

УДК 621.8-1/-9; 504.062.2  
AGRIS U40

https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/14

## АНАЛИЗ ПРИЧИН И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ БОРЬБЫ С НЕГАТИВНЫМ ВЛИЯНИЕМ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ НА РАБОТУ ГЛУБИННО-НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

©Квач И. В., ORCID: 0000-0001-5510-7911, SPIN-код: 1795-6056, Югорский  
государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия, irina.kvach2015@yandex.ru

## ANALYSIS OF THE CAUSES AND MODERN METHODS TO COMBAT THE NEGATIVE EFFECT OF MECHANICAL IMPURITIES ON THE OPERATION OF DEEP PUMPING EQUIPMENT

©Kvach I., ORCID: 0000-0001-5510-7911, SPIN-code: 1795-6056, Yugra State University,  
Khanty-Mansiysk, Russia, irina.kvach2015@yandex.ru

*Аннотация.* Статья посвящена одной из наиболее актуальных в настоящее время проблематик, вопросам осложненных условий добычи. В работе акцентируется внимание на том, что в современных условиях интенсификации добычи, механические примеси различного состава, происхождения и концентрации являются одним из важнейших факторов, негативно влияющих на работу глубинно-насосного оборудования механизированного фонда нефтяных скважин. В статье проанализированы основные источники и причины появления мехпримесей в скважинной продукции и оборудовании, выделяются внешние и внутренние причины. Указывается на важность точного определения источников появления мехпримесей для эффективной борьбы с ними. В работе также обобщены основные существующие на сегодня методы борьбы с их негативным влиянием на работу основного оборудования. Даны общие рекомендации по борьбе с негативным воздействием механических примесей на работу оборудования.

*Abstract.* The article is devoted to one of the most urgent problems at present, the issues of complicated mining conditions. The paper focuses on the fact that in modern conditions of production intensification, mechanical impurities of various composition, origin and concentration are one of the most important factors negatively affecting the operation of deep-pumping equipment of the mechanized fund of oil wells. The article analyzes the main sources and causes of the appearance of impurities in borehole products and equipment, identifies external and internal causes. It is pointed out the importance of accurately determining the sources of the appearance of mechanical impurities for effective control of them. The paper also summarizes the main existing methods of combating their negative impact on the operation of the main equipment. General recommendations are given to combat the negative impact of mechanical impurities on the operation of equipment.

*Ключевые слова:* механические примеси, скважина, глубинно-насосное оборудование.

*Keywords:* mechanical impurities, well, downhole pumping equipment.

Современное развитие нефтегазового комплекса связано преимущественно со следующими факторами [1, с. 81]: «рост мирового потребления; истощением запасов нефти и

газа — реальной возможностью энергетического кризиса; ростом экологических проблем. При этом, развития технологии нефтегазодобычи предопределяет механизированный способ добычи при помощи насосных установок, как наиболее экономически выгодный и производительный способ освоения скважин. В ХМАО-Югре, например, абсолютным лидером по доле добытой нефти являются установки электроцентробежных насосов (далее — УЭЦН). Можно сказать, что последнее время, практически во всех регионах Российской Федерации этот способ добычи нефти является основным. Причем, в последние два десятилетия процент добытой нефти при помощи электроцентробежных насосов только растет (рост составил порядка сорока процентов по отношению ко всей нефти, добытой по всей стране) [2].

Интенсификация добычи нефти, требует повышенных депрессий на пласт, повсеместное применение горизонтальных скважин для расширения зоны притока пластового флюида в скважину, большое количество обработок призабойных зон пласта с помощью гидравлических разрывов разной интенсивности и закачки химических реагентов – вот неполный перечень причин увеличения выноса механических примесей в эксплуатационные нефтяные и газовые скважины [3]. Такие примеси являются губительными для УЭЦН, а борьба с ними требуют применения затратных мероприятий.

Механические примеси представляют собой любые твердые и не только включения, которые содержатся в скважинной продукции при добыче и эксплуатации объектов добычи нефти (могут быть представлены быть в виде песка, солей, минералов то есть иметь «подземное» происхождение, являясь составляющими продуктивного пласта, который разрушается по ряду причин [4]. Одна из главных проблем наличия примесей состоит в том, что часть из них остается нефтепромысловом оборудовании, вызывая различные проблемы в его эксплуатации, и приводит к нарушениям его работы, снижению надежности, уменьшению межремонтного периода, преждевременному выходу из строя и, соответственно, к дополнительным затратам.

В настоящее время разработано множество технологий по предотвращению влияния механических примесей на оборудование, существует значительное количество типов и конструкций фильтров, однако отработанных и научно обоснованных правил выбора методов защиты для оборудования нефтяных и газовых скважин все еще недостаточно [5].

Основные причины появления механических примесей в зависимости от происхождения факторов, влияющих на работу УЭЦН, приведены на Рисунке 1.

