уменьшения затрат на проводку и упрощения интеграции и масштабирования системы управления.

4. Интеграция с цифровыми платформами: Полная интеграция с цифровыми платформами для обработки данных, планирования, логистики и других аспектов управления нефтегазовой добычей.

5. Энергоэффективность и экологическая безопасность: Разработка и внедрение оборудования, обеспечивающего минимальное воздействие на окружающую среду и оптимизирующего энергопотребление.

Интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы постоянно развиваются, предлагая все более сложные и эффективные решения для нефтегазовой отрасли. Их внедрение обещает значительное повышение безопасности, надежности и эффективности нефтегазодобычи в ближайшем будущем [25-28].

Таким образом, разработка и внедрение интеллектуальных датчиков и исполнительных механизмов для систем управления в области нефтегазодобычи являются эффективным способом повышения эффективности и надежности операций. Эти технологии позволяют улучшить контроль процессов добычи, повысить безопасность и оптимизировать затраты, что делает их неотъемлемой частью современной нефтегазовой промышленности.

#### **Список использованных источников:**

1. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.

2. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
3. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
4. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
5. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
6. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
7. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
8. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
9. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
10. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
11. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
12. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
13. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.



15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й

научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.

27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.

28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 621.398.36

## МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕРМОМЕТРЫ

**И.Ю. Пронин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БМП-20-11)*

**И.Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**А.М. Гильманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Е.Л. Гусейнова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Манометрические термометры играют важную роль в нефтегазовой отрасли, обеспечивая точное измерение температуры среды и давления. В данной статье рассматривается применение манометрических термометров в нефтегазовом деле, их преимущества, особенности работы и возможности повышения эффективности процессов нефтедобычи и транспортировки.

**Ключевые слова:** манометрические термометры, измерение, контроль, параметры, рабочая среда.

UDC 621.398.36

## PRESSURE GAUGE THERMOMETERS

**I.Y. Pronin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BMP-20-11)*

**I.F. Galiullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**A.M. Gilmanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**E.L. Guseinova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**Abstract.** Pressure gauges play an important role in the oil and gas industry by providing accurate measurement of ambient temperature and pressure. This article discusses the use of manometric thermometers in the oil and gas industry, their advantages, features of operation and the possibility of improving the efficiency of oil production and transportation processes.

**Keywords:** manometric thermometers, measurement, control, parameters, working environment.

Манометрические термометры - это приборы, которые одновременно измеряют давление и температуру в среде (жидкости, газа или пара). Они обычно используются в промышленных процессах и системах для контроля и мониторинга различных параметров [1-4].



Рисунок 1 – Манометрический термометр ТМП-100С

### **Манометрические термометры.**

Манометрические термометры могут иметь различные типы исполнения, включая жидкостные манометры, газовые манометры, цифровые манометры и другие. Они обеспечивают точные и надежные измерения давления и температуры, что позволяет операторам и инженерам эффективно контролировать процессы и предотвращать аварийные ситуации [5-9].

Манометрические термометры в нефтегазовом деле играют важную роль в контроле и мониторинге температуры и давления в различных процессах добычи, транспортировки и переработки нефти и природного газа.

Использование манометрических термометров в производственных и промышленных системах помогает обеспечить безопасность, качество продукции и экономическую эффективность [10-14].

В нефтегазовой промышленности манометрические термометры используются для следующих целей:

1. Контроль параметров месторождения: манометрические термометры могут использоваться для измерения давления и температуры в скважинах, что помогает специалистам мониторить и оптимизировать процессы добычи нефти и газа.

2. Контроль параметров транспортировки: манометрические термометры устанавливаются на трубопроводах для контроля давления и температуры при транспортировке нефти и газа, что позволяет предотвращать аварии и обеспечивать безопасность транспортировки.

3. Контроль параметров на объектах переработки: в процессе переработки нефти и газа манометрические термометры используются для контроля давления и температуры в различных установках и агрегатах, что помогает обеспечить эффективную работу оборудования и процессов [15-19].

В нефтегазовом деле широко используются различные типы манометрических термометров в зависимости от конкретных задач и условий эксплуатации. Некоторые из наиболее распространенных типов манометрических термометров, применяемых в нефтегазовой промышленности, включают:

1. Биметаллические термометры.
2. Уровнемерно-термометры.
3. Манометры с термометрами [20-24].

Уровнемерно-термометр ТПГ-СК.



Рисунок 2 – Манометрический термометр ТПГ-СК

Термометр манометрический ТПГ-СК - это прибор, который сочетает в себе функции термометра и манометра. Он используется для измерения температуры и давления среды одновременно. Такие приборы широко применяются в различных отраслях промышленности, в том числе в химической, нефтяной, газовой и пищевой промышленности, а также в системах отопления и вентиляции [25-28].

Он обеспечивает точные измерения и удобство в использовании благодаря интегрированной конструкции. Термометры манометрические могут быть установлены как стационарно, так и на подвижном оборудовании для контроля параметров рабочей среды.

В заключении можно сказать, что манометрические термометры в нефтегазовом деле помогают обеспечить безопасность, качество и надежность процессов добычи, транспортировки и переработки нефти и газа.

### Список использованных источников:

1. Бурение скважин на аэрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
2. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
3. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промысловом трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
4. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
5. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
6. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-

технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.

15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.

16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.

17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.

18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.

19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.

20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.

21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.

22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.

23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.

25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные

технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.

26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.

27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.

28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 622.276

## **РОБОТЫ И ДРОНЫ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

**И.Ю. Пронин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БМП-20-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Современные технологии, такие как роботы и дроны, играют все более значимую роль в нефтегазовой отрасли, обеспечивая эффективное контроль за оборудованием, проведение инспекций на высоте, а также улучшение безопасности работников. В данной статье рассматривается применение роботов и дронов в нефтегазовой отрасли, их преимущества и возможности для снижения рисков и увеличения производительности.

**Ключевые слова:** роботы, дроны, технологии, нефтегазовая отрасль, риски, производительность.

UDC 622.276

## **ROBOTS AND DRONES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

**I.Yu. Pronin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BMP-20-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** Modern technologies such as robots and drones are playing an increasingly important role in the oil and gas industry, ensuring effective control of equipment, conducting inspections at height, as well as improving worker safety. This article discusses the use of robots and drones in the oil and gas industry, their advantages and opportunities to reduce risks and increase productivity.

**Keywords:** robots, drones, technologies, oil and gas industry, risks, productivity.

Современные технологии делают возможным создание различных видов роботов и дронов, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленности, науки и повседневной жизни. Роботы и дроны могут быть автономными или управляемыми из дистанции, а также оснащены различными датчиками и инструментами для выполнения различных задач [1-4].

Роботизированные системы и дроны также играют важную роль в нефтегазовой промышленности, обеспечивая улучшение производительности, безопасности и эффективности процессов добычи и обработки нефти и газа.

Одним из основных преимуществ использования роботизированных систем и дронов является возможность осуществления работ в опасных и труднодоступных местах без участия человека [5-9].

Вот основные функции, которые выполняют дроны и роботы в нефтегазовой отрасли:

Роботы:

1. Роботы для инспекций. Роботы могут использоваться для проведения визуальных инспекций различных объектов, таких как нефтяные платформы, трубопроводы, скважины и оборудование. Они позволяют выявлять дефекты, трещины, утечки и другие проблемы, а также осуществлять мониторинг состояния объектов.

2. Роботы для ремонтных работ. Роботы применяются для выполнения различных ремонтных операций на объектах нефтегазовой промышленности, таких как замена деталей, монтаж и демонтаж оборудования, уборка объектов и другие операции.

3. Автономные роботы. Автономные системы могут быть использованы для выполнения опасных работ в условиях, где доступ человеку затруднен, например, для обслуживания скважин, работы с токсичными веществами и т.д. [10-14].

Дроны:

1. Дроны для инспекций и мониторинга. Дроны широко применяются для проведения визуальных инспекций нефтегазовых объектов, мониторинга состояния трубопроводов, платформ, скважин и других объектов, а также для сбора данных о производственных процессах.

2. Дроны для обнаружения утечек и контроля над вредными выбросами. Дроны могут использоваться для обнаружения утечек газа или нефти, контроля над выбросами вредных веществ, мониторинга экологической обстановки и т.д.

3. Дроны для транспортировки. Дроны могут использоваться для доставки оборудования, инструментов, запасных частей и других материалов на платформы и объекты нефтегазовой промышленности [15-19].

В нефтегазовой отрасли использование дронов и роботов может значительно упростить и улучшить процессы мониторинга, инспекции и обслуживания оборудования. Однако, для обеспечения безопасности и эффективности работы с этими технологиями, необходимо соблюдать определенные правила эксплуатации:

1. Обучение и сертификация. Персонал, работающий с дронами и роботами, должен проходить специальное обучение и получать необходимые сертификаты для работы с этим оборудованием.

2. Регулярная проверка и техническое обслуживание. Дроны и роботы должны проходить регулярные проверки и техническое обслуживание, чтобы обеспечить их надежную работу.



3. Соблюдение законов и правил безопасности. Владельцы и операторы дронов и роботов должны соблюдать все законы и правила безопасности, касающиеся использования этих устройств.

4. Защита данных. Важно обеспечить защиту конфиденциальных данных, собираемых дронами и роботами, чтобы предотвратить утечку информации [21-24].

5. Взаимодействие с персоналом. Дроны и роботы должны работать совместно с персоналом на месте работы, соблюдая все необходимые протоколы и инструкции.

Соблюдение этих правил поможет обеспечить безопасность и эффективность работы с дронами и роботами в нефтегазовой отрасли [25-28].

Таким образом, роботизированные системы и дроны становятся неотъемлемой частью современной нефтегазовой промышленности, обеспечивая улучшение производительности, безопасности и экологической ответственности процессов добычи и обработки нефти и газа.

#### **Список использованных источников:**

1. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
2. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019)*. – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
3. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
4. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
5. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // *Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018))*. – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
6. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // *SOCAR Proceedings*. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
7. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // *SOCAR Proceedings*. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
8. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // *Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции* / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
9. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // *Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море*. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
10. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // *Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса*. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.

11. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
12. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
13. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А. Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й

международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.

24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.

25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.

26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.

27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.

28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.

УДК 622.276.11

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА**

**И.Ю. Пронин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ,  
студент гр. БМП 20-11)*

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ,  
доцент)*

**Р.Р. Степанова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ,  
доцент)*

**Аннотация:** Данная статья посвящена роли альтернативных источников энергии в нефтегазовой отрасли. Показаны преимущества использования возобновляемых источников энергии. Приведены особенности применения ветрогенераторов в нефтегазовой отрасли.

**Ключевые слова:** Зелёная энергия, ветроэлектростанции, ветер, энергия, источник, электричество.

UDC 622.276.11

## **ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN THE OIL AND GAS INDUSTRY. WIND ENERGY**

**I.Y.Pronin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
student of BMP 20-11)*

**L. Z. Zainagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University,  
Associate professor)*

**R.R. Stepanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University, associate  
professor)*

**Annotation:** This article is devoted to the role of alternative energy sources in the oil and gas industry. The advantages of using renewable energy sources are shown. The features of the use of wind turbines in the oil and gas industry are given.

**Keywords:** Green energy, wind farms, wind, energy, source, electricity.

В последние годы все большее внимание уделяется проблеме снижения углеродного следа и переходу к более экологически чистым источникам энергии. Нефтегазовая отрасль, как один из крупнейших источников энергии в мире, также сталкивается с вызовом уменьшения своего воздействия на окружающую среду. В этом контексте возрастает значимость зелёной энергии и альтернативных источников энергии в нефтегазовой промышленности.



Рисунок 1 - Солнечная электростанция [6]

Почему зелёная энергия становится все более актуальной для нефтегазовой отрасли? Прежде всего, это связано с необходимостью сокращения выбросов парниковых газов и уменьшения зависимости от ископаемых видов топлива, таких как уголь, нефть и газ. Использование альтернативных источников энергии, таких как солнечная, ветровая, геотермальная и биоэнергия, помогает снизить уровень загрязнения окружающей среды и содействует устойчивому развитию. Одним из примеров успешной интеграции зелёной энергии в нефтегазовом секторе является использование ветровых установок для обеспечения энергией удаленных месторождений.



Рисунок 2 - Кольский ветропарк в Мурманской области

Ветрогенераторы, или ветроэлектростанции, являются оборудованием, используемым для преобразования кинетической энергии ветра в электроэнергию. В нефтегазовой отрасли ветрогенераторы широко применяются для обеспечения энергией удаленных объектов, таких как месторождения, платформы и другие инфраструктурные сооружения. Ниже приведен основной принцип работы ветрогенераторов в нефтегазовой отрасли:

1. Ветроизмерение: Ветрогенераторы устанавливаются на месторождениях или платформах, где они могут получать доступ к постоянному ветру. Перед установкой проводится анализ ветрового режима в районе месторождения с целью выбора оптимального местоположения для установки ветроэлектростанции.

2. Ротор и лопасти: Основными элементами ветрогенератора являются ротор и лопасти. Ротор располагается на высоте, чтобы получать доступ к более сильным и постоянным ветрам. Лопасти ротора спроектированы таким образом, чтобы максимально эффективно преобразовывать кинетическую энергию ветра в механическую энергию вращения.

3. Генератор: Механическая энергия, полученная от вращения лопастей ротора, передается на генератор. Генератор преобразует механическую энергию вращения в электрическую энергию.

4. Управление и мониторинг: Для эффективной работы ветрогенератора необходимо осуществлять управление и мониторинг работы системы. Современные ветроэлектростанции обычно оснащены системами автоматизации, которые позволяют оптимизировать работу генератора в зависимости от скорости ветра и других параметров.

5. Электросеть: Сгенерированная электроэнергия передается по электрокабелям на объекты нефтегазовой отрасли, обеспечивая надежное и энергоэффективное электроснабжение.

Важно отметить, что переход к зелёной энергии в нефтегазовой отрасли требует значительных инвестиций и технологических изменений. Однако, благодаря постоянному развитию и совершенствованию альтернативных источников энергии, это становится все более доступным и эффективным. Кроме того, рост интереса к зелёной энергии со стороны потребителей и инвесторов создает дополнительные стимулы для нефтегазовых компаний и организаций исследовать и внедрять эти новые технологии.

Таким образом, зелёная энергия играет важную роль в современной нефтегазовой отрасли, помогая сократить углеродный след, улучшить энергоэффективность и обеспечить устойчивое развитие. Развитие и интеграция альтернативных источников энергии не только способствуют снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и открывают новые возможности для инноваций и роста в нефтегазовой отрасли в будущем.

#### Список использованных источников:

1. Лещев, А. А., Каширский, Ю. А. (2019) "Роль ветроэнергетики в снижении зависимости нефтегазовой отрасли от традиционных источников энергии", Энергетика и промышленность, №3
2. Петров, И. С., Смирнов, В. П., Захаров, Н. Д. (2017) "Опыт внедрения ветрогенераторов на месторождениях нефти и газа", Труды Российского института энергетики, т. 22
3. Соколов, Д. В., Кузнецова, О. С., Михайлов, А. Г. (2018) "Экономическая эффективность использования ветроэнергии в нефтегазовой промышленности России", Журнал энергетики и экологии, №5
4. Иванов, П. Н., Горбунова, Е. С., Куликов, Д. М. (2016) "Потенциал развития ветроэнергетики в нефтегазовом секторе Российской Федерации", Вестник нефтегазовой науки, №2,
5. Королев, С. В., Васильев, Н. И., Попова, Е. А. (2020) "Влияние ветрогенераторов на экологическую безопасность нефтегазовых месторождений", Энергетический журнал, том 15.
6. Снижение углеродного следа в нефтедобыче. Проекты "Зелёных". [https://smartgopro.com/novosti2/green\\_technology/](https://smartgopro.com/novosti2/green_technology/)
7. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
8. Давыдов А. Ю. Повышение надежности турбогенератора телесистемы ЗТС-42ЭМ / А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 433-437.

УДК 622.276

#### ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ОТКАЧКИ НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

**М.В. Рукин**

*(старший преподаватель кафедры нефтегазового дела, Нижневартровский  
государственный университет)*

**Аннотация.** В работе представлена математическая модель, описывающая тепловые процессы в погружном двигателе установки электроприводного центробежного насоса, осуществляющего откачку жидкости из скважины в периодическом режиме. Исследовано влияние параметров периодической откачки (мощности тепловыделения в погружном двигателе, длительности циклов откачки и накопления жидкости) на тепловой режим. Показано, что с точки зрения снижения температуры погружного двигателя необходимо устанавливать короткую продолжительность циклов откачки, что соответствует режиму кратковременной периодической эксплуатации скважин.

**Ключевые слова:** погружной электроприводный насос, погружной двигатель, температура, кратковременный периодический режим, период откачки.

UDC 622.276

#### THE INFLUENCE OF PERIODIC PUMPING PARAMETERS ON THE THERMAL REGIME OF THE ELECTRIC CENTRIFUGAL PUMP INSTALLATION

**M.V. Rukin**

*(Nizhnevartovsk State University, Department of Oil and Gas Engineering,  
Senior Lecturer)*

**Abstract.** The paper presents a mathematical model describing thermal processes in a submersible engine of an electric centrifugal pump unit pumping liquid from a well in a periodic mode. The

influence of the parameters of periodic pumping (the power of the submersible motor, the duration of pumping cycles and liquid accumulation) on the temperature of the submersible engine is investigated. It is shown that from the point of view of reducing the temperature of the submersible motor, it is necessary to set a short duration of pumping cycles, which corresponds to the mode of short-term periodic operation of wells.

**Keywords:** submersible electric drive pump, submersible motor, temperature, short-term periodic mode, pumping period.

На сегодняшний день погружные электроцентробежные (электроприводные) насосы (ЭЦН) получили широкое распространение при насосной добыче нефти. Они обладают высокой эффективностью при откачке жидкости из среднедебитных и высокодебитных скважин с дебитом более 50 м<sup>3</sup>/сут [1,2]. Вместе с тем на сегодняшний день значительно увеличилась доля низкодебитных скважин, суточная добыча жидкости в которых не превышает 5-30 м<sup>3</sup>/сут. Однако при эксплуатации ЭЦН в низкодебитных скважинах проявляется ряд осложнений, связанных с низким расходом потока откачиваемой жидкости, в частности, возрастает температура обмоток погружного двигателя, что отрицательно сказывается на надежности погружной установки [3]. В этой связи актуальным является разработка технологий, позволяющих эффективно использовать погружные электроцентробежные установки при работе в низкодебитных скважинах. Одной из такой технологий является периодический кратковременный режим откачки, при котором циклы работы насоса небольшой продолжительности (менее часа) чередуются с циклами отключения насоса с целью накопления жидкости над погружным насосом [4,5].

Целью исследований является изучение формирования теплового режима погружного электродвигателя в периодическом режиме работы при различной длительности периодов откачки и накопления жидкости. Исследования выполнены на основе математической модели, базирующейся на уравнении теплопроводности с тепловыми источниками, обусловленными тепловыделением в погружном двигателе [6]

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial T}{\partial r} \right) + q(t) \quad (1)$$

где  $\rho$ ,  $c$  – эффективная плотность и удельная теплоемкость погружного электродвигателя (ПЭД) соответственно;  $\lambda$  – теплопроводность;  $q(t)$  – удельная мощность тепловыделения в ПЭД. Начальные и граничные условия для задачи имеют вид [6]:

$$\begin{aligned} T|_{t=0} &= T_0 \\ \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=0} &= 0 \\ \lambda \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=R} &= \alpha (T_f - T_w) \end{aligned} \quad (2)$$

где  $R$  – внешний радиус погружного двигателя,  $T_0$  – начальная температура,  $T_w = T|_{r=R}$ .

Моделирование теплового режима ПЭД в периодическом кратковременном режиме работы проводится при следующих значениях параметров: погружной двигатель 1ВЭДБТ110-117/3М1В5, мощность тепловыделения в погружном двигателе 16.5 кВт, внешний диаметр – 117 мм, длина – 6 м, длительности периодов откачки и накопления 5 и 10 мин соответственно, производительность насоса в установившемся режиме откачки 90 м<sup>3</sup>/сут, дебит (объемный расход) жидкости из пласта 30 м<sup>3</sup>/сут, начальная температура флюида, омывающего ПЭД, 80 °С.

Влияние эффективной мощности тепловыделения в ПЭД на тепловое поле в двигателе и жидкости показано на рис. 6. Эффективная мощность тепловыделения соответствует эффективному значению составляющей мощности ПЭД, идущей на нагрев погружного



двигателя. Видно, что температура ПЭД возрастает пропорционально росту мощности тепловыделения в погружном двигателе.

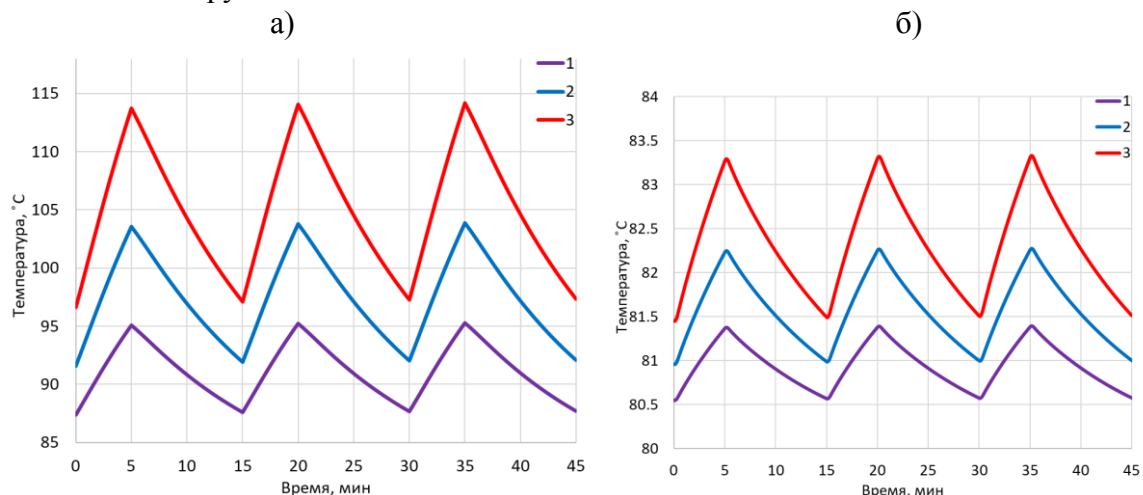


Рисунок 1- Влияние мощности тепловыделения  $P$  на температуру ПЭД (а) и обтекающей жидкости (б). 1 –  $P = 4,5$  кВт, 2 –  $P = 7$  кВт, 3 –  $P = 10$  кВт

Влияние длительности периодов откачки и накопления на температуру ПЭД и жидкости при установившемся режиме работы скважины показано на рис. 2. Рассмотрены длительности откачки 5, 10, 15 минут.

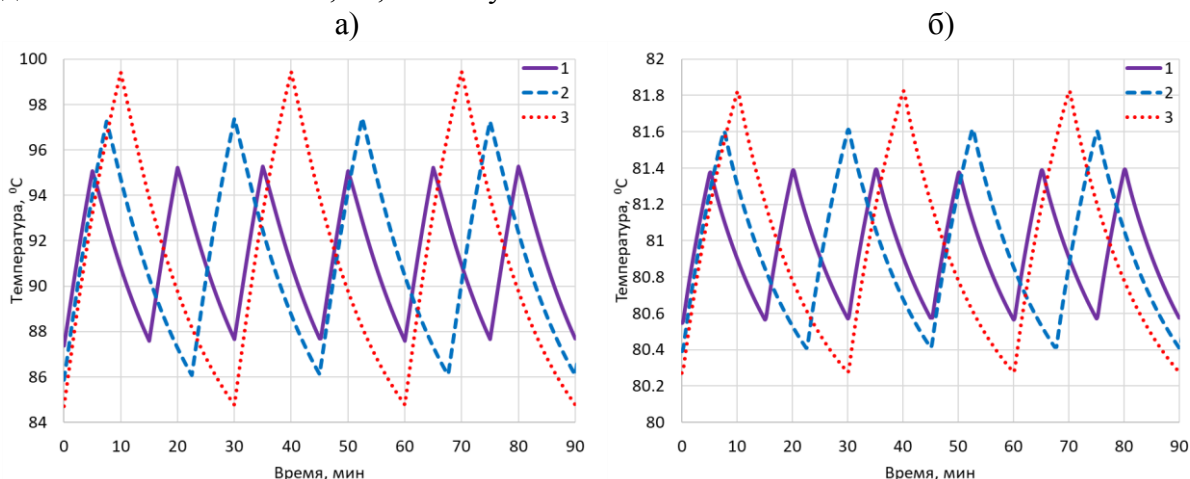


Рисунок 2 - Влияние длительности периода откачки и накопления на температуру ПЭД (а) и обтекающей жидкости (б):

1 – период откачки  $t_1=5$  мин, накопления  $t_2=10$  мин; 2 –  $t_1=7,5$  мин,  $t_2=15$  мин; 3 –  $t_1=10$  мин,  $t_2=20$  мин после вывода скважины на режим

С увеличением длительности периода откачки, несмотря на пропорциональный рост длительности периода накопления, температура ПЭД и жидкости возрастает. При увеличении длительности откачки с  $t_1=5$  мин до  $t_1=10$  мин нагрев ПЭД и жидкости относительно начальной температуры увеличивается практически на 30 %. Таким образом, с точки зрения снижения амплитудной температуры узлов УЭЦН при ПКР необходимо устанавливать максимально короткие периоды циклов откачки и накопления. С другой стороны, при пуске–остановке в электрических узлах УЭЦН развиваются повышенные токовые нагрузки, для их предупреждения требуется плавный пуск и остановка скважины [7]. В результате длительность периодов откачки и накопления должна выбираться с совокупным учетом технических возможностей станции управления УЭЦН, геолого-технических и эксплуатационных характеристик скважины и продуктивных пластов.



#### **Список использованных источников:**

1. Уразаков К.Р., Тимашев Э.О., Молчанова В.А., Волков М.Г. Справочник по добыче нефти. – Пермь: Астер Плюс, 2020. – 600 с.
2. Уразаков К.Р., Жулаев В.П., Булюкова Ф.З., Молчанова В.А. Насосные установки для малодебитных скважин – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – 236 с.
3. Уразаков К.Р., Думлер Е.Б., Топольников А.С., Вахитова Р.И. Диагностирование технического состояния электроцентробежных насосных установок по уровню их вибрации // Нефтегазовое дело. – 2017. – Т. 15. – № 1. – С. 103-107.
4. Уразаков К.Р., Габдулов Р.Р., Усманов Р.В. Тепловой режим работы оборудования для одновременно-раздельной добычи на базе УЭЦН-УСШН // Нефть. Газ. Новации. – 2016. – №7. – С. 58-61.
5. Уразаков К.Р., Рукин М.В., Борисов А.О. Моделирование тепловых процессов в погружном двигателе электроцентробежного насоса, работающего в периодическом режиме // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 4. – С. 62-71.
6. Гребенников А.Г. Работа установки погружных электроцентробежных насосов в кратковременном периодическом режиме - эффективная технология добычи нефти // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2014. – № 5. – С. 15–21.
7. Видинеев А.С. Определение оптимального режима кратковременной периодической эксплуатации малодебитных скважин с помощью установки электроцентробежного насоса // Нефтепромысловое дело. – 2022. – № 3 (639). – С. 41–45.

УДК 622.276

#### **АВТОМАТИЗАЦИЯ БУРЕНИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПУЛЬТА БУРИЛЬЩИКА**

**В.С. Сидоренко**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ 20-11)*

**И.Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Е.Л. Гусейнова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**А.М. Гильманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**О.В. Филимонов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Автоматизация бурения является одним из наиболее важных и перспективных направлений развития в области нефтегазовой промышленности. Современные технологии позволяют значительно увеличить эффективность бурения, сократить расходы и повысить безопасность процесса за счет использования специализированных устройств, таких как пульт бурильщика.

**Ключевые слова:** бурение, автоматизация, буровое оборудование, бурильщик, пульт управления.

**DRILLING AUTOMATION THROUGH THE USE OF A DRILLER'S CONSOLE****V.S. Sidorenko**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BGB-20-11)*

**I.F. Galiyllina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**E.L. Guseinova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**A.M. Gilmanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**O.V. Filimonov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
associate professor)*

**Abstract.** Drilling automation is one of the most important and promising areas of development in the oil and gas industry. Modern technologies make it possible to significantly increase drilling efficiency, reduce costs and improve process safety through the use of specialized devices such as the Driller's Desk.

**Keywords:** drilling, automation, drilling equipment, driller, control panel.

В условиях современной стремительно развивающейся нефтегазовой промышленности, где требования к эффективности, безопасности и точности работ как никогда высоки, автоматизация процесса бурения становится необходимостью. Традиционные методы бурения, хоть и обеспечивают выполнение обычных задач, но часто требуют значительных временных и финансовых затрат. Автоматизация бурения позволяет улучшить производительность работ, сократить время бурения и снизить риск возникновения аварийных ситуаций на буровых установках.

Автоматизация технологического процесса составляет важную часть научно-технического прогресса в проведении геологоразведочных и буровых работ. Теоретические исследования в области совершенствования управления процессом бурения и его оптимизации получили новые возможности практической реализации с появлением управляющей микропроцессорной техники и созданием на ее основе систем автоматизированного управления [1-4]. Так, новые технологии открывают большие возможности при замере параметров на забое, дают доступ к экранизации скважины в реальном времени, что, несомненно, большой плюс [5-8].

Сегодня бремя повышения производительности бурения обычно ложится на бурильщика, которому поручено контролировать потоки сложных данных и задач, требующих постоянного внимания в ходе текущих операций. Сюда можно отнести контроль за процессом бурения, принятие ответственных решений и регулировку работы бурового оборудования и инструмента. Мастерство, необходимое для выполнения этих задач,

означает, что качество работы бурильщика может сильно различаться, в зависимости от опыта, оборудования и возраста, а также многих других факторов [9-14]. Для того чтобы упростить работу бурильщика и повысить эффективность бурения, используется специальный инструмент – пульт бурильщика.

Пульт бурильщика представляет собой устройство управления, с помощью которого бурильщик может контролировать работу буровой установки, подавать команды на изменение параметров бурения и следить за всеми процессами на месте бурения. Функциональные возможности пульта бурильщика включают в себя возможность управления давлением и скоростью бурового раствора, регулировку частоты вращения бурового долота, передачу данных о глубине бурения и иных немаловажных параметров.

На пульте бурильщика расположены панели визуализации, которые связаны с контроллером посредством связи специальным промышленным интернетом. На этих панелях отображается текущая информация о процессах, предоставляя бурильщику визуальное представление о текущем состоянии работы системы [15-19].

Принцип работы пульта бурильщика основан на передаче сигналов от устройств управления буровой установкой на пульт бурильщика и обратно. Бурильщик производит настройку необходимых параметров на пульте, после чего пульт передает команды на соответствующее оборудование

Пульт бурильщика позволяет автоматизировать процесс управления буровой установкой, избавляя оператора от рутинных и монотонных операций. С помощью специальных программ и алгоритмов управления, пульт позволяет оптимизировать процесс бурения, улучшая его скорость, эффективность и качество. Как уже было сказано выше, пульт оснащен различными сенсорами и датчиками, которые позволяют оператору получать информацию о состоянии оборудования, геологических условиях и других параметрах, необходимых для успешного бурения.

Основные преимущества использования пульта бурильщика заключаются в увеличении скорости и точности выполнения буровых работ, сокращении времени настройки оборудования и повышении безопасности работы. Благодаря автоматизации процесса бурения, возможно сократить количество человеческих ошибок и исключить риски, связанные с неправильной эксплуатацией оборудования [20-24].

Несмотря на то, что автоматизация процесса бурения с использованием пульта бурильщика становится все более востребованной среди нефтяных компаний, на пути внедрения этой технологии могут возникнуть потенциальные проблемы, которые необходимо уметь решать.

Одной из основных проблем автоматизации бурения является сложность настройки и поддержания работы оборудования. Возможны сбои в программном обеспечении, ошибки в алгоритмах управления буровым столом и другие технические неполадки. Для предотвращения и решения таких проблем необходимо обеспечить надежную поддержку технического персонала, обладающего достаточными навыками и знаниями.

Другой важной проблемой является недостаточная точность и надежность работы оборудования. В бурении скважин любая ошибка может привести к серьезным последствиям, поэтому автоматизированная система должна быть откалибрована до максимальной точности и поддерживать ее в течение всего процесса бурения. Для устранения этой проблемы необходимо проводить регулярные проверки и обслуживание оборудования, а также обучать персонал работать с автоматизированными системами [25-28].

Таким образом, для решения потенциальных проблем автоматизации бурения с использованием пульта бурильщика необходимо создать комплексную систему обучения персонала, обеспечить надежную техническую поддержку оборудования, регулярно проводить проверки и обслуживание. Только таким образом можно обеспечить стабильную и эффективную работу автоматизированной системы бурения и снизить риск возможных негативных последствий.

Итак, можно сделать вывод о том, что использование пульта бурильщика в процессе бурения является эффективным и перспективным решением, позволяющим существенно увеличить производительность и безопасность работы. Внедрение автоматизированных систем управления в нефтегазовой отрасли открывает новые возможности для повышения эффективности производства и роста конкурентоспособности нефтегазовых предприятий.

#### **Список использованных источников:**

1. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
2. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
3. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
4. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
5. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.

УДК 622.276.5:658.589

#### **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КЛАПАНА АДДИТИВНЫМ СПОСОБОМ**

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**А.А. Гильманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**М.Я. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Г.М. Астафьева**

*(АО «АК ОЗНА», начальник конструкторского отдела)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Аннотация:** В статье рассматривается технология ремонта деталей нефтегазового оборудования с применением аддитивных технологических решений. Разрабатывается технология восстановления клапанов, применяемых в оборудовании нефтегазового комплекса. Описаны и положительные, и отрицательные моменты этой технологии. Предложена технологическое решение повышения эффективности ремонтных работ, выполняемых на предприятиях данного профиля.

**Ключевые слова:** аддитивная технология, восстановление, ремонт, клапан, ресурс, рентабельность, качество, эффективность

UDC 622.276.5:658.589

## **DEVELOPMENT OF VALVE RESTORATION TECHNOLOGY BY ADDITIVE METHOD**

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**A.A. Gilmanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, student gr. BSN-20-11)*

**M.Ya. Khabibullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky, assistant  
professor)*

**G.M. Astafieva**

*(AK OZNA JSC, head of the design department)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
lecturer)*

**Abstract:** The article discusses the technology for repairing oil and gas equipment parts using additive technological solutions. A technology for restoring valves used in oil and gas complex equipment is being developed. Both positive and negative aspects of this technology are described. A technological solution has been proposed to increase the efficiency of repair work carried out at enterprises of this profile.

**Key words:** additive technology, restoration, repair, valve, resource, profitability, quality, efficiency

### **Актуальность темы**

Клапаны являются ключевыми элементами в многих отраслях промышленности, включая нефтегазовую, химическую и энергетическую сектора. Они подвержены интенсивному износу и коррозии, что требует регулярного обслуживания и восстановления. Традиционные методы ремонта часто связаны с высокими затратами и длительными простоями оборудования. Аддитивные технологии, включая 3D-печать, предоставляют возможность быстрого и эффективного восстановления клапанов, снижая затраты и улучшая эксплуатационные характеристики изделий [1-4].

### **Цель работы**

Целью данного дипломного проекта является разработка и внедрение технологии восстановления клапанов с использованием аддитивных методов, а также создание стартапа для коммерциализации этой технологии [5].

### **Научная и практическая значимость**

Дипломный проект имеет значительную научную и практическую значимость, так как способствует развитию аддитивных технологий в промышленности и создает основу для нового бизнеса в области ремонта и восстановления критически важных компонентов оборудования. Результаты исследования помогут уменьшить зависимость от традиционных производственных и ремонтных процессов, сократить экологический след и увеличить ресурс клапанов [6-8].

Обзор существующих решений и аналитический обзор рынка

Обзор существующих решений

В данном разделе исследуется текущее состояние технологий восстановления клапанов, анализируются их преимущества и недостатки. Традиционно восстановление клапанов включает методы такие как наплавка, использование механической обработки для устранения износа и коррозии, а также замена поврежденных компонентов новыми. Эти методы могут быть не только дорогостоящими, но и временем затратными, а также могут не обеспечивать исходное качество материала [9-10].

Аддитивные технологии предлагают революционный подход к ремонту, позволяя восстанавливать изделия с точным соответствием первоначальным техническим характеристикам и улучшенными свойствами материала благодаря возможности использования специализированных сплавов [11].

#### Аналитический обзор рынка

Рынок восстановления клапанов включает в себя широкий спектр отраслей, от нефтегазовой до пищевой промышленности, где клапаны являются критически важными элементами систем. Важно оценить объем рынка, текущий спрос на услуги по восстановлению, а также изучить предпочтения потребителей и требования, предъявляемые к качеству и долговечности восстановленных клапанов [12-14].

Этот раздел также будет включать анализ конкурентов, изучение их стратегий и методов, которые они применяют, чтобы выявить потенциальные ниши для входа на рынок с новым предложением, основанным на аддитивных технологиях [15].

#### Технологическая часть

##### Описание аддитивных технологий

Аддитивные технологии, или технологии 3D-печати, представляют собой процессы, в которых материал постепенно добавляется слой за слоем для создания объекта из цифровой модели. Эти технологии могут использовать различные материалы, включая металлы, пластики и композиты. Для восстановления клапанов наибольший интерес представляют металлические аддитивные технологии, такие как:

Прямое металлическое лазерное наплавление (DMLM): Этот процесс включает использование лазера для плавления металлического порошка по траекториям, заданным в 3D-модели, что позволяет точно восстанавливать изношенные части клапанов с высокой точностью [16].

Электронно-лучевая плавка (EBM): Технология, схожая с DMLM, но использующая электронный луч для плавления металлического порошка, что делает её подходящей для создания более прочных и термостойких материалов [17].

Эти технологии позволяют не только восстанавливать оригинальные изделия, но и улучшать их свойства, добавляя в процесс печати специальные добавки для увеличения износостойкости и коррозионной устойчивости [18-20].

##### Разработка процесса аддитивного восстановления

Процесс восстановления клапанов аддитивными методами включает следующие шаги:

Подготовка и анализ исходного состояния клапана: Использование сканирования для получения точных данных о геометрии и состоянии изношенных клапанов.

Моделирование и оптимизация дизайна: Создание модифицированных 3D-моделей, которые учитывают требования к улучшенным эксплуатационным характеристикам.

Выбор материалов: Определение подходящих металлических порошков, которые обеспечат нужные свойства восстановленной детали.

3D-печать: Непосредственное производство или восстановление деталей с помощью выбранной аддитивной технологии.

Постобработка: Обработка поверхности, термическая и механическая обработка для достижения необходимых толерантностей и качества поверхности.

Контроль качества и тестирование: Проверка геометрических параметров и физических свойств, испытания на долговечность и надежность.

##### Прототипирование и тестирование

Разработка прототипов и их тестирование является критическим этапом, который позволяет оценить реальную эффективность восстановленных клапанов в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным. Этот этап включает испытания на прочность, усталость, устойчивость к коррозии и другие критические параметры.

Экономическая часть

Анализ рынка

В данном разделе оценивается рыночный потенциал технологии восстановления клапанов с помощью аддитивных методов. Основное внимание уделяется:

Определение целевых сегментов рынка: Идентификация отраслей и конкретных предприятий, где восстановление клапанов наиболее востребовано (нефтегазовая, химическая, энергетическая отрасли).

Анализ конкуренции: Изучение текущих поставщиков услуг по ремонту и восстановлению клапанов, выявление их сильных и слабых сторон.

Определение потребностей клиентов: Анализ требований клиентов к качеству, срокам исполнения и стоимости услуг по восстановлению клапанов.

Разработка бизнес-модели

Описание бизнес-модели стартапа включает:

Продукт: Предоставление услуг по восстановлению клапанов с использованием аддитивных технологий.

Ценностное предложение: Сокращение затрат и времени на восстановление клапанов, улучшение эксплуатационных характеристик восстановленных изделий.

Клиентские сегменты: Промышленные предприятия в области энергетики, нефтегазовой и химической промышленности.

Каналы сбыта: Прямые продажи через собственный отдел продаж, партнерства с производителями промышленного оборудования, онлайн-маркетинг.

Структура доходов: Оплата за услуги восстановления клапанов, возможно внедрение подписной модели для регулярного обслуживания.

Финансовый план

Разработка финансового плана включает:

Предварительные затраты: Инвестиции в аддитивное оборудование, материалы, обучение персонала.

Операционные расходы: Зарплата сотрудников, расходы на материалы, амортизация оборудования, маркетинг.

Прогноз доходов: Оценка потенциального дохода от восстановления клапанов, основываясь на анализе рынка и ценообразовании.

Окупаемость проекта: Расчет периода окупаемости инвестиций на основе прогнозируемых доходов и расходов.

Оценка рисков

Оценка возможных рисков для стартапа, таких как технологические риски, риски недостаточного спроса, финансовые риски, и разработка стратегий по их минимизации.

Разработка технологии восстановления клапанов аддитивными методами обладает как преимуществами, так и недостатками, которые важно учитывать при оценке перспектив и ограничений данной темы.

Преимущества:

Экономическая выгода: Аддитивные технологии могут существенно сократить затраты на замену изношенных деталей, позволяя восстанавливать их вместо покупки новых.

Сокращение отходов: Применение аддитивных технологий способствует уменьшению объема производственных отходов, что положительно влияет на окружающую среду и соответствует принципам устойчивого развития.

Персонализация: Технологии позволяют точно адаптировать восстановленные клапаны под специфические условия эксплуатации, что улучшает их производительность и долговечность.

**Скорость производства:** Аддитивные методы часто позволяют быстрее восстанавливать детали по сравнению с традиционными методами производства, сокращая простой оборудования.

**Инновационный потенциал:** Развитие и внедрение новых аддитивных технологий способствуют техническому прогрессу и инновациям в различных отраслях промышленности.

**Недостатки:**

**Высокие начальные затраты:** Оборудование для аддитивного производства может быть дорогостоящим, что требует значительных инвестиций на начальном этапе.

**Технические ограничения:** Не все материалы подходят для использования в аддитивных технологиях, и иногда может быть сложно достичь необходимых механических и эксплуатационных характеристик восстановленных деталей.

**Нужды в специализированных знаниях:** Для эффективного использования аддитивных технологий требуется квалифицированный персонал с соответствующими знаниями и навыками, что может создать сложности в подборе и обучении сотрудников.

**Проблемы с качеством:** Некоторые аддитивные технологии могут приводить к проблемам с качеством изделий, включая пористость или неравномерность материала, что требует дополнительной обработки и контроля качества.

**Ограниченная совместимость:** В некоторых случаях восстановленные детали могут не полностью соответствовать требованиям к совместимости с существующими системами, требуя дополнительной адаптации или модификации.

Таким образом, несмотря на значительные преимущества аддитивных методов восстановления, существуют также и серьезные вызовы, которые необходимо преодолеть для полноценного внедрения этой технологии в промышленное производство.

#### **Список использованных источников:**

1. Давыдов А.Ю. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории "Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности". 2017. - С. 122-129.
2. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исхакович. – Уфа, 2004. – 108 с.
3. Сулейманов Р.И. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сидоркин Д.И., Абдюкова Р.Я. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.
4. Галимуллин М.Л. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.
5. Галимуллин М.Л. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Зиянгиров А.Р. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 22-27.



6. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 23 с.
7. Сулейманов Р.И. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
8. Сулейманов Р.И. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» (Октябрьский, 10 февраля 2017 г.) / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.
9. Сулейманов Р.И. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.
10. Галимуллин М.Л. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.
11. Габдрахимов М.С. Бурение сейсмических скважин вибрационным методом / Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Габдрахимов Ф.С. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 1. – С. 68-71.
12. Саитгалин И.Р. Оптимизированная конструкция забойного механизма подачи бурильного инструмента / Саитгалин И.Р., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Габдрахимов М.С., Хабибуллина Р.Г. // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 356-359.
13. Давыдов А.Ю. Бурение скважин на азэрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / Давыдов А.Ю., Габдрахимов М.С., Хабибуллин М.Я., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
14. Петров В.А. Привод цепной ПЦ-80 с многоступенчатой передачей / Петров В.А., Петрова Л.В., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Хасанов Э.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 270-273.
15. Давыдов А.Ю. Компоновки колонны штанг с амортизатором крутильных колебаний / Давыдов А.Ю., Сулейманов Р.И., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 324-331.
16. Зарипова Л.М. Двигатель забойный винтовой 7LZ172 с повышенной надёжностью трансмиссионного вала / Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Петров В.А., Галимуллин М.Л.,

Сулейманов Р.И., Давыдов А.Ю., Зайнаглина Л.З., Стройкин Г.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 229-232.

17. Галимуллин М.Л. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 34-38.

18. Галимуллин М.Л. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Зарипова Л.М., Хабибуллина Р.Г. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.

19. Габдрахимов М.С. Исследования колебательных процессов электробура / Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2018: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 30 марта 2018 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 19-21.

20. Сулейманов Р.И. Факторы, влияющие на эффективность шламообразования / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 101-104.

УДК 622.276.53:681.586

#### **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ УРАВНОВЕШЕННОСТИ СТАНКА-КАЧАЛКИ**

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Д.Р. Гильмутдинов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Г.М. Астафьева**

*(АО «АК ОЗНА», начальник конструкторского отдела)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация:** В статье рассматривается работа привода штангового скважинного насоса – станка-качалки. Важным критерием в эффективной работе станка-качалки является его уравновешенность. Предлагается применить датчик контроля величины тока, подаваемого на привод станка-качалки – электродвигатель. Оцениваются преимущества и недостатки применяемого датчика.

**Ключевые слова:** станок-качалка, уравновешенность, датчик, величина тока, эффективность работы, регулирование

UDC 622.276.53:681.586

#### **PUMPING MACHINE BALANCE CONTROL SYSTEM**

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University*

*in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**D.R. Gilmudinov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**G.M. Astafieva**

*(AK OZNA JSC, head of the design department)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
lecturer)*

**M.L. Galimullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City  
of Oktyabrsky, assistant professor)*

**Abstract:** The article discusses the operation of the drive of a sucker rod pump - a pumping machine. An important criterion for the effective operation of a pumping machine is its balance. It is proposed to use a sensor to control the amount of current supplied to the drive of the pumping machine - the electric motor. The advantages and disadvantages of the used sensor are assessed.

**Key words:** pumping machine, balance, sensor, current value, operating efficiency, regulation

Станок-качалка в нефтегазовой отрасли - это устройство, используемое для преобразования движения насосов в нефтяной скважине, которой используется в процессе добычи нефти. Он предназначен для обеспечения стабильной работы технологического процесса, увеличения производительных параметров и улучшения качества производимой работы. В зависимости от конкретных потребностей и условий эксплуатации, станок-качалка может иметь различные конструктивные особенности и характеристики [1-4].

Система контроля

Датчик для контроля подачи тока на электродвигатель станка-качалки является незаменимым элементом системы автоматического управления данного оборудования. Это устройство предназначено для наблюдения за величиной тока, поступающим на электродвигатель, и предоставления информации о его значении, что позволяет оператору и системе автоматики контролировать работу станка-качалки и регулировать подачу тока при необходимости [5-7].

Основными функциями датчика являются измерение тока, его корректировка и подача на электродвигатель с отправлением полученных данных на систему управления. Для этого датчик оборудован специальными сенсорами, которые регистрируют электрический ток, поступающий на электродвигатель. Затем изменяет его в значение нормы, отправляя отчет о проделанной работе. Полученные данные позволяют оператору отслеживать потребление энергии и работу датчика, для контроля его состояния [8-11].

Надежность и точность измерений датчика крайне важны для эффективной эксплуатации станка качалки. Поэтому особое внимание уделяется калибровке и качеству сенсоров, а также алгоритмам обработки полученных данных. Датчик также будет защищен от вибраций, перепадов напряжения и других внешних воздействий [12-15].

Плюсы системы

1. Безопасность работников: Станок-качалка в нефтегазовой отрасли может быть потенциально опасным оборудованием из-за высоких нагрузок и скоростей вращения. Датчики контроля тока могут обнаруживать аномальные значения тока, что может указывать на перегрузку или другие проблемы в работе станка. Это позволяет операторам быстро реагировать на потенциальные опасности и предотвращать аварии или травмы [16].

2. Предотвращение повреждений оборудования: Перегрузки или неправильная работа станка качалки могут привести к износу и повреждениям оборудования, что в свою очередь может вызвать простои и дорогостоящие ремонты. Датчики контроля тока могут помочь в обнаружении таких проблем на ранних стадиях и предотвратить серьезные повреждения оборудования [17].

3. Оптимизация производственных процессов: Путем постоянного контроля тока на станке качалке можно оптимизировать производственные процессы. Анализ данных, полученных от датчиков, может помочь определить оптимальные параметры работы станка, такие как скорость вращения или нагрузка, что в свою очередь позволит улучшить эффективность производства и снизить затраты на энергию [18].

4. Соблюдение стандартов безопасности и регулирований: В нефтегазовой отрасли существуют строгие стандарты безопасности и регулирования, которые требуют обеспечения безопасности оборудования и работников. Использование датчиков контроля тока помогает соответствовать этим стандартам и предписаниям, обеспечивая безопасную и эффективную работу станка качалки [19].

#### Недостатки системы

1. Необходимость обслуживания и калибровки: Датчики контроля тока требуют обслуживания и калибровки для сохранения своей точности и надежности. Неправильное обслуживание или калибровка может привести к недостоверным данным и, следовательно, к потенциальным проблемам при работе станка [20].

2. Сложность настройки и обработки данных: Для правильной работы датчиков контроля тока необходима правильная настройка и обработка данных. Это может потребовать специальных знаний и навыков у операторов, что может быть вызывать сложности при использовании этого оборудования.

Результатом работы датчика для контроля подачи тока на электродвигатель станка-качалки является повышение эффективности работы оборудования, снижение вероятности аварий и повышение безопасности операций. Благодаря этому устройству операторы станков качалок могут быть уверены в надежности и стабильности работы их оборудования, а системы управления - в точности и достоверности поступающих данных.

#### Список использованных источников:

1. Галимуллин М.Л. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Зарипова Л.М., Хабибуллина Р.Г. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
2. Габдрахимов М.С. Исследования колебательных процессов электробура / Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2018: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 30 марта 2018 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 19-21.
3. Сулейманов Р.И. Факторы, влияющие на эффективность шламообразования / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 101-104.
4. Давыдов А.Ю. Компонировки колонны штанг с амортизатором крутильных колебаний / Давыдов А.Ю., Сулейманов Р.И., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 324-331.

5. Габдрахимов М.С. Бурение сейсмических скважин вибрационным методом / Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Габдрахимов Ф.С. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 1. – С. 68-71.
6. Саитгалин И.Р. Оптимизированная конструкция забойного механизма подачи бурильного инструмента / Саитгалин И.Р., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Габдрахимов М.С., Хабибуллина Р.Г. // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 356-359.
7. Давыдов А.Ю. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / Давыдов А.Ю., Габдрахимов М.С., Хабибуллин М.Я., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
8. Петров В.А. Привод цепной ПЦ-80 с многоступенчатой передачей / Петров В.А., Петрова Л.В., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Хасанов Э.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 270-273.
9. Зарипова Л.М. Двигатель забойный винтовой 7LZ172 с повышенной надёжностью трансмиссионного вала / Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Петров В.А., Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Давыдов А.Ю., Зайнаглина Л.З., Стройкин Г.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 229-232.
10. Сулейманов Р.И. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сидоркин Д.И., Абдюкова Р.Я. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.
11. Сулейманов Р.И. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
12. Сулейманов Р.И. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» (Октябрьский, 10 февраля 2017 г.) / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.
13. Сулейманов Р.И. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.
13. Галимуллин М.Л. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической

- конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.
15. Галимуллин М.Л. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 34-38.
16. Галимуллин М.Л. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.
17. Галимуллин М.Л. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Зиянгиров А.Р. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 22-27.
18. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 23 с.
19. Давыдов А.Ю. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории "Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности". 2017. - С. 122-129.
20. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 108 с.

УДК 621.643.22:621.644.32

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ФИЛЬТРАЦИИ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕКЦИОННОГО НАСОСА**

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**И.Ю. Пронин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. БМП-20-11)*

**А.Ю. Давыдов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**Г.М. Астафьева**

*(АО «АК ОЗНА», начальник конструкторского отдела)*

**Л.М. Зарипова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается процесс разработки системы фильтрации для центробежного секционного насоса. Так же описываются рабочие среды центробежного секционного насоса. Рассматриваются ключевые шаги проектирования, необходимые для обеспечения эффективной и надежной работы системы фильтрации.

Данная статья может быть использована для создания надежной системы фильтрации, способной обеспечить чистоту и долгий срок службы центробежного секционного насоса.

**Ключевые слова:** центробежный насос секционный, фильтр, рабочая среда, проектирование, система.

UDC 621.643.22:621.644.32

## **DEVELOPMENT OF A FILTRATION SYSTEM FOR THE WORKING MEDIUM OF A CENTRIFUGAL SECTIONAL PUMP**

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**I.Y. Pronin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BMP-20-11)*

**A.Yu. Davydov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**G.M. Astafieva**

*(AK OZNA JSC, head of the design department)*

**L.M. Zaripova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract:** This article discusses the process of developing a filtration system for a centrifugal sectional pump. The working media of a centrifugal sectional pump are also described. The key design steps necessary to ensure efficient and reliable operation of the filtration system are considered. This article can be used to create a reliable filtration system capable of ensuring the cleanliness and long service life of a centrifugal sectional pump.

**Keywords:** sectional centrifugal pump, filter, working medium, design, system.

### **Введение**

Современная промышленность требует высокой эффективности и надежности оборудования, особенно когда речь идет о центробежных секционных насосах, используемых для перекачивания жидкостей и сред с взвешенными частицами. Одной из проблем, с которой сталкиваются эксплуатанты таких насосов, является отсутствие эффективной системы фильтрации рабочей среды. Данная проблема может привести к поломкам и снижению надежности работы насоса [1-5].

### **Рабочая среда**

Рабочая среда, через которую происходит перекачка, может содержать различные примеси, частицы и загрязнители, которые могут негативно сказаться на работе насоса. Эти загрязнения могут вызывать износ оборудования, снижать эффективность работы и даже приводить к аварийным ситуациям [6-9].

Центробежные секционные насосы могут использоваться для перекачивания различных рабочих сред, включая:

1. Чистые жидкости:

Вода, масла, топливо и другие жидкости без взвешенных частиц.

2. Жидкости с взвешенными частицами:

Сточные воды, буровые растворы, реагенты с твердыми частицами и другие жидкости, содержащие взвешенные частицы.

### 3. Агрессивные среды:

Центробежные секционные насосы могут использоваться для перекачивания агрессивных жидкостей, таких как кислоты, щелочи и другие химически активные вещества.

### 4. Высокотемпературные и низкотемпературные жидкости:

Насосы могут работать как с высокотемпературными, так и с низкотемпературными жидкостями в зависимости от конструкции и материалов, используемых при изготовлении насоса.

5. Слабоагрессивные жидкости, такие как питьевая вода, техническая вода, охлаждающие жидкости и другие безопасные для здоровья и окружающей среды жидкости.

Каждая из указанных рабочих сред имеет свои особенности и требования к системе фильтрации для обеспечения надежной и эффективной работы центробежного секционного насоса. Разработка соответствующей системы фильтрации играет важную роль в обеспечении долговечности и безопасности работы насоса в различных условиях эксплуатации [10-14].

#### Проектирование системы фильтрации

При проектировании системы фильтрации для центробежного секционного насоса необходимо учитывать несколько ключевых шагов. В первую очередь, следует провести анализ рабочей среды и определить требования к фильтрации в соответствии с ее характеристиками. Затем необходимо выбрать подходящий тип фильтра, учитывая его эффективность и пропускную способность [15-17].

Далее важно определить оптимальное расположение фильтра в системе, чтобы обеспечить легкий доступ для обслуживания и замены элементов фильтрации. Разработка системы очистки фильтра также играет важную роль - необходимо предусмотреть эффективные методы очистки и поддержания работоспособности фильтра [18].

После того как система фильтрации спроектирована, необходимо провести тестирование ее работы и настройку параметров для оптимальной производительности. Обучение персонала правильной эксплуатации системы фильтрации также является важным шагом, чтобы обеспечить долгий срок службы насоса и фильтрационной системы в целом. Следуя этим шагам при проектировании системы фильтрации для центробежного секционного насоса, можно создать надежную и эффективную систему, которая будет обеспечивать чистоту и надежность работы вашего оборудования [19-20].

Таким образом, разработка системы фильтрации рабочей среды центробежного секционного насоса является актуальной задачей, которая позволит оптимизировать процесс фильтрации и повысить эффективность работы насоса в условиях современной промышленности.

#### Список использованных источников:

1. Галимуллин М.Л. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.
2. Галимуллин М.Л. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 34-38.
3. Галимуллин М.Л. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической



- конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.
4. Галимуллин М.Л. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Зиянгиров А.Р. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 22-27.
5. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 23 с.
6. Давыдов А.Ю. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории "Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности". 2017. - С. 122-129.
7. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 108 с.
8. Габдрахимов М.С. Исследования колебательных процессов электробурра / Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2018: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 30 марта 2018 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 19-21.
9. Сулейманов Р.И. Факторы, влияющие на эффективность шламообразования / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 101-104.
10. Давыдов А.Ю. Компонировки колонны штанг с амортизатором крутильных колебаний / Давыдов А.Ю., Сулейманов Р.И., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. - С. 324-331.
11. Габдрахимов М.С. Бурение сейсмических скважин вибрационным методом / Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Габдрахимов Ф.С. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 1. – С. 68-71.
12. Саитгалин И.Р. Оптимизированная конструкция забойного механизма подачи бурильного инструмента / Саитгалин И.Р., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Зайнагалина Л.З., Габдрахимов М.С., Хабибуллина Р.Г. // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 356-359.
13. Галимуллин М.Л. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Зарипова Л.М., Хабибуллина Р.Г. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.
14. Давыдов А.Ю. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / Давыдов А.Ю., Габдрахимов М.С., Хабибуллин М.Я., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.
15. Петров В.А. Привод цепной ПЦ-80 с многоступенчатой передачей / Петров В.А., Петрова Л.В., Зайнагалина Л.З., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Хасанов Э.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и

- студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 270-273.
16. Зарипова Л.М. Двигатель забойный винтовой 7LZ172 с повышенной надёжностью трансмиссионного вала / Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Петров В.А., Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Давыдов А.Ю., Зайнаглина Л.З., Стройкин Г.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 229-232.
17. Сулейманов Р.И. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сидоркин Д.И., Абдюкова Р.Я. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.
18. Сулейманов Р.И. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.
19. Сулейманов Р.И. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» (Октябрьский, 10 февраля 2017 г.) / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.
20. Сулейманов Р.И. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.

УДК 621.866:622.242

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ПОДЪЕМНОГО МЕХАНИЗМА**

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**И.К. Саетгареев**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

**Г.М. Астафьева**

*(АО «АК ОЗНА», начальник конструкторского отдела)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**А.Ю. Давыдов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация:** В статье рассматривается работа подъемных механизмов, одного из важных оборудования нефтегазового комплекса. Представлена разработка системы контроля параметров подъемных механизмов. Важным критерием в эффективной работе подъемного

механизма является обеспечение заданной грузоподъемности и требуемой надежности. В результате создается возможность мониторинга показателей работы подъемных механизмов.

**Ключевые слова:** подъемный механизм, система контроля, мониторинг параметров, техническое состояние, контрольные датчики

UDC 621.866:622.242

## DEVELOPMENT OF A PARAMETERS CONTROL SYSTEM LIFTING MECHANISM

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**I.K. Saetgaraev**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

**G.M. Astafieva**

*(AK OZNA JSC, head of the design department)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
lecturer)*

**A.Y. Davydov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract:** The article discusses the operation of lifting mechanisms, one of the important equipment of the oil and gas complex. The development of a system for monitoring the parameters of lifting mechanisms is presented. An important criterion for the effective operation of a lifting mechanism is to ensure the specified load capacity and the required reliability. As a result, it is possible to monitor the performance of lifting mechanisms.

**Key words:** lifting mechanism, control system, parameter monitoring, technical condition, control sensors

Технология проведения монтажно-демонтажных работ предусматривает использование подъемных механизмов многообразных конструктивных решений. Основную функцию по подъему и перемещению нефтегазового оборудования производят подъемные механизмы, выполняющие значительную часть этой техники [1-2]. Поэтому требовательным моментом перед проведением работ для исполнительного персонала должна быть уверенность в работоспособном состоянии подъемных механизмов на протяжении всего срока эксплуатации. Система диагностики и мониторинга технического состояния подъемных механизмов обеспечивает прогноза и предупреждения вероятных сбоев основных блоков благодаря методам статистического анализа данных о степени изношенности нагруженных узлов [3]. Система мониторинга выполнена в виде сложной многозадачной многофункциональной системой. Применяемые системы базирующие на ограничителях усилий и нагрузки, способны проводить постоянный мониторинг главных параметров технологической работы, отвечающих за круглосуточную работоспособность и безопасность работы подъемных механизмов. При достижении предела и выше допустимых значений рассмотренных параметров, ограничители усилий и нагрузки блокируют функцию всего подъемного механизма и подают сигналы, отображающие завершение работы подъемного механизма и вероятности выполнения ремонтных работ [4-5]. Сегодня современный технический мир должен обеспечивать полноценную работу сложных

технологических систем и механизмов, в том числе и подъемные механизмы. Большинство организаций, которые работают с такой техникой, настроены в развитии методических основ контроля и анализа технического состояния для эксплуатационной безопасности и минимизации идущих расходов. В связи с чем приоритетом идут априорные исследования, направленные на оптимизацию нынешних и развитием новых технологий контроля и мониторинга технического состояния и работоспособности подъемных механизмов, ну и конечно же нужны рекомендательные требования по проведению превентивных и восстановительных работ, связанных с оптимальным балансом распределения трудовых ресурсов персонала. Такой подход к системе возможен в предприятиях, в задачи которых входит содержание и ремонт подъемных механизмов, т.е., имеющих перегрузочность, явный износ и внешние негативные воздействия, вызывающие поломки подъемных механизмов [6].

Разрабатываемая система выполнена распределенной, проявляется проблема обеспечения безопасности передачи совокупной информации [7]. Основная цель – обеспечить прогноз возникновения отказа элемента подъемного механизма в течение рабочего интервала времени [8]. Основные задачи: 1) определение характерных зависимостей между выбранными величинами показателей и показателями общей работы механизма; 2) выполнение прогноза проявления отказа элемента подъемного механизма. Основным расчетным методом для определения вероятности выхода из строя элементов подъемного механизма, является метод главных компонент, который представляет собой один из методов факторного анализа. Анализ факторов способен установить для значительного числа начальных критериев сравнительно узкий диапазон качеств, показывающих связь между группами этих признаков [9-10].

Управление удаленно компьютерными интеллектуальными системами применяется довольно долго, к примеру, в немецкой индустрии аренды подъемной техники дает компаниям проследить работу подъемного механизма и на расстояние определять неисправности, а также расположение техники. Это относится и к диагностике, и к самой функции подъемных механизмов [11-14]. Системы способны ограничить промежуток применения подъемных механизмов обыкновенным рабочим днем и преобразовать этот режимный ритм. В Российской Федерации описанные системы не практикуются, что является перспективой для проектирования и применения систем мониторинга подъемных механизмов. Система выдает все параметры, какие только регистрируются приборами и требуемыми датчиками: сведения о положении элементов подъемного механизма (включая данные с датчика наклона, геометрию подъемной стрелы), ветровой напор, моточасы и сами кодовые ошибки. Устройство способно осуществлять сбор только заданной информации. Можно настроить отправку параметров через назначенный интервал времени и, при увеличении различного порогового значения [15-17]. Информация направляется на компьютерный сервер в центр статистической обработки собранных данных с возможностью накапливания, сортировки и хранения, т.е. пользователь подъемного механизма может обратиться к ней в любой момент. На большинстве больших и сложных подъемных механизмов есть возможность связи с заводом-производителем, однако дальше этого дело не продвигается. Для качественного мониторинга за подъемными механизмами и разработки решений по управлению необходимо применять оперативную информацию с контрольных датчиков о техническом состоянии подъемного механизма [18-20].

Система контроля предназначена для непрерывного контроля и визуализации параметров движения подъемной установки, записи и хранения контролируемых параметров, а также выдачи сигнала на аварийный останов машины в случае выхода их за заданные пределы.

Основные функции: выдает импульсы в отдельных точках пути движения подъемного механизма для осуществления необходимых переключений в схеме автоматического управления; преобразовывает угловое перемещение вала барабана подъемного механизма в электрические импульсы для измерения указателями глубины пути, пройденного подъемным механизмом: осуществляет контроль фактической скорости в период разгона,

равномерность хода и замедления, производит корректировку элементов в соответствии с положением подъемного механизма при проскальзывании или переползании канатов относительно ведущего шкива талевой системы; осуществляет защиту от переподъема, осуществляет контроль целостности кинематических цепей, передающих вращений от подъемного механизма к блокам датчиков.

Систему обработки сведений о состоянии подъемного механизма можно представить в виде структурной схемы в виде блоков. Первые три блока представляют систему мониторинга и отвечают за сбор, передачу и хранение данных о состоянии грузоподъемных механизмов. На пути создания подобной системы возникает ряд вопросов, связанный с передачей данных, какой алгоритм использовать для передачи информации о техническом состоянии подъемного механизма.

До настоящего времени детального исследования данных с регистраторов параметров не проводилось, поэтому задача анализа диагностической информации с регистраторов параметров подъемного механизма является актуальной задачей. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: анализ и оценка исходных статистических данных, построение регрессионной модели подъемного механизма и оптимизация.

Система мониторинга позволяет получить информацию о подъемном механизме.

Отображение текущего состояния кранов: на связи, в работе, тревожные события, количество перегруженных грузов, моточасы за текущую смену.

По каждому подъемному механизму предоставляется страница мониторинга с указанием: географической ссылки на площадку; места установки крана; статистических данных

Формирование отчетов по работе каждого крана за выбранный период: отчет по перегруженным грузам; отчет по тревожным (нештатным) событиям; отчет по эксплуатационным характеристикам; отчет эффективности эксплуатации; отчет по электропотреблению; отчет по наработке моточасов работы подъемного механизма

Система мониторинга повышает эффективность эксплуатации подъемных механизмов за счет: снижения времени простоя из-за сокращения времени на диагностику и ремонт подъемного механизма, применение средств удаленного обслуживания, диагностики и ремонта системы управления; более точного определения остаточного ресурса подъемного механизма, увеличение срока службы подъемного механизма на основе статистических данных по фактически отработанным моточасам и режимам нагружения; автоматического формирования графика планово-предупредительных ремонтов; независимой оценки квалификации персонала и формирования индивидуальных программ обучения; возможности доступа специалистов филиалов к системе для получения статистических данных, документального обращения в сервисную службу завода изготовителя, заказа запчастей, обращения в электронный архив технической документации;

Система мониторинга помогает принимать более обоснованные решения за счет: точных исходных данных (эффективность эксплуатации, стоимость обслуживания, коэффициент использования, и т.д.); более точных бюджетов расходов на плановое обслуживание техники (на основе данных по фактическим моточасам и нагрузкам механизмов); четкого понимания перечня оборудования и его фактического состояния; - архива по всем выполняемым работам (ремонт, обучение, сервис).

#### **Список использованных источников:**

1. Давыдов А.Ю. Методы контроля и диагностики винтовых насосных установок в процессе работы / Давыдов А.Ю., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории "Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности". 2017. - С. 122-129.

2. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 108 с.
3. Габдрахимов М.С. Исследования колебательных процессов электробурра / Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2018: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 30 марта 2018 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 19-21.
4. Галимуллин М.Л. Комплексно-механизированный цех ремонта и входного контроля насосно-компрессорных труб НКТ в условиях ООО «Таргин Механосервис» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 38-43.
5. Галимуллин М.Л. Клапан широкопроходной всасывающий глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 34-38.
6. Галимуллин М.Л. Новейшие технологические линии (оборудования) для входного контроля насосно-компрессорных труб и их капитального ремонта / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Актуальные вопросы инженерного образования – 2015: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции (Октябрьский, 27 ноября 2015 г.) / отв. ред. К.Т. Тынчеров. – Уфа: Альфа Принт, 2016. – С. 97-103.
7. Галимуллин М.Л. Влияние широкопроходного клапана на подачу глубинного штангового насоса / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М., Зиянгиров А.Р. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2015. – № 4. – С. 22-27.
8. Сулейманов Р.И. Совершенствование наддолотного гидроударника для роторного способа бурения: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сулейманов Рустэм Исакович. – Уфа, 2004. – 23 с.
9. Сулейманов Р.И. Факторы, влияющие на эффективность шламообразования / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 101-104.
10. Давыдов А.Ю. Компонировки колонны штанг с амортизатором крутильных колебаний / Давыдов А.Ю., Сулейманов Р.И., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 324-331.
11. Габдрахимов М.С. Бурение сейсмических скважин вибрационным методом / Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Габдрахимов Ф.С. // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2019. – № 1. – С. 68-71.
12. Саитгалин И.Р. Оптимизированная конструкция забойного механизма подачи бурильного инструмента / Саитгалин И.Р., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Габдрахимов М.С., Хабибуллина Р.Г. // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. (Октябрьский, 26 апреля 2019 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 356-359.
13. Галимуллин М.Л. Увеличение срока службы штанговых насосов в АНК «Башнефть» / Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Хабибуллин М.Я., Зарипова Л.М.,

Хабибуллина Р.Г. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2018. – № 1. – С. 18-23.

14. Давыдов А.Ю. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / Давыдов А.Ю., Габдрахимов М.С., Хабибуллин М.Я., Сулейманов Р.И., Зарипова Л.М. // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.

15. Петров В.А. Привод цепной ПЦ-80 с многоступенчатой передачей / Петров В.А., Петрова Л.В., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Сулейманов Р.И., Хасанов Э.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 270-273.

16. Сулейманов Р.И. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Петров В.А., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З. // Опыт, проблемы и перспективы развития неразрушающих методов контроля и диагностики машин и агрегатов: сборник научных трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию юбилею филиала УГНТУ в г. Октябрьском и 20-летию лаборатории «Вибродиагностика машин и агрегатов нефтяной промышленности» (Октябрьский, 10 февраля 2017 г.) / отв. ред. Р.Н. Сулейманов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 159-164.

17. Сулейманов Р.И. Влияние положения ствола скважины на транспортировку бурового шлама / Сулейманов Р.И., Зайнаглина Л.З., Зарипова Л.М., Галимуллин М.Л. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2016: сборник трудов международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала в 2-х т. (Октябрьский, 25 марта 2016 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 96-100.

18. Зарипова Л.М. Двигатель забойный винтовой 7LZ172 с повышенной надёжностью трансмиссионного вала / Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Петров В.А., Галимуллин М.Л., Сулейманов Р.И., Давыдов А.Ю., Зайнаглина Л.З., Стройкин Г.А. // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. (Октябрьский, 28 апреля 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 229-232.

19. Сулейманов Р.И. Совершенствование системы охлаждения насосного агрегата ЦНС / Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Габдрахимов М.С., Зарипова Л.М., Сидоркин Д.И., Абдюкова Р.Я. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 399-402.

20. Сулейманов Р.И. Частотное регулирование бурового насоса НБТ-600 / Сулейманов Р.И., Габдрахимов М.С., Галимуллин М.Л., Зарипова Л.М., Зайнаглина Л.З., Давыдова О.В. // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. (Октябрьский, 31 марта 2017 г.) / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 388-392.

УДК 622.276

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И АППАРАТОВ ОЧИСТКИ И ПОДГОТОВКИ СТОЧНЫХ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ВОД ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ППД**

***Р.Н.Сулейманов***

(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском, доцент)

**Аннотация.** В работе представлен обзор методов и аппаратов воздействия на реологические свойства сточных нефтепромысловых вод магнитным полем (постоянного или переменного характера).

**Ключевые слова.** Сточные нефтепромысловые воды, магнитное поле, поверхностное натяжение.

## ANALYSIS OF EXISTING CLEANING METHODS AND DEVICES AND PREPARATION OF WASTE OILFIELD WATERS FOR USE IN THE PPD SYSTEM

*R.N.Suleymanov*

(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University, in the City of Oktyabrsky, assistant professor))

**Abstract..** The paper presents an overview of methods and devices for influencing the rheological properties of wastewater from oilfield waters by a magnetic field (permanent or variable in nature).

**Keywords.** Waste oilfield waters, magnetic field, surface tension.

Ранее наиболее распространенным способом очистки и подготовки СНПВ для ППД были сооружения открытого типа (пруды-отстойники, песколовки, нефтеловушки [1-3]). Наряду с некоторыми достоинствами (простота устройства, низкая металлоемкость) эти устройства имели известные недостатки, как-то: низкое качество очистки (остаточное содержание нефтепродуктов до 0.1 - 0.2, ТВЧ - до 0.05 - 0.1 кг /м), трудность сбора всплывшей нефти, потеря легких фракций и загрязнение атмосферы, необходимость больших площадей и т.д.

Вследствие всего этого, сооружения открытого типа ликвидированы или ликвидируются и заменяются блочными аппаратами.

Другой тип очистных сооружений - резервуары- отстойники (более 40 % объектов водоподготовки [4]) типа РВС-1000, 2000, 5000, 10000 с соответствующим объемом отстойной части. Конструктивно внутреннее оборудование может быть различным в зависимости от режима работы (статический или динамический). Имеются различные конструкции, разработанные институтами БашНИПИнефть, ВНИИСПТнефть и СибНИИНП [4-6]. Остаточное содержание нефтепродуктов и ТВЧ составляет в среднем 0.05 - 0.1 и 0.03 - 0.05 кг/м. Для очистки воды под давлением (0.15 - 0.6 МПа) разработаны институтом Гипровостокнефть полые, полочные и комбинированные напорные отстойники, входящие в состав блока установок очистки воды (УОВ). Институтом ВНИИСПТнефть разработан напорный отстойник ОВ-100-06. Остаточное содержание нефтепродуктов и ТВЧ составляет 0.02 - 0.04 кг/м, удельная масса на 1 м полезного объема составляет 170 кг [5]. Разработаны аппараты центробежного осаждения, в которых благодаря тангенциальному вводу жидкости в аппарат осуществляется седиментация частиц в вертикальной (за счет силы тяжести) и горизонтальной (под действием центробежной силы) плоскостях. Это мультигидроциклоны конструкции института ВНИИСПТнефть НУР-3500 и НУР-5000 [1,5-6]. Остаточное содержание нефтепродуктов и ТВЧ составляет 0.05 - 0.08 и 0.015 - 0.03 кг/м.

Разработаны и используются для очистки воды технологии и аппараты, реализующие сорбционный принцип очистки. Сорбентами могут быть сами загрязнители, например, нефть в объемной фазе. На базе РВС институтом ТатНИПИнефть разработаны резервуар-отстойники с гидрофобным жидкостным фильтром [7-8]. Остаточное содержание нефтепродуктов и ТВЧ составляет в среднем 0.05 и 0.04 кг/м. Рекомендуемая удельная нагрузка составляет  $1.67 \cdot 10^3$  м /м<sup>2</sup>·с, но имеются работы, в которых показана возможность увеличения нагрузки до  $8.3 \cdot 10^3$  м /с на единицу межфазной границы раздела.

Сорбентами могут быть пузырьки газа (воздуха или углеводородных попутных нефтяных газов). Институтом Гипровостокнефть разработаны на базе РВС резервуар-флотаторы. Институтом ТатНИИнефтемаш разработана конструкция напорного флотатора, в котором очистка воды производится пузырьками газа, выделяющегося из воды при сбросе давления от 0.5 до 0.05 МПа. Имеются и другие конструкции флотаторов. Удельная нагрузка для флотаторов принимается равной  $1 \dots 2 \cdot 10^3$  м /м<sup>2</sup>·с, давление насыщения воды газом 0.3 - 0.5 МПа, удельный расход газа на единицу объема очищаемой жидкости - 0.027 м /м.



Остаточное содержание нефтепродуктов после флотации 0.01 - 0.05 кг/м, очистка от ТВЧ незначительна. Принципиальным затруднением во флотационной очистке сточных вод является нерегулируемость размера пузырьков в зависимости от размера загрязнений, особенно, в области малых размеров пузырьков (до 0.1 мм). За рубежом (США) эксплуатируются флотаторы с предварительной сорбцией загрязнений на частицах измельченной каменноугольной крошки.

Сорбентами могут быть и специальные наполнители: пенополиуретан, керамзит, кварцевый песок, продукты обжига, волокнистые материалы и др. Последнее может быть использовано и как вспомогательное средство для укрупнения глобул нефти в комплексе с обычным отстоем - в этом случае волокнистый материал не требует регенерации своих свойств (устройство интенсификации очистки воды УИН-2 конструкции ВНИИнефть, необходимость которой препятствует широкому распространению этой группы методов в целом. Такого же рода укрупняющий глобулы нефти эффект используется в так называемых отстойниках с коалесцирующим фильтром ФЖ-2973 (БашНИПИнефть и ОФП-300 ВНИИСПТнефть). Особый тип подготовки СМПВ для заводнения представляет метод диспергирования содержащихся в сточной воде примесей (ВНИИ совместно с ПермНИПИнефть. Недостатками способа надо признать потерю эмульгированной нефти, уже поднятой на дневную поверхность. Кроме того, является нерешенным вопрос разрушения (долговечности работы) ультразвуковых излучателей, создающих кавитационные поля размельчения глобул нефти. Для деаэрации воды разработана блочная автоматизированная установка УДВ-1000 (конструкция ТатНИИнефтемаш, СПКБ Союзнефтеавтоматика.

Следующую группу методов представляют химические методы, заключающиеся в обработке различными реагентами (коагулянты, флокулянты) с последующим отстоем. Эти методы не нашли широкого применения либо из-за образования повышенного объема осадков, либо из-за образования агломератного слоя на границе воды - нефти (аммиачная вода), либо из-за необходимости проведения специальных исследований перед широким применением и создания специального реагентного хозяйства на промыслах (дозаторы и т. д.).

К физико - химическим методам относятся электролиз и электрофлотация, а также экстракция нефтепродуктов из воды растворителями. Эти методы не получили распространения из-за повышенного расхода электроэнергии и нерешенного вопроса с долговечностью электродов, продукты разрушения которых являются коагулянтами), в первом случае, и расхода растворителей (обычно,  $\text{CCl}_4$ ), - полная регенерация которых затруднительна, - во втором. Тем не менее, для тонкой очистки сточных вод их можно рекомендовать.

В последнее время интенсивно разрабатываются так называемые совмещенные способы очистки подготовки воды и нефти (СПНиВ). Здесь имеются 2 направления: очистка воды с получением требуемых для системы ППД кондиций на этапе предварительного обезвоживания нефти в условиях ЦПС, ДНС, или ГУ и очистка воды совмещением процессов обезвоживания и обессоливания в условиях ТХУ. В аппарате АСПНИВ-1-29-06 достигается высокая степень готовности сбрасываемой после обезвоживания нефти пластовой воды; остаточное содержание нефтепродуктов и ТВЧ соответственно от 0.05 до 0.015 кг/м. Тем не менее, технология СПНиВ даже при повсеместном внедрении не полностью решает задачу очистки и подготовки всего объема СМПВ для системы ППД, поскольку содержание воды в нефти после предварительного обезвоживания значительно: от 5 до 10 %. Кроме того, имеются еще и другие сточные воды на промыслах: сточные воды после обессоливания (пластовые воды в смеси с пресными, добавляемые в процессе обессоливания), после глубокого обезвоживания, а также промливневые воды и воды после различных пропарок и промывок технологических емкостей. Однако в целом, надо признать высокую эффективность методов СПНиВ (до 0.177 руб/т).

Принципиально новым направлением представляется разрабатываемый проф. В.П.Троновым с сотрудниками (ТатНИПИнефть) способ интенсификации процессов очистки воды с использованием поверхностных эффектов и явления так называемой автофлотации

За рубежом для очистки воды применяются отстойники АНИ (Американский нефтяной институт) с полками и без них, а также флотаторы с предварительной сорбцией нефтепродуктов на частицах каменного угля, вводимого в воду. Приведенные выше очистные сооружения при разной производительности имеют остаточное содержание в очищенной воде нефти - до 0.06 и ТВЧ - до 0.05 кг/м. При этом регламентируемое содержание примесей на входе: нефти - 0.3...3.0 кг/м, ТВЧ - 0.3...0.5 кг/м. При определенных достоинствах (индустриальность строительства, возможность длительного отстаивания, герметичность и др.) упомянутые выше очистные сооружения имеют свои недостатки, как-то: высокая металлоемкость, капиталоемкость, чувствительность к качеству исходной воды, недостаточная очистка от ТВЧ, необходимость периодических отключений и очистки, недостаточная герметичность (безнапорных сооружений) и т. д..

Таким образом, в целом на промыслах страны имеет место использование недостаточно очищенной воды, имеющей высокую коррозионную активность в связи с растворением в воде атмосферного кислорода (или растворенного в пресной воде, смешиваемой с пластовой), углекислого или сероводородного газов.

#### **Список использованных источников:**

1. Ребиндер П.А. Избранные труды. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия.- М.: Наука, 1978.- 365 с.
2. A S Galeev, R N Suleymanov, O V Filimonov Development of a laser beam to the line in measuring systems.- MEACS2018 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 560 (2019) 012125 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/560/1/012125 1
3. Suleymanov R.N., Tyncherov K.T., Galeev A.S., Filimonov O.V., Selivanova M.V. Criteria for Modelling the Gravity Clarifier.- International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" (ISEES 2019) A.- " (ISEES 2019) Atlantis Highlights in Material Sciences and Technology (AHMST), volume 1
4. Galeev A.S., Arslanov R. N., Suleymanov R. N., Filimonov O.V \Calculation of the torque on the crank shaft of the low-speed balancing drive sucker rod pumps.- IOP Conference Series: MSandE: I C on E, T, S and P of H& (ETSaP 2020) 24-25 August 2020, Tyumen, Russian Federation. - 2020. - Vol. 952. - Ст.012033. - DOI 10.1088/1757-899X/952/1/012033
5. Galeev A.S., Arslanov R.I., Suleymanov R.N., Filimonov O.V \Development of a method for wireless information transmission in wells equipped with sucker rod pump units.- Journal of Physics: C S: I C on I T in B and I (ITBI 2020) 6-8 April 2020, Novosibirsk, Russia. - 2020. - Vol. 1661. - Ст.012003. - DOI 10.1088/1742-6596/1661/1/012003
6. R N Suleymanov, O V Filimonov\ Degree and nature of shaft misalignments in pumping units assessed against vibration criteria.- IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 952 012071
7. Бикбулатова Г.И., Галеев А.С., Р. Н. Сулейманов, Болтнева Ю.А., Ларин П.А., Филимонов О.В. Оптимизация процесса закачки фиксированных объемов жидкости в два направления.- Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330. № 1. 134–144 Бикбулатова Г.И. и др.
8. Галеев А. С., Бикбулатова Г. И., Р. Н. Сулейманов, Филимонов О. В., Сабанов С. Л., Болтнева Ю. А. Станция мониторинга состояния скважинной штанговой насосной установки.- ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. НЕФТЬ И ГАЗ.- Тюмень: Изд-во ТИУ.- 2019, №4.

УДК 622.276

## ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В УЗЛЕ РАЗГРУЗКИ СИСТЕМЫ ППД

*Е.А. Таганова*

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском,  
студент гр. БСН-20-11)*

*М.Л. Галимуллин*

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г.Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация:** В статье кратко описана система поддержания пластового давления. Рассмотрены проблемы, возникающие на узле разгрузки, и аналоги предлагаемого датчика. Предложен датчик, увеличивающий межремонтный период и уменьшающий экономические затраты.

**Ключевые слова:** Центробежный насос, узел разгрузки, БКНС, КНС, межремонтный период, мониторинг давления температуры.

UDC 622.276

## PRESSURE AND TEMPERATURE SENSOR IN THE UNLOADING UNIT OF THE RPM SYSTEM

*E.A. Taganova*

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-20-11)*

*M.L. Gamimullin*

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract:** The article briefly describes the reservoir pressure maintenance system. The problems that arise at the unloading unit and analogues of the proposed sensor are considered. A sensor has been proposed that increases the overhaul period and reduces economic costs.

**Key words:** Centrifugal pump, unloading unit, BKNS, KNS, overhaul period, temperature pressure monitoring.

В качестве насосных станций для закачки воды в нефтяные пласты для поддержания пластового давления применяют кустовые насосные станции КНС, которые изготавливают на базе центробежных насосных агрегатов ЦНС.

Насосы на нефтяных месторождениях обычно располагаются на станциях (первого и второго водоподъема, кустовых и нефтяных), которые представляют собой замкнутое капитальное помещение, в котором расположены насосы и приводящие двигатели, аппаратура мониторинга и управления насосных агрегатов, электрическая низковольтная и высоковольтная аппаратура и бытовые помещения.

В настоящее время на месторождениях широко используются блочные насосные станции, блоки которых изготовлены и оснащены всем необходимым для завода оборудованием. Размеры блоков предусмотрены таким образом, чтобы их можно было перевозить по железной дороге. На установку блочного оборудования уходит в 8-10 раз меньше времени, чем на строительство капитального помещения.

Блочная кустовая насосная станция состоит из следующих блоков: насосного, низковольтного оборудования, контрольного, гребенчатого и бытового. Каждый из блоков имеет фундаментную плиту, на которой смонтировано все оборудование и укрытие. Некоторое оборудование, например, высоковольтное, монтируется без укрытия, если позволяют условия его установки и эксплуатации, а также требования безопасности. БКНС

комплекуются насосами ЦНС-90. Пропускная способность блочных насосных станций с насосами ЦНС-90 достигает 17280 м<sup>3</sup>/сутки.

В настоящее время, когда затраты на эксплуатацию, добычу и обслуживание действующих нефтяных скважин быстро растут, проблема применения и разработки нефтяного оборудования, отвечающего этим требованиям, стоит очень остро. Следовательно, этой цели подчинены все виды деятельности научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро и всех предприятий, так или иначе связанных с деятельностью по добыче нефти и газа.

На текущий момент регистрация давления в узле разгрузки центробежного насоса в системе поддержания пластового давления не осуществляется, а в процесс мониторинга входит лишь контроль данных температуры. Это накладывает определенные трудности при принятии управленческих решений, что не позволяет эффективно использовать имеющиеся ресурсы нефтяным компаниям. Для решения данных проблем предлагается объединить датчик давления и датчик температуры (Рисунок 1). Существуют аналоги разрабатываемого датчика, у которых был выявлен перечень недостатков, которые не позволяют эффективно реализовать производственные процессы. К наиболее существенным стоит отнести отсутствие единого заявляемого датчика для контроля давления и температуры совместно с передачей данных в режиме реального времени. В частности, для узла разгрузки системы поддержания пластового давления в основном распространен датчик температуры, при этом он записывает значения параметра с перерывами, что дает лишь косвенную информацию о состоянии насосного оборудования. Если рассматривать датчики давления в смежных отраслях промышленности, то они, в большинстве случаев, выполнены для решения определенной узкопрофильной задачи. Также их расположение на оборудовании не позволяет проводить визуальный контроль исправности узлов датчика. В обоих перечисленных случаях реализация беспроводного канала связи невозможна в силу различных причин (в том числе продиктованных особенностями отраслей промышленности), что существенно повышает инновационность предлагаемого высокоинтеллектуального датчика. К важным недостаткам имеющихся датчиков стоит отнести низкую ремонтпригодность и высокую стоимость запчастей, что требует дополнительных высоких затрат со стороны нефтяных компаний. К косвенным аналогам стоит отнести глубинные датчики давления и температуры, которые устанавливаются в скважине и подвержены влиянию внешних агрессивных условий. Также беспроводная передача данных в данном случае невозможна в силу высокого уровня помех и низкого уровня сигнала между системой "датчик-панель приборов". Существующие датчики давления и температуры, устанавливаемые, в целом, в нефтяной промышленности не отличаются высокой устойчивостью и скоростью передачи данных, что накладывает определенные трудности для мониторинга изменения показателей. Еще одним несомненным преимуществом разработки высокоинтеллектуального датчика является малая металлоемкость и компактность (его вес примерно в 1,2 раза меньше, чем у аналогов, габариты меньше в 1,5 раза). Разрозненность информации в условиях высокой нагрузки операторов значительно усложнит время реагирования их на внештатную ситуацию.

Симбиоз данных давления и температуры, который будет регистрировать датчик, позволяет точно выявить риск неоптимальной работы насосного оборудования. При этом диапазон измерения давления и температуры будет широк за счет использования современных чувствительных элементов. Также в данное время не существует простого программного обеспечения для контроля и регистрации вышеуказанных параметров. Например, приложение для мониторинга температуры в узле разгрузке центробежного насоса занимает много памяти и имеет низкую производительность.

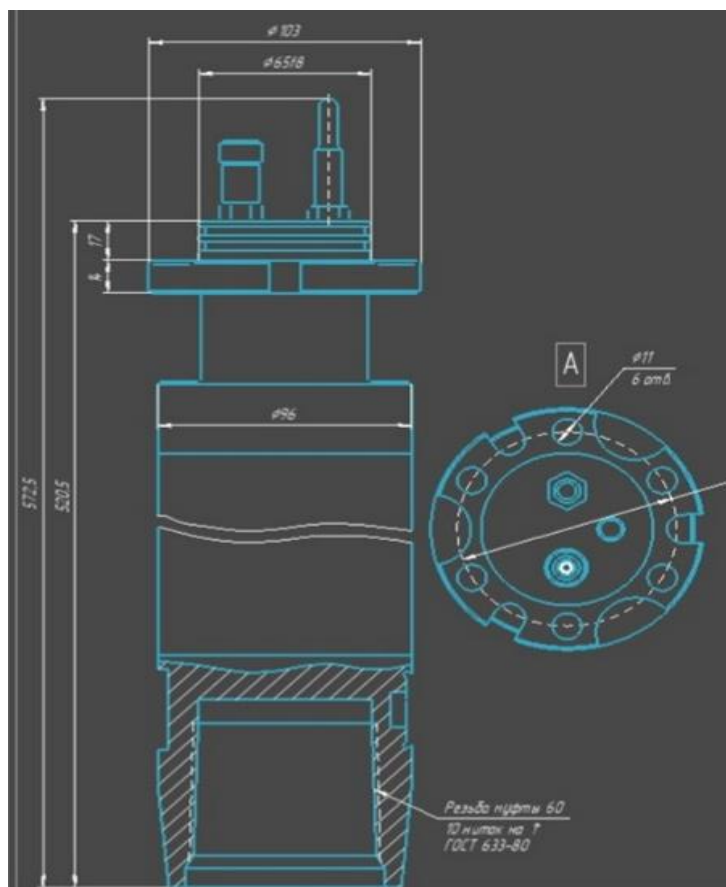


Рисунок 1- Датчик давления и температуры

Предлагаемое решение в виде реализации программного обеспечения с использованием языка программирования Python позволит установить его на практически любой персональный компьютер. Также будет создана гибкая возможность переключения между центробежными насосами за счет написания оптимального алгоритма. Для работы в программном обеспечении не требуется специальных знаний и навыков, что существенно повышает его конкурентоспособность.

Высокоинтеллектуальный датчик регистрации давления и температуры с возможностью передачи данных по беспроводному каналу связи будет спроектирован с учетом устойчивости его к коррозии, агрессивной среде и будет сделан из высокопрочных материалов. Упаковка и маркировка датчика будет соответствовать отраслевым стандартам долговечности и безопасности. За счет простой конструкции датчика его ремонт и техническое обслуживание не будут требовать использования больших человеческих и денежных ресурсов. При возникновении неполадок в работе датчика оператор моментально сможет подать сигнал об этом и остановить производственный процесс, что существенно снижает эксплуатационные риски. За счет того, что будет реализована беспроводная связь, отсутствие силовых проводов снижает риски возгорания или чрезвычайного происшествия. При обслуживании датчика время остановки будет минимально в силу необходимости реализации несложных операций по замене каких-либо элементов. Основное преимущество датчика заключается в том, что вся полученная информация будет собрана и структурирована в едином удобном приложении. На случай выхода из строя элементов модуля электроники предусмотрена защита от воспламенения или перегрева.

Заключение

Конечным научно-техническим результатом проекта станет высокоинтеллектуальный датчик регистрации давления и температуры, который будет подходить для любого насоса, и

специализированное программное обеспечение для интерпретации и анализа полученных данных.

Существенная точность полученных данных с разрабатываемого датчика предопределяет принятие эффективных решений и своевременное оповещение об отклонениях в работе насосного оборудования. Производство комплексного датчика (то есть датчика, выполняющего несколько функций) намного экономичнее и технологичнее, чем установка каждого по отдельности. Так, вес датчика будет составлять 0,35-0,6 кг, межремонтный период будет составлять 22 тыс. часов, а экономическая выгода в расчете на 2 насоса будет составлять 2 млн. рублей.

#### **Список использованной литературы:**

1. Айзенштейн М.Д. Центробежные насосы для нефтяной промышленности. – Москва: Красный печатник, 1987. – 34 с.
2. Бухаленко Е.И. Нефтепромысловое оборудование: справочник / Е.И. Бухаленко, В.В. Вершковой, Ш.Т. Джафаров и др. – Москва: Недра, 1990. – 559 с.
3. Молчанов А.Г. Нефтепромысловые машины и механизмы / А.Г. Молчанов, В.Л. Чигеров – Москва: Недра, 1983. – 308 с.
4. Вагапов С.Ю. Диагностирование технического состояния насосного агрегата: методическое указание / С.Ю. Вагапов, В.У. Ямалиев, К.Р. Уразаков, А.С. Галеев – УГНТУ: Ротапринт, 1997. – 9 с.
5. Карасев Б.В. Насосы и насосные станции: учебное пособие для вузов / Б.В. Карасев – Москва: Высшая школа, 1979. – 232 с.
6. Беззубов А.В. Машинист насосной станции по закачке воды в пласт: учебное пособие / А.В. Беззубов, В.Н. Шаров, В.И. Дубовой – Москва: Недра, 1988. – 175 с.
7. Сулейманов М.М. Охрана труда в нефтяной промышленности / М.М. Сулейманов., Г.С. Газарян., Э.Г. Молвелян., А.Б. Тимошук. - Москва: Недра, 1980.- 243 с.

УДК 622.276

### **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ НАТЯЖЕНИЯ ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ СТАНКА-КАЧАЛКИ**

**К. Р. Уразаков**

*(Уфимский нефтяной технический университет,  
профессор кафедры МОНПП, г.Уфа)*

**О. М. Ибадов**

*(Уфимский нефтяной технический университет,  
студент гр.ММП 22-01, г.Уфа)*

**Аннотация.** Наземный привод оказывает большое влияние на надежность и эффективность работы штанговых насосных установок (УСШН). Огромное количество параметров в большой степени оказывают влияние на работу привода и всей установки для добычи нефти: нагрузка на балансир и редуктор, усилия в кривошипно-шатунном механизме, генерируемый электродвигателем крутящий момент на кривошипном валу редуктора, энергопотребление штанговой установки, натяжение приводных ремней. Изучение влияния условий эксплуатации в осложняющих факторах, оказывающих воздействие на работу привода, является актуальной задачей. В частности, ослабление натяжения, термический режим окружающей среды, появление осадков и износ приводных ремней в процессе работы станка-качалки, недостаточная величина натяжения, растяжение из-за нагрева ремней приводят к росту их проскальзывания, снижению угловой скорости вращения кривошипа, фактического числа качаний и производительности насосной установки.

**Ключевые слова.** Станок-качалка, привод, натяжитель ремней, скважинный штанговый насос.

# METHODS FOR CONTROLLING THE TENSION OF THE DRIVE BELTS OF THE ROCKING MACHINE

**K. R. Urazakov**

*(Ufa Petroleum Technical University, Professor of the Department of MONGP, Ufa)*

**O. M. Ibadov**

*(Ufa Petroleum Technical University, student gr. MMP 22-01, Ufa)*

**Annotation.** The ground drive has a great impact on the reliability and efficiency of rod pumping units (USGS). A huge number of parameters greatly affect the operation of the drive and the entire oil production plant: the load on the balancer and gearbox, the forces in the crank mechanism, the torque generated by the electric motor on the crank shaft of the gearbox, the energy consumption of the rod installation, the tension of the drive belts. The study of the influence of operating conditions in the complicating factors affecting the operation of the drive is an urgent task. In particular, the weakening of tension, the thermal regime of the environment, the appearance of precipitation and wear of the drive belts during operation of the rocking machine, insufficient tension, stretching due to heating of the belts lead to an increase in their slippage, a decrease in the angular velocity of rotation of the crank, the actual number of swings and the performance of the pumping unit.

**Keywords.** Rocking machine, drive, belt tensioner, downhole rod pump.

Установки скважинных штанговых насосов (УСШН) уже успешно зарекомендовали себя при эксплуатации малodeбитных скважин. Большое количество преимуществ в техническом устройстве позволило им получить такую популярность: технически несложный монтаж, возможность адаптации к изменяющимся условиям добычи, удобство при эксплуатации малodeбитных скважин и относительно высокий КПД.

Станки-качалки имеют балансирные приводы с механической трансмиссией – именно они получили наибольшее распространение из всех различных видов приводов УСШН. Клиноременная передача играет важную роль в цепи: асинхронный двигатель – четырехзвенный шарнирный кривошипный механизм. Натяжение ремня (НР) является важной характеристикой для поддержания высокого КПД электродвигателя (ЭД). Слабое натяжение ремня увеличивает проскальзывание и износ ремня электродвигателя. Частой причиной износа подшипников в осях является слишком большое натяжение ремня электродвигателя.

Полная остановка насосной установки позволяет вручную отрегулировать натяжение ремня привода, что крайне негативно сказывается на эффективности работы насосной установки. Для этого измеряется их прогиб с остановкой СК или других косвенных величин, характеризующих величину натяжения.

Натяжение ремней очень важный фактор для обеспечения полной функциональности насосной установки. Чрезмерное натяжение ремней электродвигателя позволяет ремню проскальзывать и, тем самым, разрушать подшипники механизма. Также высокое натяжение значительно сказывается на снижении ресурса ремней. Необходим постоянный контроль над натяжением ремней.

Замер прогиба одной из ветвей ремня на заданной длине под воздействием заданного усилия является наиболее распространенным способом контроля предварительного натяжения. Величина прогиба и усилие обычно задаются в соответствующих руководствах и нормативной документации либо в виде таблиц, либо предлагаются формулы, полученные на основе анализа сил, действующих на ремень, включая силу  $G$ , вызывающую прогиб ремня величиной  $p$  (рисунок 1). В общем случае зависимость между величиной прогиба ремня, приложенной нагрузкой и НР определяется по формуле:

$$F_{np} = G \cdot a_p / (4 \cdot b) - E \cdot A \cdot (b / a_p)^2, \quad (1)$$

где  $E$  – модуль упругости ремня, Н/мм<sup>2</sup>;  $a_p$  – межосевое расстояние, мм;  $A$  – площадь сечения ремня, мм<sup>2</sup>.

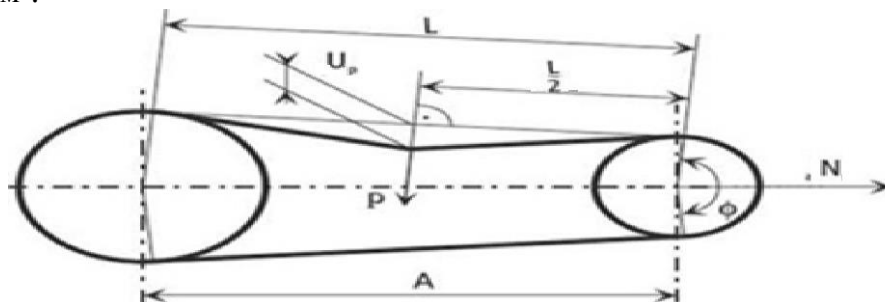


Рисунок 1- Контроль НР путем измерения прогиба тяготной ветви ремня

Величина натяжения может быть определена и по величине деформации ремня. На ремень в свободном состоянии наносятся метки. Одним из наиболее современных является метод контроля натяжения, основанный на измерении частоты свободных колебаний участка ремня. Масса, длина пролета и сила натяжения ремня прямо зависят от частоты собственных колебаний ремня. Это позволяет прибору по известным параметрам ременного привода путем измерения частоты его собственных колебаний рассчитать НР.

Знать заранее модуль упругости ремня возможно только на практике при довольно стабильном модуле в известных партиях ремней, все это способствует соблюдения рассмотренных рекомендаций. Неточность оценки натяжения обычно связана с определенным разбросом в величинах модуля ремней.

Контроль НР может осуществляться путем измерения частоты вращения шкивов. В этом методе НР проверяется путем вычисления скольжения ремня на шкиве. Измеряется частота вращения ведущего и ведомого шкива во время холостого хода и под нагрузкой, а потом вычисляется скольжение согласно формуле:

$$S = (1 - (n_{cj} / n_{bj}) / (n_{co} / n_{bo})) \cdot 100\% \quad (2)$$

где  $S$  - скольжение [%],  $n_{cj}$  - вращения ведущего шкива на холостом ходу [обор/мин],  $n_{bj}$  - вращения ведомого шкива на холостом ходу [обор/мин],

$n_{co}$  - вращения ведущего шкива под нагрузкой [обор/мин],  $n_{bo}$  - вращения ведомого шкива под нагрузкой [обор/мин].

При номинальной нагрузке скольжение не должно превышать 1...2%, дальнейшее увеличение скольжения из-за ослабления НР приводит к значительному снижению их долговечности.

Методы, основанные на использовании связи между величиной НР и его упругими характеристиками (прогибом и деформацией под действием приложенной силы или частоты свободных колебаний под действием внешнего импульса) являются достаточно точными, но требуют остановки двигателя, а также знания точного значения модуля упругости ремней. Измерение вращения шкивов позволяет дистанционно оценить натяжение. Таким образом, комбинирование методов контроля НР позволяет своевременно выявить неполадки в ременной передаче.

#### Список использованных источников:

1. Справочник по добыче нефти / К.Р. Уразаков, С.Е. Здольник, М.М. Нагуманов и др.; под ред. К.Р. Уразакова. – СПб: ООО «Ндра», 2012. – 672с.
2. Насосные установки для малодебитных скважин / К.Р. Уразаков, В.П. Жулаев, Ф.З. Булюкова, В.А. Молчанова В.А. Уфа, 2014. 236 с. Сер. Библиотека нефтяного университета.
3. Уразаков К.Р. Механизированная добыча нефти (Сборник изобретений). – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2010. – 329 с.



4. Бахтизин Р.Н., Уразаков К.Р., Исмагилов С.Ф., Топольников А.С., Давлетшин Ф.Ф. Динамическая модель штанговой насосной установки для скважин с направленным профилем ствола. Журнал «Научные Труды», 2017, №4, с. 74-82.
5. Патент РФ №163866, 16.05.2015. Станок-качалка с автоматическим натяжителем ремней // Уразаков К.Р., Зотов А.Н., Шайжанов Н.С., Ахтямов М.М.

УДК 622.276

## **ВЫСОКОВЯЗКАЯ ТЯЖЕЛАЯ НЕФТЬ – АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННОЙ НЕФТИ**

**Д.И. Фаткуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, студент гр. БСН-22-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**М.Я. Хабибуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском, доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются основные характеристики высоковязкой тяжелой нефти, методы ее добычи и переработки, а также возможные применения данного вида нефти. Мы также обсудим плюсы и минусы использования высоковязкой тяжелой нефти в сравнении с традиционной легкой нефтью и рассмотрим перспективы развития этого сектора. Познакомившись с альтернативными источниками нефти, можно более глубоко понять, как они могут повлиять на будущее энергетики и экономики.

**Ключевые слова:** нефть, высоковязкая нефть, альтернатива, тяжелая нефть, добыча.

UDC 622.276

## **HIGH-VISCOSITY HEAVY OIL AS AN ALTERNATIVE TO TRADITIONAL OIL**

**D.I. Fatkullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, student BSN-22-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**M.Ya. Khabibullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University in the City of Oktyabrsky, assistant professor)*

**Abstract.** This article discusses the main characteristics of high-viscosity heavy oil, methods of its extraction and processing, as well as possible applications of this type of oil. We will also discuss the pros and cons of using high-viscosity heavy oil in comparison with traditional light oil and consider the prospects for the development of this sector. By getting to know alternative

sources of oil, you can understand more deeply how they can affect the future of energy and the economy.

**Keywords:** oil, high viscosity oil, alternative, heavy oil, production.

В последние десятилетия мировая энергетическая отрасль сталкивается с проблемой ограниченности запасов традиционной легкой нефти. Рост спроса на энергоносители и увеличение числа автомобилей, оснащенных двигателями внутреннего сгорания, создали необходимость поиска альтернативных источников нефти. Одним из таких источников является высоковязкая тяжелая нефть [1-4].

Высоковязкая тяжелая нефть – это вид нефти с повышенными плотностью и вязкостью. В отличие от традиционной легкой нефти, которая легко поддается перекачке через трубопроводы, высоковязкая тяжелая нефть требует специальных условий для ее добычи, перевозки и переработки. Тем не менее, разработка этого ресурса может значительно расширить возможности мировой нефтегазовой промышленности.

Введение: Определение и особенности высоковязкой тяжелой нефти.

Высоковязкая тяжелая нефть представляет собой разновидность нефти, которая отличается от традиционной нефти своим высоким содержанием смол и асфальтенов. Она имеет густую консистенцию и высокую вязкость, что затрудняет ее добычу и переработку. Высоковязкая тяжелая нефть обычно содержит больше тяжелых углеводородов и имеет более высокую плотность, чем традиционная нефть [5-9].

Важной особенностью высоковязкой тяжелой нефти является ее большая вязкость, которая обусловлена высоким содержанием асфальтенов. Асфальтеновые соединения являются сложными структурами, которые образуются из битуминозных веществ и имеют высокую молекулярную массу. Это приводит к тому, что высоковязкая тяжелая нефть труднодвжима и требует специальных технологий для ее добычи и транспортировки.

Однако, несмотря на сложности с добычей и переработкой, высоковязкая тяжелая нефть обладает определенными преимуществами. Она является альтернативой традиционной нефти, которая становится все более ограниченным ресурсом.

Проблемы добычи и транспортировки высоковязкой тяжелой нефти.

Добыча и транспортировка высоковязкой тяжелой нефти представляют собой значительные проблемы для нефтедобывающих компаний. Одна из основных проблем состоит в том, что высоковязкая нефть имеет высокую вязкость, что затрудняет ее прокачку из скважины. Для преодоления этой проблемы часто применяются различные способы, такие как применение тепловых методов или введение химических реагентов для снижения вязкости [10-16].

Еще одной проблемой является транспортировка высоковязкой тяжелой нефти. Из-за ее высокой вязкости нефть может засорять трубопроводы и создавать проблемы во время транспортировки. Вместе с тем, высоковязкая нефть обладает высокой плотностью и, следовательно, требует специальных условий транспортировки, таких как использование теплоносителей.

Эти проблемы добычи и транспортировки высоковязкой тяжелой нефти требуют значительных инвестиций и специальных технологий, которые могут повысить эффективность процессов. В то же время, разработка альтернативных методов добычи и транспортировки может стать решением для проблем, связанных с высоковязкой тяжелой нефтью [17-20].

Технологии и методы обработки высоковязкой тяжелой нефти.

Для обработки высоковязкой тяжелой нефти применяются различные технологии и методы, которые позволяют сделать этот тип нефти доступным для добычи и использования. Одним из таких методов является паровая технология.

Паровая технология основана на нагреве нефти паром, что позволяет снизить ее вязкость и облегчить процесс добычи и транспортировки. Для этого нефть помещается в специальные котлы или реакторы, где ее нагревают до определенной температуры. Пар,

производимый при нагреве, воздействует на нефть, разрывая межмолекулярные связи и уменьшая вязкость.

Еще одним методом обработки высоковязкой тяжелой нефти является добавление различных реагентов. Реагенты могут быть добавлены непосредственно в скважины или на стадии переработки. Они воздействуют на нефть, изменяя ее химические и физические свойства, что способствует снижению вязкости и улучшению ее потокопроводящих свойств.

Также для обработки высоковязкой тяжелой нефти применяются специальные технологии извлечения, такие как реологический сепаратор и центрифуга [21-24]

Перспективы использования высоковязкой тяжелой нефти в современной промышленности.

Высоковязкая тяжелая нефть - это нефтепродукт, содержащий большое количество смол и асфальтенов, которые делают его трудным для добычи и переработки. Однако, несмотря на эти сложности, высоковязкая тяжелая нефть имеет потенциал стать альтернативой традиционной нефти.

Одной из главных перспектив использования высоковязкой тяжелой нефти является ее большой запас. Многие месторождения в мире содержат значительные запасы высоковязкой тяжелой нефти, что может сделать ее более доступной и дешевой альтернативой традиционной нефти. Это может привести к уменьшению зависимости от нефтепродуктов и стимулированию развития более устойчивых и экологически чистых источников энергии [25-28].

Кроме того, технологические прорывы и инновации в области добычи и переработки высоковязкой тяжелой нефти также способствуют ее использованию. Новые методы и технологии позволяют улучшить эффективность добычи и снизить затраты на переработку. В результате, высоковязкая тяжелая нефть становится более привлекательным ресурсом для современной промышленности.

Высоковязкая тяжелая нефть представляет собой необычную форму нефти, которая имеет высокую вязкость и плотность. Она является альтернативой традиционной нефти, так как может быть использована для производства различных нефтепродуктов.

Одной из главных возможностей высоковязкой тяжелой нефти является ее наличие в больших количествах на мировых резервах. Это означает, что она может стать важным источником энергии, особенно в странах, которые не имеют доступа к традиционным нефтяным месторождениям.

Кроме того, высоковязкая тяжелая нефть обладает некоторыми преимуществами с точки зрения экологии. Ее добыча и использование не требуют такого большого количества оборудования и энергии, как в случае с традиционной нефтью. Это может способствовать снижению выбросов парниковых газов и риска нефтяных аварий.

Однако, у высоковязкой тяжелой нефти есть и ограничения, такие как сложности с её добычей и транспортировкой.

#### **Список использованных источников:**

1. Исследование работы электроцентробежного насоса в «правой» зоне / И. Г. Фаттахов, Р. Р. Кадыров, А. М. Зиятдинов, А. Ю. Давыдов, В. О. Червяков // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-2. – С. 75.
2. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
3. Бурение скважин на азрированной нефти с применением отечественных забойных телеметрических систем / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 6. – С. 69-73.

4. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
5. Опытнo-промышленные исследования тиксотропной деструкции парафинистой нефти в промышленном трубопроводе / М. Д. Валеев, А. К. Зарипов, А. Ю. Давыдов, Л. М. Зарипова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – № 6. – С. 32-35.
6. Ахиярова Л. У. Устройство для измерения параметров добываемой жидкости с усовершенствованным приводом датчиков / Л. У. Ахиярова, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 8-11.
7. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
8. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
9. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
10. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
11. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
12. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
13. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
14. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
15. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
16. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г.

- Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
17. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
18. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
19. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
20. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
21. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
22. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
23. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
24. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
25. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
26. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермьяковском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
27. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.

28. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.

УДК 622.276.

### **СПОСОБЫ ЗАПУСКА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

**О. В. Филимонов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**А. М. Гильманова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**И. Ф. Галиуллина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
ассистент)*

**Р. И. Рафиков,**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-20-12)*

**А. А. Смагин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГР-20-12)*

**Аннотация.** Методы запуска двигателя постоянного тока. Хорошие тяговые характеристики электрических машин постоянного тока сделали их неотъемлемой частью большинства промышленных и бытовых устройств механизации. Но в то же время существует и серьезная проблема с большими пусковыми токами по сравнению с асинхронными двигателями, работающими от переменного напряжения. По этой причине многие профессионалы подробно изучают, как запустить двигатель постоянного тока, прежде чем включать устройство.

**Ключевые слова:** электродвигатель, ток, постоянный, переменный ток, запуск, устройство, механизация, мощность, асинхронный двигатель, сопротивление, напряжение, агрегат, электросеть, обмотка, ДПТ, катушка.

UDC 622.276.

### **METHODS OF STARTING A DC POWER SUPPLY MOTOR**

**O. V. Filimonov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**A. M. Gilmanova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**I. F. Galiullina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant)*

**R. I. Rafikov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
students gr. BGR-20-12)*

**Abstract.** Good traction characteristics of DC electric machines have made them an integral element of most industrial and household mechanization devices. But at the same time, there is also a significant problem of significant inrush currents, in comparison with asynchronous electric motors operating at alternating voltage. That is why many specialists study in detail how to start a DC motor before turning on the unit.

**Keywords:** electric motor, current, direct, alternating current, start-up, device, mechanization, power, asynchronous motor, resistance, voltage, unit, power grid, winding, DPT, coil.

**Введение.** Электродвигатель постоянного тока (далее также – ДПТ, двигатель) – электрическая машина постоянного тока, преобразующая электрическую энергию постоянного тока в механическую энергию [1].

Способы запуска ДПТ могут подразделяться на:

- 1) прямой пуск;
- 2) реостатный пуск;
- 3) пуск путем изменения питающего напряжения и т.д.

При выборе режима запуска для двигателей постоянного тока необходимо учитывать мощность устройства [2-4].

Существует четыре типа нагрузок электродвигателей постоянного тока:

- 1) переменная мощность и постоянный крутящий момент;
- 2) переменный крутящий момент и постоянная мощность;
- 3) переменные мощность и крутящий момент;
- 4) управление положением ротора или регулирование крутящего момента.

Для прямого пуска подходят только двигатели малой мощности, потребляющие до 1 кВт сетевой энергии. При прямом пуске полное напряжение сразу подается на рабочую обмотку. Это приводит к пиковому пусковому току, так как отсутствует естественная компенсация за счет измерителя ЭДС [5-6].

С физической точки зрения ситуация в обмотках ротора следующая: в момент подачи напряжения ток в обмотках  $I$ ,  $A$ , равен нулю, поэтому его значение определяется по формуле:

$$I = \frac{U}{R_{\text{обм}}},$$

где  $U$ , В – номинальное напряжение, приложенное к выводам,  
 $R_{\text{обм}}$ , Ом – сопротивление катушки.

В этот момент ток нагрузки двигателя постоянного тока максимален и может отличаться в 1,5-2,5 раза от номинального значения. Затем ток протекает через измеритель ЭДС, который компенсирует пусковую нагрузку до установления номинальной мощности, после чего ток протекает следующим образом:

$$I = \frac{U - E_{\text{прот}}}{R_{\text{обм}}}.$$

Для мощных устройств сопротивление обмотки якоря может составлять от 1 до 0,5 Ом, поэтому пусковой ток двигателя может достигать от 200 до 500 А, или в 10-50 раз больше номинального тока. Это, в свою очередь, может привести к чрезмерному нагреву и деформации проводников, разрушению контактных колец или контактных щеток. По этой

причине двигатели постоянного тока средней и высокой мощности должны запускаться с помощью реостата или с помощью заранее поданным пониженным напряжением, так как прямой запуск для них крайне опасен.

Пуск с помощью пускового реостата

В этом случае в цепь вводится переменный резистор, который первоначально снижает токовую нагрузку до тех пор, пока вращение ротора не достигнет заданной скорости. Когда ток в реостате стабилизируется на стандартном значении, сопротивление уменьшается от максимального значения до минимального [7-9].

Пусковой ток в этом случае можно рассчитать по формуле:

$$I = \frac{U}{R_{обм} + R_{реостата}}.$$

В лаборатории вы можете уменьшить нагрузку вручную, перемещая ползунок реостата. Однако этот метод не нашел широкого применения в промышленности, поскольку процесс не соответствует текущим значениям. Таким образом, применяется управление по току, электродвижущей силе или времени. В первом случае измеряются значения в обмотках возбуждения, во втором случае применяется задержка для каждого шага.

Для запуска электродвигателей используются три метода:

- 1) с последовательным возбуждением;
- 2) с параллельным возбуждением;
- 3) с независимым возбуждением.

Запуск ДПТ с последовательным возбуждением

На рисунке 1 показана электрическая схема двигателя с последовательным возбуждением. Его особенностью является то, что катушка возбуждения и сам двигатель соединены последовательно, переменное сопротивление  $R_{якоря}$  также включается последовательно [10].

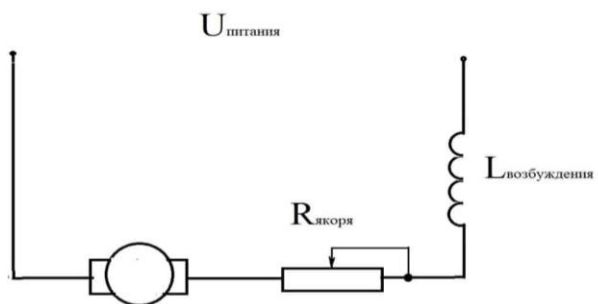


Рисунок 1 – Схема запуска ДПТ с последовательным возбуждением

По цепи обеих катушек протекает одинаковый ток, эта схема обладает хорошими пусковыми характеристиками, поэтому она широко используется в электромобилях. Такой электродвигатель не может легко вращаться на валу, а частота регулируется в зависимости от нагрузки [10-12].

Запуск ДПТ с параллельным возбуждением

На рисунке 2 показана электрическая схема двигателя с параллельным возбуждением [10]. При этом двигатель запускается путем вращения обмоток возбуждения и якоря на напряжении питания, причем они параллельны друг другу. Это означает, что каждая из обмоток двигателя постоянного тока имеет одинаковую разность потенциалов. Этот способ запуска обеспечивает сложную операцию, которая используется в машинах. Токковая нагрузка во вспомогательной катушке во время пуска имеет относительно меньший ток, чем в обмотках статора или ротора. Для управления пусковыми характеристиками в обе цепи включаются переменные резисторы.



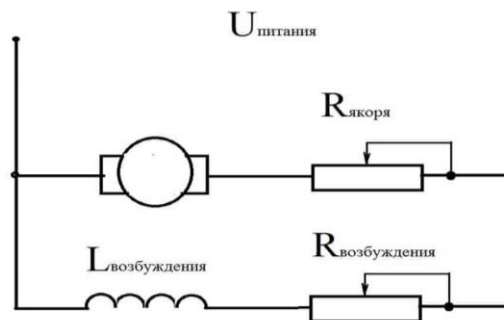


Рисунок 2 – Схема запуска ДПТ с параллельным возбуждением

Положения реостата снижают нагрузку на двигатель в начальной фазе вращения вала, а затем возвращаются в нулевое положение. При длительных запусках питание включается автоматически и используется комбинация нескольких ступеней пусковых реостатов или отдельных резисторов, пример такой схемы включения показан на следующем рисунке 3.

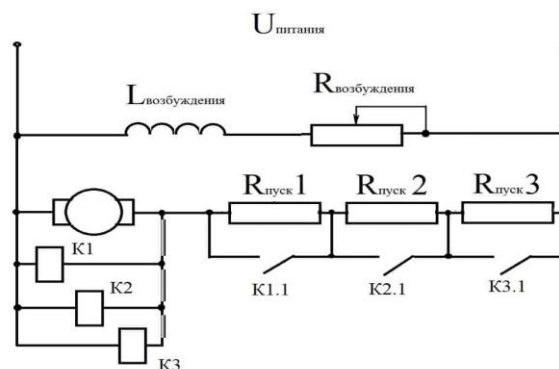


Рисунок 3 – Схема ступенчатого запуска двигателя с параллельным возбуждением

Когда напряжение питания подается на двигатель, ток, протекающий через рабочие обмотки и обмотку возбуждения через блок резисторов  $R_{\text{пуск1}}$ ,  $R_{\text{пуск2}}$ ,  $R_{\text{пуск3}}$ , ограничивает нагрузку до минимального значения.

После достижения порогового значения минимального тока реле  $K1$ ,  $K2$ ,  $K3$  соединяются последовательно. Замыкание контактов реле  $K1.1$  вызывает перекрытие первого резистора, что приводит к резкому увеличению мощности в цепи двигателя. Но если они падают ниже установленного предела, контакты  $K2.2$  замыкаются, и процесс повторяется до тех пор, пока электрическая машина не достигнет номинальной скорости. Двигатель постоянного тока можно затормозить в обратном направлении с помощью тех же резисторов.

#### **Пуск ДПТ с независимым возбуждением**

На рисунке 4 показана электрическая схема независимого включения двигателя [10].

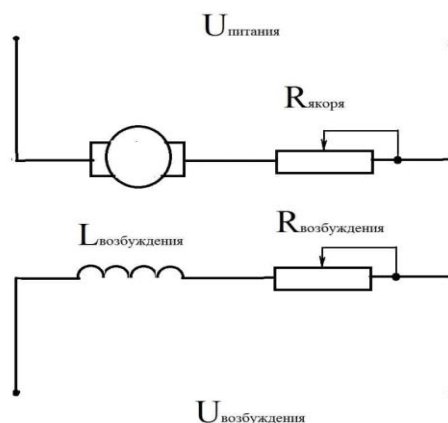


Рисунок 4 – Схема запуска ДПТ с независимым возбуждением

Здесь двигатель подключен к независимой цепи возбуждения, питаемой от отдельного источника. а катушка возбуждения  $L$  и резистор в ее цепи возбуждения питаются от независимого устройства, отделенного по току от обмоток двигателя. При таком способе запуска машину постоянного тока нельзя запускать без нагрузки или с минимальным усилием на валу, так как это приведет к увеличению скорости и последующему выходу из строя. Запуск электродвигателя необходимо начать с изменения напряжения питания.

#### Вывод

В двигателях большой мощности сопротивление обмоток якоря может составлять от 1 до 0,5 Ом, так что пусковой ток двигателя может достигать от 200 до 500 А, то есть в 10-50 раз превышать допустимые значения. Это, в свою очередь, может привести к чрезмерному выделению тепла, деформации проводников, разрушению контактных колец или контактных щеток. Поэтому двигатели постоянного тока средней и высокой мощности должны запускаться с помощью реостатного пуска или заведомо низкого напряжения, прямой запуск для них чрезвычайно опасен [13-14].

#### Список использованных источников:

1. Энергия. Статья «Пуск в ход электродвигателей постоянного тока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://synergetic59.ru/voprosy-praktiki/kak-osushchestvlyaetsya-pusk-dvigatelya-postoyannogo-toka.html>
2. Mukhamadeev E. Z. Optimization of hydraulic parameter control circuit of a pipeline using a variable-frequency drive / E. Z. Mukhamadeev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 194. – № 6. – Номер статьи 062022. – Pp. 1-5. – DOI: 10.1088/1755-1315/194/6/062022.
3. Алчинов Н. С. Использование частотно-регулируемых электроприводов в производстве малоактивного технического углерода / Н. С. Алчинов, Э. З. Мухамадеев // Методы и технологии добычи трудноизвлекаемых запасов природных углеводородов: материалы Международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 144-148.
4. Гильманова А. М. История развития станков с ЧПУ. Частное применение / А. М. Гильманова, Д. Р. Хасанов // Материалы 46-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 2. – С. 220-225.
5. Способы запуска электродвигателя постоянного тока [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.asutpp.ru/metody-zapuska-elektrodvigatelya-postoyannogo-toka.html>
6. Davydov A Y, Yakhina I A 2019 Bit measuring systems IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of

Mining Machinery and Electrical Engineering. 2019, IPDME 2019) 378(1) 012078 DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.

7. Схемы подключения электродвигателя постоянного тока [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://eltora.ru/fakty-i-opyt/pusk-dvigatelya-postoyannogo-toka-s-parallelnym-vozvuzhdeniem.html>

8. Mukhamadeev E. Z. Reduced energy consumption when feeding raw materials to the reactor for the production of carbon black / E. Z. Mukhamadeev // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1582. – № 1. – Номер статьи 012064. – Pp. 1-4. – DOI: 10.1088/1742-6596/1582/1/012064.

9. Garifullina G. I. / Causes of corrosion cracking of pipe metal and methods for their protection / G. I. Garifullina // VI International Conference on Actual Problems of the Energy Complex and Environmental Protection (APEC-VI-2023). Les Ulis, 2023. С. 01028.

10. Все о двигателе. Статья «Схема пуска двигателя на сопротивлении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avtika.ru/shema-puska-dvigatelya-na-soprotivlenii/>

11. Мухамадеев Э. З. Использование частотно-регулируемого электропривода при замене насосного агрегата на насосную станцию / Э. З. Мухамадеев, Х. Н. Ягафарова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 12. – С. 86-89.

12. К вопросу о совершенствовании электроцентробежных насосов применяемых в нефтехимической промышленности / Ф. У. Кобиров, Е. Л. Гусейнова // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием (Октябрьский, 23 апреля 2021 г.) / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 1019-1023. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46697046&selid=47204020> (дата обращения: 24.03.2024).

13. Галиуллина И. Ф. К вопросу о формировании систем регулирования газожидкостного потока на поздней стадии разработки / И. Ф. Галиуллина, Д. Ш. Носиров, А. Б. Юсиф // Материалы 47-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2020. – С. 85-88. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44100931> (дата обращения: 28.03.2024).

14. Галиуллина И. Ф. Процесс добычи высоковязкой нефти посредством скважинного электродного нагревателя / И. Ф. Галиуллина, А. М. Гильманова // Материалы 48-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 983-989. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46697046&selid=47204020> (дата обращения: 06.03.2024).

УДК 622.276

## **ЗАЩИТА ТРУБ ОТ КОРРОЗИИ В ТРУБОПРОВОДАХ**

**А. А. Хакимов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ-20-11)*

**К. А. Гаврилюк**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БГБ-20-11)*

**Р. И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Л. З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Классификация коррозии представляет собой важный аспект в понимании механизмов и методов борьбы с этим процессом при эксплуатации

трубопроводов. В статье приведены различные виды коррозии, включая химическую, электрохимическую, а также механическую коррозию. Каждый из этих видов характеризуется своими особенностями и механизмами развития, что позволяет разработать оптимальные методы защиты. Одним из эффективных способов борьбы с коррозией является использование ингибиторов. В статье наглядно показано, как ингибиторы могут быть применены для защиты трубопроводов от различных видов коррозии. Ингибиторы образуют защитную пленку на поверхности металла, что предотвращает его контакт с агрессивными средами и замедляет процесс коррозии. Этот метод защиты может быть применен как на этапе производства трубопроводов, так и в процессе их эксплуатации, что делает его универсальным и эффективным в борьбе с коррозией.

**Ключевые слова:** коррозия, трубопровод, метод, защита.

UDC 622.276

## PROTECTION OF PIPES FROM CORROSION IN PIPELINES

**A.A. Khakimov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BGB-20-11)*

**K.A. Gavriluk**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BGB-20-11)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**L.Z. Zaynagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** The classification of corrosion is an important aspect in understanding the mechanisms and methods of combating this process during pipeline operation. The article describes various types of corrosion, including chemical, electrochemical, and mechanical corrosion. Each of these species is characterized by its own characteristics and development mechanisms, which makes it possible to develop optimal methods of protection. One of the effective ways to combat corrosion is the use of inhibitors. The article clearly shows how inhibitors can be used to protect pipelines from various types of corrosion. Inhibitors form a protective film on the surface of the metal, which prevents its contact with aggressive environments and slows down the corrosion process. This method of protection can be applied both at the production stage of pipelines and during their operation, which makes it universal and effective in the fight against corrosion.

**Keywords:** corrosion, pipeline, method, protection.

В наше время трубопроводы являются неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, обеспечивая транспортировку различных средств и создавая комфортные условия для общества. Они присутствуют повсюду - от небольших деревень до мегаполисов. Однако, несмотря на их важность, трубопроводы подвержены коррозии, что приводит к преждевременному износу и необходимости ремонта.

Коррозия, будучи процессом самопроизвольного разрушения металлов под воздействием окружающей среды, является неотъемлемой проблемой для трубопроводов. Этот процесс вызывает экономические потери, увеличивая время между ремонтами и обслуживанием, а также расходы на транспортировку и рабочую силу [1-4].

Основные причины коррозии связаны с термодинамической неустойчивостью материалов в контакте с химически активными веществами окружающей среды. Жидкости, перекачиваемые по трубопроводам, содержат различные химически активные компоненты, способствующие коррозии металла внутри труб. Кроме того, в потоке могут присутствовать абразивные твердые частицы, которые также способствуют износу поверхности трубопровода.

Для борьбы с коррозией разрабатываются различные методы и технологии, включая применение защитных покрытий, использование ингибиторов коррозии, регулярную проверку и обслуживание трубопроводов. Однако, несмотря на это, коррозия остается значительной проблемой для эксплуатации трубопроводов и требует постоянного внимания и усилий для ее предотвращения и уменьшения воздействия на инфраструктуру и окружающую среду [5-8].

Коррозия отрицательно влияет на многие сферы:

- 1.) Коррозия приводит к разрушению трубопроводов, механизмов
- 2.) Ухудшает качество перекачиваемого продукта
- 3.) Коррозия и отложения солей и парафинов увеличивают гидродинамическое сопротивление в трубах, что в свою очередь приводит к упадку эффективности перекачки жидкости.

На сегодняшний день на территории России используются 350 тыс. км промышленных трубопроводов. Каждый год на нефтепромысловых трубопроводах происходит порядка 50-70 тысяч аварий, из которых 90% происходят именно из-за коррозии и последующих повреждений.

Доля аварий систем сбора нефти составляет 50-55%; 42% трубопровода не может прослужить более 5 лет, а 17% - служат около двух лет. На ежегодную замену нефтепромысловых сетей расходуется 7-8 тыс. км труб или 400-500 тыс. тонн стали. А это огромные экономические затраты [9-14].

Главной причиной появления коррозии металлов трубопроводов и резервуаров является термодинамическая нестабильность металлов. Вот почему большинство металлов в земной коре находятся в связанном состоянии в виде кислот, солей и других соединений. Коррозия, в зависимости от механизма реакций, протекающих на поверхности металла, делится на химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия возникает тогда, когда металл взаимодействует с химическими соединениями (щелочами, кислотами и т.д.), вещества вступают в реакцию, в результате чего образуются продукты реакции, такие как ржавчина, которая быстро начинает поэтапно разъедать материал трубопровода. При этом с его помощью материал разрушается равномерно, а образование сквозных отверстий довольно редкий случай, что делает этот вид коррозионного процесса наименее опасным для магистральной.

Электрохимическая коррозия одна из самых агрессивных, ведь она имеет высокую скорость распространения и разъедает очень толстые металлические поверхности и детали. Возникает, когда продукт находится в электролите, где образуются аноды и катоды, между которыми образуется электрический ток. Коррозийные процессы можно выделить по виду распространения:

1. Неравномерную;
2. Равномерную;
3. Язвенную;
4. Местную пятнами;
5. Избирательную;
6. Точечную;
7. Межкристаллическую;
8. Растрескивающуюся;
9. Подповерхностную.

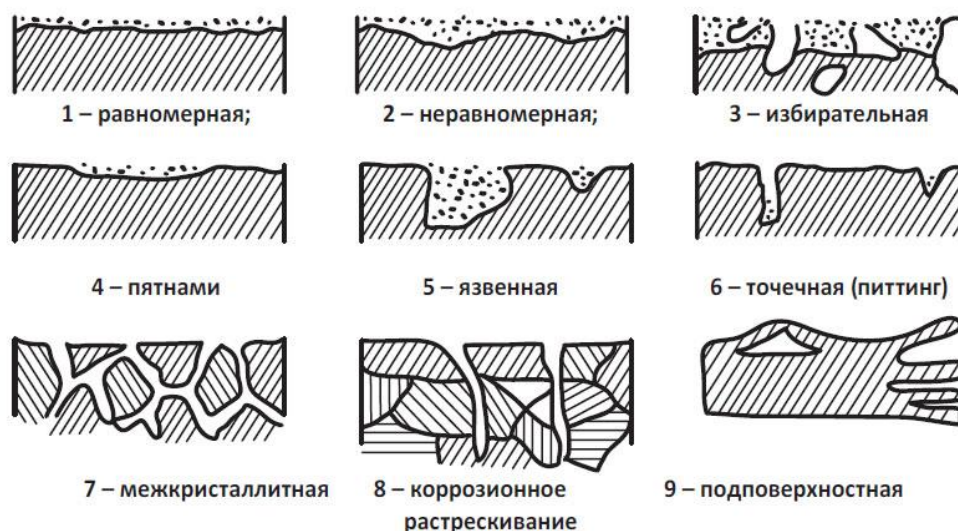


Рисунок 1 – Виды коррозии металлов

Сейчас существует огромное количество методов защиты водопроводных трубопроводов от коррозии. Они основываются на том факте, что материал, из которого сделаны трубы, вступает в реакцию с имеющимися химическими веществами. В результате чего появляется тонкая пленка, которая обладает защитными свойствами. Защита трубопроводов от коррозии может быть двух видов: активной и пассивной. Активные методы защиты труб от коррозии используют электрические методы, катодную, анодную и протекторную способы защиты [15-19]. При пассивной защите на внешнюю поверхность трубопроводов наносят пленки и изоляция, при активной защите искореняются причины коррозии:

#### 1) Электрохимическая защита труб от коррозии

Трубопроводы обрабатываются данным методом уже длительное время. Для данной цели используют химические растворы электролитов. Благодаря данному методу на поверхности труб появляется плотная, эффективная защитная пленка хорошей прочности. Она не дает агрессивной среде попадать во внутренние слои трубопровода. Защитный эффект остается длительное время.

#### 2) Катодная защита труб от коррозии

Данный процесс заключается в свойствах электрического тока. Он подается в постоянном режиме, чтобы защитная пленка металла не разрушалась.

## КАТОДНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ

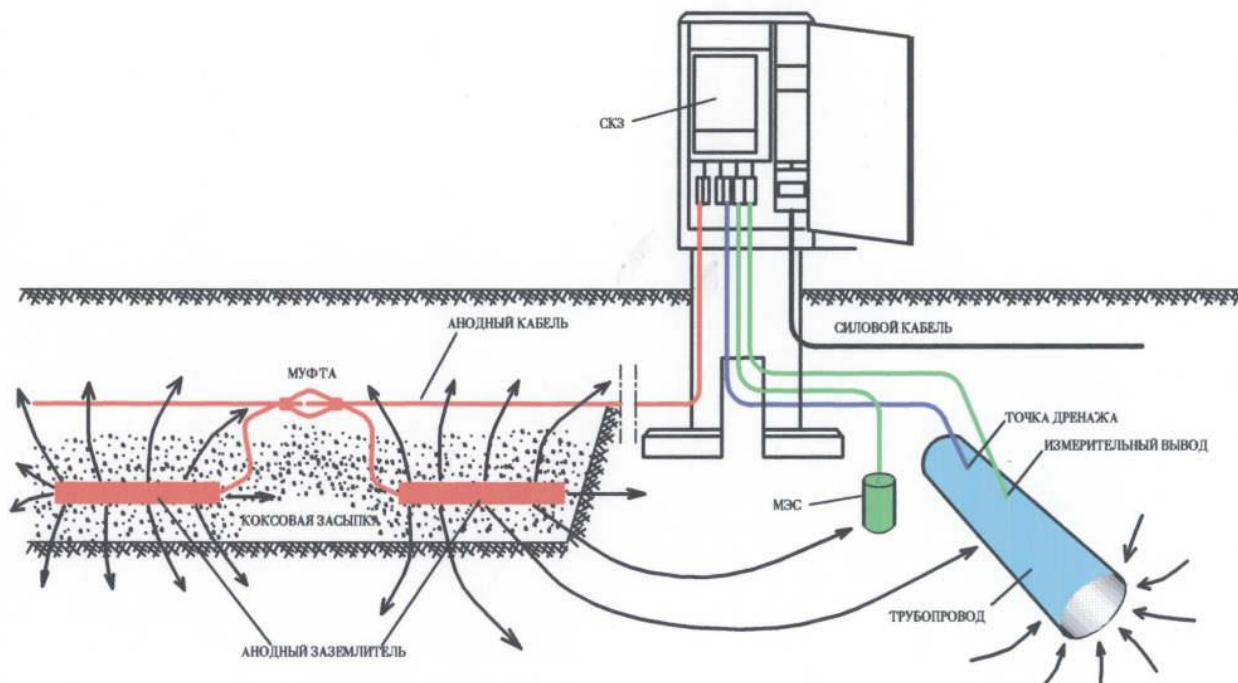


Рисунок 2 - Катодная защита

### 3) Протекторная защита от коррозии трубопроводов

Данный способ защиты остается самым распространенным. Это самый популярный и экономически выгодный вариант. Так как для его эксплуатации нет необходимости использовать электрический ток. Данный способ заключается в нанесении на поверхность любых трубопроводов, сделанных из металлов, сплавов других элементов, образующих на их слоях прочную защитную пленку [20-24]. Благодаря этому методу останавливаются все окислительные процессы. Для данной цели можно применять сплавы многих металлов: магния, цинка и др. В некоторых ситуациях используют алюминиевый сплав. Данный метод можно использовать для защиты труб, находящихся под землей.



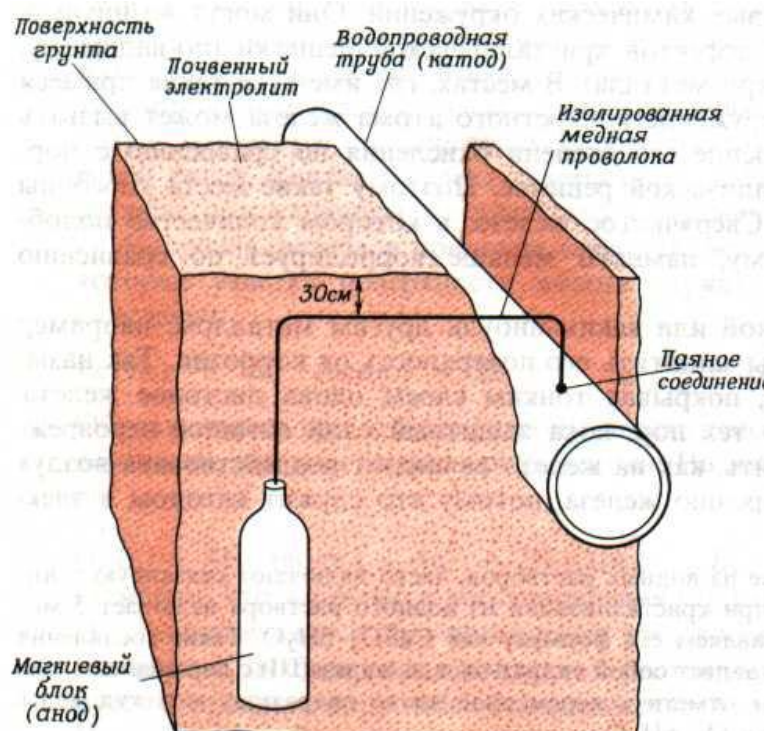


Рисунок 3 - Протекторная защита

#### 4) Анодная защита от коррозии труб

Данный защитный метод основан на методе анодирования. Его редко используют так как он экономически невыгодный. Он всегда требует использование электрического тока, что влечет за собой рост финансовых и энергетических трат.

Расчет показателей экономической эффективности использования ингибитора коррозии на примере сточных труб Архангельского месторождения. (данные ЦНИИ «Удмуртнефти»).

Затраты, которые применяют на Архангельском отрезке сточных трубопроводов, включают:

1. Затраты на техническое обслуживание;
2. Стоимость капитального ремонта трубопроводов;
3. Отчисления на ремонт;

Максимально возможный срок безопасной эксплуатации стальных труб без использования ингибитора коррозии составляет 5 лет, что по нашим меркам считается очень малым периодом. (данные ЦНИИ "Удмуртнефть").

Как показала практика, при работе с ингибитором коррозии, на Архангельском месторождении максимальный срок безаварийного использования стальных труб на трубопроводах сточных вод составляет 12 лет, после чего аварийность трубопроводов резко повышается. Поэтому использование ингибитора гарантирует надежность и безопасность трубопроводов в течении длительного времени [25-28].

Расчет показателей экономической эффективности использования ингибитора коррозии в трубопроводе сточных вод Архангельского месторождения представлен в таблице.



| №<br>п/п | Исходные данные                                               | Ед.<br>изм | Базовый<br>вариант | Ингибитор<br>коррозии |
|----------|---------------------------------------------------------------|------------|--------------------|-----------------------|
| 1        | Протяженность водоводов                                       | км         | 16                 | 16                    |
| 2        | Стоимость кап. ремонта 1 км трубопроводов                     | руб.       | 959 100            | 959 100               |
| 3        | Стоимость кап. ремонта всей системы водоводов                 | руб.       | 15 345 600         | 15 345 600            |
| 4        | Средний срок службы водоводов                                 | лет        | 5                  | 12                    |
| 5        | Ежегодные отчисления на реновацию                             | руб.       | 3 069 120          | 1 278 800             |
| 6        | Стоимость одной БР-2,5 (включая монтаж)                       | руб.       |                    | 550 000               |
| 7        | Ежегодные расходы на содержание БР-2,5 (включая стоимость ИК) | руб.       |                    | 280 026               |
| 8        | Стоимость 1 маш. часа на заправку ИК                          | руб.       |                    | 400                   |
| 9        | Необходимое количество заправок                               |            |                    | 12                    |
| 10       | Транспортные расходы                                          | руб.       |                    | 38 400                |
| 11       | Годовая сумма амортизации емкостей                            | руб.       |                    | 10 000                |
| 12       | Общая стоимость ежегодных затрат (п.5 + п.7 + п.10 + п.11)    | руб.       | 3 069 120          | 1 607 226             |
| 13       | Экономический эффект                                          | руб.       |                    | 1 461 894             |
| 14       | Срок окупаемости БР-2,5 (п.6/п.13)                            | год        |                    | 0,37                  |
| 15       | Суммарный экономический эффект за 12 лет                      | руб.       |                    | 17 542 728            |

Данные этой таблицы показывают, что эксплуатация ингибитора коррозии получается очень эффективным и экономически выгодным методом защиты трубопроводов от коррозии

Все указанные способы защиты трубопроводов имеют немалое количество положительных качеств. Они заключаются в:

- увеличении уровня прочности труб,
- увеличении уровня устойчивости к воздействию агрессивной среды,
- повышении срока службы трубопроводов разных типов,
- повышение твердости поверхности трубы как во внутренней, так и внешней стенках.

Коррозия трубопроводов – неизбежный процесс. Однако профессионал, пользующийся знаниями о механизме коррозии, может затормозить ее таким образом, чтобы гарантировать, что трубопроводы будут работоспособными в течение долгого времени. Поэтому лучше понести затраты на использование ингибитора, чем использовать трубы с меньшей надежностью и сроком безаварийной эксплуатации.

#### Список использованных источников:

1. Габдрахманов Н. Х. Промысловые исследования процесса сепарации газа на приеме погружных насосов / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 59-62.
2. Минияров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации месторождений на поздней стадии разработки на примере южной площади Ромашкинского месторождения / Р. Р. Минияров, О. В. Давыдова // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х томах, Октябрьский, 22 апреля 2013 года / Ответственный редактор К.Т. Тынчеров; Уфимский государственный нефтяной технический университет. Том 1. – Октябрьский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет", 2013. – С. 93-97.
3. Давыдова О. В. Влияние температуры жидкости на остаточное количество растворенного газа в нефти при измерениях газового фактора / О. В. Давыдова // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2013. – № 1. – С. 181-189.

4. Ковалев Н. О. Вибродиагностика как метод неразрушающего контроля нефтепромышленного оборудования / Н. О. Ковалев, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016: Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала, Октябрьский, 25 марта 2016 года. Том 2. – Октябрьский: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2016. – С. 47-50.
5. Галлямов И. И. Физические основы неразрушающего контроля и дефектоскопии. Акустическая эмиссия / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015. – 102 с.
6. Галлямов И. И. Расчет остаточного ресурса внутрипромысловых трубопроводов, основанный на результатах УЗ толщинометрии / И. И. Галлямов, О. В. Давыдова // Материалы научной сессии ученых Альметьевского государственного нефтяного института. – 2014. – № 1. – С. 395-396.
7. Гуторов А. Ю. Современное оборудование и технологии для измерения газового фактора нефти в промысловых условиях / А. Ю. Гуторов, О. В. Давыдова. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2019. – 68 с. – (Нефтегазовое дело). – ISBN 978-5-93105-409-4.
8. Габдрахманов Н. Х. Технологии определения газового фактора нефти на скважинах передвижными установками / Н. Х. Габдрахманов, О. В. Давыдова, К. Е. Кордик // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2010. – № 4(82). – С. 63-68.
9. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
10. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
11. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.
12. Давыдов А. Ю. Повышение надежности зубчатой передачи бурового ротора Р-560 / А. Ю. Давыдов, Н. В. Давыдов // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 185-188.
13. Повышение эффективности разделения фаз в вертикальном сепараторе СВ-II-1.0-800 УХЛ / И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, Р. И. Сулейманов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 434-438.
14. Анализ применяемых мероприятий по интенсификации добычи нефти на Пермском месторождении / А. А. Бобоев, И. А. Давыдов, А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 36-40.
15. Хайруллин С. М. Оптимизированная конструкция клинового захвата ротора буровой установки / С. М. Хайруллин, А. Ю. Давыдов // Инновации и перспективы развития в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 240-245.
16. Бобоев А. А. Потенциал буровых башмаков используемых при строительстве скважин / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Инновации и перспективы развития в

- нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов 2-ой международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 84-87.
17. Анализ показателей, влияющих на снижение энергоэффективности установки электроцентробежного насоса / А. Ю. Давыдов, Ш. Х. Насулложанов, И. А. Давыдов, Л. З. Зайнагалина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2022: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 77-80.
18. Бобоев А. А. Причины возникновения колебаний в системе ВЗД-КБТ и пути регулирования / А. А. Бобоев, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Материалы 49-й Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 90-летию Башкирской нефти / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022. – С. 199-203.
19. Повышение надежности и работоспособности винтового насоса / Б. Б. Бобожонов, Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 330-334.
20. Давыдов А. Ю. Насос буровой НБТ-600 с виброзащитой корпуса насоса / А. Ю. Давыдов, М. С. Габдрахимов, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 419-423.
21. Ремонт плунжерной пары штангового трубного насоса / А. Ю. Давыдов, М. Л. Галимуллин, Л. З. Зайнагалина, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 423-426.
22. Насос ЭЦНМ5-50-1400 для добычи абразивной жидкости / А. Ю. Давыдов, М. Я. Хабибуллин, О. В. Давыдова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 431-434.
23. Методы регулирования подачи магистральных насосов / А. Ю. Давыдов, Р. И. Сулейманов, Л. М. Зарипова, И. А. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2021: сборник трудов международной научно-технической конференции / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. – С. 426-431.
24. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
25. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
26. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
27. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
28. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по

отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.

УДК 622.276

## **РОЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ НЕФТЕГАЗОВЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ВЫЗОВЫ**

**И.И. Хамматов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-21)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Л.З. Зайнаглина**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** Цифровизация играет ключевую роль в современном управлении нефтегазовыми предприятиями, обеспечивая значительные преимущества и возникающие вызовы. В данной статье рассматривается влияние цифровизации на нефтегазовую отрасль, а также преимущества и вызовы, с которыми сталкиваются компании при внедрении цифровых технологий. Особое внимание уделяется улучшению операционной эффективности и снижению затрат благодаря использованию цифровых инструментов.

**Ключевые слова:** цифровизация, преимущества, оптимизация, нефтегазовая отрасль, вызовы.

UDC 622.276

## **THE ROLE OF DIGITALIZATION IN THE MANAGEMENT OF OIL AND GAS ENTERPRISES: ADVANTAGES AND CHALLENGES**

**I.I. Hammatov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-21)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**L.Z. Zaynagalina**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** Digitalization plays a key role in the modern management of oil and gas enterprises, providing significant advantages and emerging challenges. This article examines the impact of digitalization on the oil and gas industry, as well as the advantages and challenges that companies face when implementing digital technologies. Special attention is paid to improving operational efficiency and reducing costs through the use of digital tools.

**Keywords:** digitalization, advantages, optimization, oil and gas industry, challenges.

Нефтегазовая отрасль располагает огромным объемом информации, накопленной за длительный период времени. Эта огромная информация в настоящее время известна как большие данные, и ею необходимо эффективно управлять, чтобы отрасль оставалась устойчивой. Цифровая трансформация дает множество преимуществ, включая расширение возможностей подключения и даже оптимизацию процессов внутри системы. Цифровизация в нефтегазовой отрасли позволила бы быстрее найти поставщика решений и в то же время обеспечить ценность для заинтересованных сторон [1-4].

Цифровизация (цифровая трансформация) - это процесс внедрения цифровых технологий в различные сферы бизнеса, включая нефтегазовую промышленность. Роль цифровизации в управлении нефтегазовыми предприятиями становится все более значимой, так как позволяет улучшить эффективность и безопасность процессов добычи, переработки и транспортировки нефти и газа. Цифровизация нефтяной промышленности изменила то, как компании ведут свою деятельность, будь то в сфере добычи или переработки нефти. Сокращение времени простоя и непроизводительного бурения - это шаг к более эффективному управлению нефтяными системами [5-9].

Преимущества цифровизации в управлении нефтегазовыми предприятиями включают в себя:

- Увеличение эффективности процессов и операций: позволяет автоматизировать множество операций, что приводит к повышению производительности и снижению вероятности человеческих ошибок. Это также способствует более эффективному использованию ресурсов;

- Улучшение прогнозирования и принятия решений: Цифровые системы могут анализировать большие объемы данных, что позволяет более точно прогнозировать спрос, предсказывать риски и принимать обоснованные управленческие решения;

- Снижение затрат и повышение конкурентоспособности: Эффективное использование цифровых технологий позволяет сократить издержки на производство, обслуживание и управление, что способствует повышению конкурентоспособности предприятия;

- Развитие новых бизнес-моделей и возможностей: Цифровизация стимулирует создание новых подходов к бизнесу, открывает возможности для развития новых продуктов, услуг и моделей бизнеса, что способствует расширению возможностей предприятия и созданию дополнительной ценности [10-14].

Преимущества цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли могут значительно улучшить работу предприятий, сделать их более конкурентоспособными и адаптивными к изменяющимся рыночным условиям. Однако цифровизация также представляет некоторые вызовы для нефтегазовых предприятий. Вызовы цифровизации в нефтегазовой отрасли включают в себя:

- Кибербезопасность и защита данных: Переход к цифровым технологиям увеличивает уязвимость предприятий к киберугрозам. Нефтегазовые компании должны обеспечить безопасность своих данных, инфраструктуры и систем от кибератак, что требует усиленных мер по киберзащите и обеспечению конфиденциальности информации;

- Интеграция новых технологий с существующими системами: Внедрение цифровых технологий предполагает интеграцию существующих систем с новыми технологиями, что может вызвать сложности в совмещении их функциональности, совместимости и безопасности;

- Обучение персонала и изменение корпоративной культуры: Внедрение новых технологий требует подготовки персонала и изменения корпоративной культуры. Необходимо обеспечить, чтобы сотрудники усвоили новые навыки и были готовы к изменениям в рабочих процессах;

- Необходимость постоянного обновления и адаптации к изменениям: Цифровизация требует постоянного адаптивного подхода к изменению технологий, процессов и стратегий предприятия, поскольку цифровые технологии и требования рынка постоянно развиваются и меняются.

Успешная цифровизация в нефтегазовой отрасли требует внимания к этим вызовам, выработки целенаправленных стратегий по их преодолению и постоянного мониторинга изменений в отрасли и технологиях [15-19].

Примеры цифровой трансформации в нефтегазовой отрасли:

- Применение технологий Интернета вещей (IoT) для мониторинга и управления процессами: Крупные нефтегазовые компании используют датчики IoT для мониторинга и контроля параметров оборудования на месторождениях и в цехах. Например, датчики могут непрерывно измерять уровни запасов, температуру, давление и другие переменные, тем самым позволяя оперативно реагировать на потенциальные проблемы и предотвращать аварии [20-24];

- Использование аналитики данных для оптимизации производственных операций: Компании в нефтегазовой отрасли интенсивно используют аналитику данных для оптимизации процессов добычи, транспортировки и переработки сырья. Алгоритмы машинного обучения и анализ больших данных позволяют выявлять оптимальные режимы работы оборудования, улучшать производственные процессы и сокращать издержки;

- Внедрение цифровых платформ для управления проектами и коммуникаций: Ведущие компании в отрасли используют цифровые платформы для управления проектами, координации работ и коммуникаций между различными подразделениями и сторонними контрагентами. Это включает в себя использование цифровых инструментов для планирования, отслеживания прогресса работ, обмена документацией и координации действий [25-28].

Эти практические примеры демонстрируют, как оптимизация цифровизации в нефтегазовой отрасли может привести к повышению эффективности, снижению рисков и улучшению управления ресурсами.

Таким образом, цифровизация играет важную роль в управлении нефтегазовыми предприятиями, обеспечивая повышение эффективности и безопасности производственных процессов. Однако для успешной реализации цифровых проектов компании должны быть готовы к инвестициям в современное оборудование и обучение персонала, чтобы эффективно использовать возможности цифровизации и обеспечить стабильное развитие своего бизнеса.

#### **Список использованных источников:**

1. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
2. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
3. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
4. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
5. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering

- Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
6. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
  7. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.
  8. Активное использование информационных технологий в учебном процессе в техническом вузе / Л. М. Зарипова, М. С. Габдрахимов, В. А. Петров, М. Л. Галимуллин, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Р. Г. Хабибулина, А. М. Табишев // Актуальные вопросы высшего профессионального образования: сборник научных трудов Международной научно-методической конференции / отв. ред. Л. С. Кулешова. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – С. 198-202.
  9. Опыт применения российского комплекса LWD при изменении механической скорости бурения скважин / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, И. А. Яхина, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2023. – № 9(369). – С. 36-40. – DOI 10.33285/0130-3872-2023-9(369)-36-40.
  10. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны винтовой насосной установки / А. Ю. Давыдов, Р. В. Вафин, Э. М. Альмухаметова, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 5(137). – С. 24-28. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-5(137)-24-28.
  11. Давыдов А. Ю. Применение управляющих экспертных систем для мониторинга работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, Э. Ф. Велиев, И. А. Давыдов // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2023. – № 6(138). – С. 5-9. – DOI 10.33285/1999-6934-2023-6(138)-5-9.
  12. Винтовой забойный двигатель с интегрированной телеметрической системой / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, М. Я. Хабибуллин, И. А. Давыдов // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 11 (335). – С. 30-34. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-11(335)-30-34.
  13. Давыдов А. Ю. Строительство скважин с применением наддолотных модулей / А. Ю. Давыдов, И. А. Яхина, Л. М. Зарипова // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 2 (326). – С. 16-19. – DOI 10.33285/0130-3872-2020-2(326)-16-19.
  14. Давыдов А. Ю. Оценка влияния крутильных колебаний штанговой колонны на работу винтовой насосной установки: специальность 05.02.13 "Машины, агрегаты и процессы (по отраслям)": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Давыдов Александр Юрьевич. – Уфа, 2002. – 125 с.
  15. Давыдов А. Ю. Исследования динамики работы скважинного оборудования винтовых насосных установок с поверхностным приводом: монография / А. Ю. Давыдов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – 106 с. – ISBN 978-5-93105-336-3.
  16. Давыдов А. Ю. Подбор оптимальных режимов работы винтовых насосных установок с поверхностным приводом с помощью управляющих экспертных систем / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 76-79.
  17. Давыдов А. Ю. Управление режимами работы установки винтового насоса с поверхностным приводом / А. Ю. Давыдов, А. А. Никифоров, М. С. Габдрахимов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2014: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Аркаим, 2014. – Т. 1. – С. 332-335.
  18. Давыдов А. Ю. Насос буровой УНБ-600 с усовершенствованным корпусом / А. Ю. Давыдов, И. И. Шарифуллин // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию



- филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 35-38.
19. Повышение эффективности работы гидрораспределителя гидропривода ШГН / Р. И. Сулейманов, М. Я. Хабибуллин, В. А. Петров, А. Ю. Давыдов, О. В. Давыдова // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 392-395.
20. Давыдов А. Ю. Усовершенствование сепаратора CPF-V-2010 / А. Ю. Давыдов, Г. Р. Низаева // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 2. – С. 33-35.
21. Анализ надёжности установок погружных центробежных насосов в нефтегазодобывающих компаниях / М. Я. Хабибуллин, А. Г. Гилаев, Л. З. Самигуллина, Р. И. Сулейманов, А. Ю. Давыдов, Э. Р. Васильева // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2021. – № 1(129). – С. 18-27. – DOI 10.17122/ntj-oil-2021-1-18-27.
22. Давыдов А.Ю. Применение наддолотного модуля при бурении скважин / А.Ю. Давыдов, И.А. Яхина // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2019: сборник трудов международной научно-технической конференции в 2-х т. / коллектив авторов. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 319-325.
23. Яппаров Р. Р. Повышение эффективности эксплуатации скважин с боковыми стволами в условиях Туймазинского месторождения нефтегазодобывающего управления «Туймазанефть» / Р. Р. Яппаров, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 326-330.
24. Сабитова А. И. Повышение эффективности эксплуатации фонда скважин, осложненного выносом механических примесей, на Ардатовском месторождении / А. И. Сабитова, А. Ю. Давыдов // Сборник научных трудов 43-й международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 60-летию филиала УГНТУ в г. Октябрьском: в 2-х т. / отв. ред. В. Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – Т. 1. – С. 243-246.
25. Зарипова Л.М. Методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений / Л.М. Зарипова, А.Ю. Давыдов, Т.З. Ганиев // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 243-246.
26. Гиниятуллин И. К. Усовершенствование гидрозащиты электроцентробежного насоса ЭЦНМ-50-1300 / И. К. Гиниятуллин, А. Ю. Давыдов // Материалы Всероссийской 40-й научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 3-х т. / отв. ред. К. Т. Тынчеров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 43-46.
27. Давыдов А.Ю. Двигатель ВЗД 1-195 с повышенной надежностью шпиндельной секции / А.Ю. Давыдов, П.Д. Крюков // Материалы 44-й Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов: в 2-х т. / отв. ред. В.Ш. Мухаметшин. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2017. – Т. 1. – С. 195-198.
28. Давыдов А. Ю. Расчет параметров амортизатора крутильных колебаний штанговой колонны / А. Ю. Давыдов // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2013: сборник научных трудов международной научно-технической конференции в 3-х т. / ред. кол. В. Ш. Мухаметшин [и др]. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2013. – Т. 2. – С. 159-166.



## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**А.А. Шклейников**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
студент гр. БСН-21-11)*

**О.В. Давыдова**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
преподаватель)*

**Р.И. Сулейманов**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**М.Л. Галимуллин**

*(Институт нефти и газа ФГБОУ ВО УГНТУ в г. Октябрьском,  
доцент)*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются научно-технические исследования и инженерные разработки. Кроме того, освещаются экологические воздействия, внедрение интеллектуальных технологий и безопасность производственных процессов, а также проанализированы новые методы переработки газа.

**Ключевые слова:** добыча нефти и газа, бурение, материал, интеллектуальные технологии, экологические проблемы, переработка.

## SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**A.A. Shkleinikov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
student gr. BSN-21-11)*

**O.V. Davydova**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
teacher)*

**R.I. Suleimanov**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**M.L. Galimullin**

*(Institute of Oil and Gas of Ufa State Petroleum Technological University  
in the City of Oktyabrsky,  
assistant professor)*

**Abstract.** This article discusses scientific and technical research and engineering developments. In addition, environmental impacts, the introduction of smart technologies and process safety are covered, and new gas processing methods are analyzed.

**Keywords:** oil and gas production, drilling, material, intelligent technologies, environmental problems, processing.

Научно-технические достижения имеют решающее значение для роста нефтегазовой промышленности. Инновации в этой отрасли делают ее ведущей частью мировой экономики, повышают эффективность производства и способствуют обеспечению экологической устойчивости [1-4].

Современные научно-технические решения нефтегазовой отрасли включают в себя следующие аспекты:

1. Новые технологии бурения. Горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта — две технологии, добившиеся значительного прогресса в нефтегазовой отрасли. Используя эти методы, можно добывать углеводороды из неразработанных запасов и значительно увеличить добычу нефти и газа. Горизонтальное бурение позволяет точнее расположить разведочные скважины относительно залежи, что снижает как геологоразведочные, так и эксплуатационные затраты [5-9].

#### 2. Внедрение интеллектуальных технологий.

Запуск интеллектуальных технологий является одним из перспективных направлений развития нефтегазового сектора. Достижения в области геофизических исследований и компьютерного моделирования позволяют точно определять месторождения, оптимизировать выбор мест бурения и подсчитывать запасы углеводородов. Затраты на бурение сокращаются, что приводит к более благоприятным результатам производства. Отраслевые эксперты, ссылаясь на исследование компании "Технологии доверия", прогнозируют глобальную экономию в размере порядка 1 трлн. долларов по направлениям геологоразведки и добычи. В России, согласно аналитикам, применение искусственного интеллекта (ИИ) в нефтегазовой отрасли может принести компаниям экономический эффект в размере 2,95 трлн. рублей и для государства - 2,45 трлн. рублей в период с 2025 по 2040 годы. Таковы предсказания, которые были сделаны аналитиками в 2022 году [10-14].

#### 3. Новейшие материалы.

Раньше мир производил экологически чистые полимеры, но сейчас ученые работают над созданием биоразлагаемых продуктов с регулируемым биологическим действием. В будущем появятся материалы, которые смогут заменить те, что встречаются в природе. Кроме того, эти материалы должны быть гипоаллергенными, дышащими, безопасными и нетоксичными. Ученые во всем мире в настоящее время разрабатывают квантовый компьютер, который может выполнять задачи менее чем за десять секунд, для чего потребуется пластик с гибкими свойствами, который мог бы позволить разрабатывать новые формы и возможности [15-19].

#### 4. Решение экологических проблем.

Процессы и технологии переработки нефти и газа одновременно совершенствуются. Развивается глубокая переработка нефти и газа с применением новых методов, позволяющих производить продукцию более высокого качества с меньшим воздействием на окружающую среду. Использование современных методов фильтрации и очистки помогает снизить вредные выбросы, попадающие в воздух и водоемы. Использование солнечных батарей, ветряных установок и других возобновляемых источников энергии помогает сократить зависимость от нефти и газа, а также уменьшить вредные выбросы в атмосферу.

#### 5. Строительство газопроводов.

Газопроводы, компрессорные станции и хранилища строятся для обеспечения эффективного перемещения и хранения газа, который затем перерабатывается и распределяется. Использование самых современных технологий и материалов в этой области повышает надежность систем и сводит к минимуму потенциальные аварии и утечки.

#### 6. Разработка новых методов переработки газа.

Освоение инновационных технологий по переработке газа с целью получения ценных продуктов, таких как сжиженный природный газ (СПГ), аммиак, метанол и другие химические соединения. Эти продукты находят широкое применение в различных отраслях промышленности и энергетики, что способствует диверсификации и увеличению выручки газовых компаний. Обычно на практике методы утилизации комбинируются. Часть газа направляется на питание приводного компрессора, который вырабатывает электроэнергию на месте путем предварительной подготовки топливных газов и получения из сжатого газа стабильного конденсата для транспортировки. Это гарантирует, что жидкость впрыскивается в сырую нефть [20-24].

## 7. Разработки ученых.

Группа геологов из Красноярска разработала превосходное устройство под названием "Хотон" - инновационный генератор электрической энергии и тепла, специально предназначенный для использования в нефтяных скважинах. Творцы этого уникального изобретения называют его "подземной розеткой", способной функционировать на глубине до пяти километров и при атмосферном давлении до 700 атмосфер.

Еще одна разработка ученых - инновационный композитный материал, способный эффективно тушить пожары. Этот материал включает в себя основу, прочную и выдерживающую высокие температуры, аналогичную толщине обычного листа бумаги. Внутри основы расположены множество микрокапсул, содержащих в себе фреоновый газ. Если композитный материал распылить над огнем, газ внутри микрокапсул превращает продукты горения в инертные соединения, тем самым снижая задымление и температуру в очаге пожара. Разработчики утверждают, что огонь полностью гаснет менее чем за минуту, и свойства этого материала сохраняются в течение 10 лет при температурном режиме от минус 40 до плюс 90 градусов. Технологию планируют применить в одном из трансформаторных помещений месторождения в Оренбурге [25-28].

Нефтяная и газовая промышленность во многом зависит от научно-технического прогресса для поддержания своего роста и эффективности. Научные исследования и инженерные разработки не только повышают производительность газовых предприятий, но и улучшают экологическую обстановку, снижая негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, использование современных информационных технологий, дистанционное управление и мониторинг помогают повысить безопасность труда, оптимизировать добычу и обработку нефти и газа, а также улучшить прогнозирование и планирование производства.

### Список использованных источников:

1. Davydov A. Y. Monitoring of the operation of surface-driven screw pumping units using expert control systems / A. Yu. Davydov // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1333. – № 4. – Номер статьи 042005. – DOI: 10.1088/1742-6596/1333/4/042005.
2. Davydov A. Yu. Bit measuring systems / A. Yu. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, IPDME 2019). – 2019. – Vol. 378. – № 1. – Номер статьи 012078. – DOI: 10.1088/1755-1315/378/1/012078.
3. Davydov A. Y. Experience in using the Russian LWD complex for well drilling / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 952. – № 1. – Номер статьи 012041. – DOI: 10.1088/1757-899X/952/1/012041.
4. Davydov A.Y. Downhole screw motor with integrated telemetry system / A. Y. Davydov, I. A. Yakhina // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1753. – № 1. – Номер статьи 012070. – DOI: 10.1088/1742-6596/1753/1/012070.
5. Davydov A. Yu. Utilization of expert systems for screw pump sets with surface drive management / A. Yu. Davydov (Yurievich, Davydov Alexander) // Advances in Engineering Research (AER) (International conference "Actual issues of mechanical engineering" (AIME 2018)). – 2018. – Vol. 157. – Pp. 129-133.
6. Improving the efficiency of putting oil deposits with hard-to-recover reserves of Western Siberia into development / E. R. Agishev, V. E. Andreev, V. Sh. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 2. – P. 080-090. – DOI 10.5510/ogp20230200849.
7. Using the method of analogies to increase the further development efficiency of the Devonian productive facilities of the Tuymazy and Bavly oil fields / A. R. Safiullina, I. N. Khakimzyanov, V. V. Mukhametshin [et al.] // SOCAR Proceedings. – 2023. – No. 3. – P. 131-143. – DOI 10.5510/ogp20230300895.