Кристаллы солей вынесены как отдельная причина возникновения мехпримесей, так как взвешенные частицы являются центрами кристаллизации при образовании солей, что усугубляет имеющиеся проблему. Характерным является тот факт, что нет никакой универсальной объективной методики определения превалирующего фактора или причины возникновения и осаждения мехпримесей на рабочих органах внутрискважинного глубинно-насосного оборудования. С этой проблемой, в той или иной мере, сталкиваются практически каждый субъект недропользования, и решает эту проблему самостоятельно, согласно наработанной практики и своей внутренней политики компании.

Причем для каждого месторождения, для каждого объекта разработки и, иногда даже, для каждой скважины, недропользователю приходится определять основные причины и источники возникновения мехпримесей. Для начала необходимо определить наличие основополагающих «внутренних» источников то есть тщательно изучить геологические условия и в соответствии с ними установить режим эксплуатации скважин, учитывая величину депрессии, которая при больших значениях может также спровоцировать

усиленный вынос песка из пласта. Следить за концентрацией взвешенных частиц в скважинной продукции. Обычно решающими факторами, которые оказывают мощнейшее влияние на концентрацию взвешенных частиц в добываемой продукции, являются забойное давление, обводненность и дебит [6]. Затем, приняв во внимание «внешние» источники, такие как тип и материалы, из которых изготовлено глубинно-насосное оборудование, качество технологических жидкостей и др., стараясь исключить материалы, активно подвергающиеся коррозии с появлением твердых частиц, а также исполнительскую дисциплину сервисных служб, обслуживающих предприятие, в том числе службу ТКРС, ремонтную службу по ремонту НКТ и насосного оборудования и т. д., беря во внимание возможность возникновения частиц, впоследствии ставшими мехпримесями и т. п., разработать рациональную систему борьбы с этими факторами, не в ущерб плановым показателям разработки. В том числе, например, предусмотреть тщательную подготовку, обработку и очистку оборудования перед спуском его в скважину и учет рекомендованных регламентом скоростей спуска и подъема оборудования из скважины и т. д.

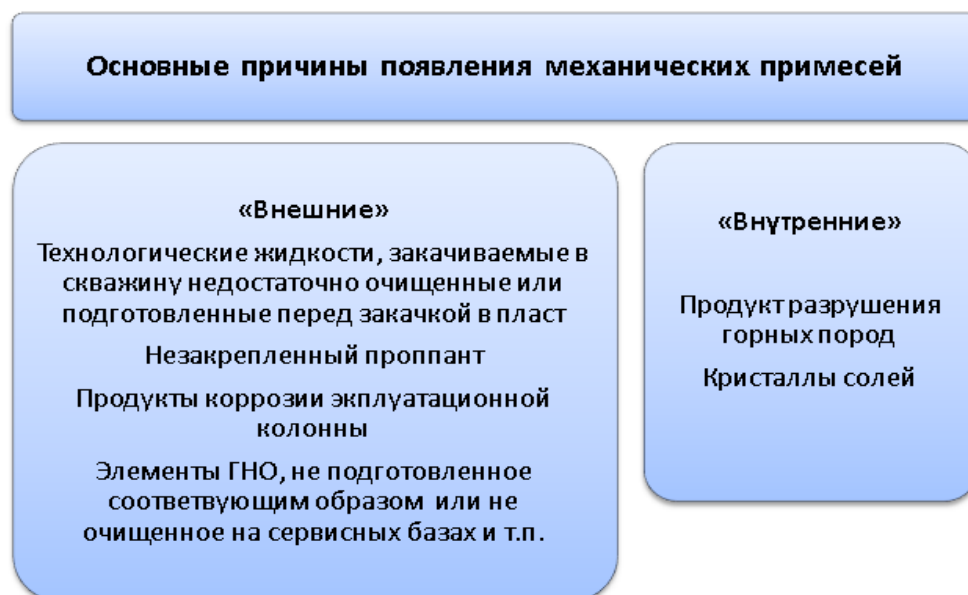


Рисунок 1. Основные причины появления механических примесей в зависимости от происхождения факторов, влияющих на работу УЭЦН

Несмотря на большой интерес исследователей, и предприятий недропользования, проявленный к приведенной проблеме, существует еще множество граней этой проблемы не всегда обширно освещенных в научной литературе. Например, достаточно много работ посвящено факторам влияния составов мехпримесей а также их источникам и причинам возникновения, и влияния количественного показателя КВЧ на выход из строя оборудования. Тогда как трудов, посвященных определению влияния качественного состава мехпримесей, в том числе их физико-химических свойств таких как химический состав частиц, их твердость, их форма, их размер и т. д. не так много.

Методик противодействия влиянию мехпримесей на работу оборудования множество, но основные из них можно условно разделить на четыре укрупненные группы [7], которые схематически отображены на Рисунке 2. Способы предотвращения или ограничения поступления мехпримесей в насосную установку делятся на технические, к которым относятся например установка фильтра на приеме скважины, установка фильтра над насосом, и технологические, включающие: снижение депрессии на пласт, повышение

качества подготовки растворов и закрепление проппанта [8]. Технологические методы борьбы с механическими примесями основаны на исследовании механических пластовых свойств породы в начальных критериях и их отклонений при изменении равновесного положения гидродинамической системы.

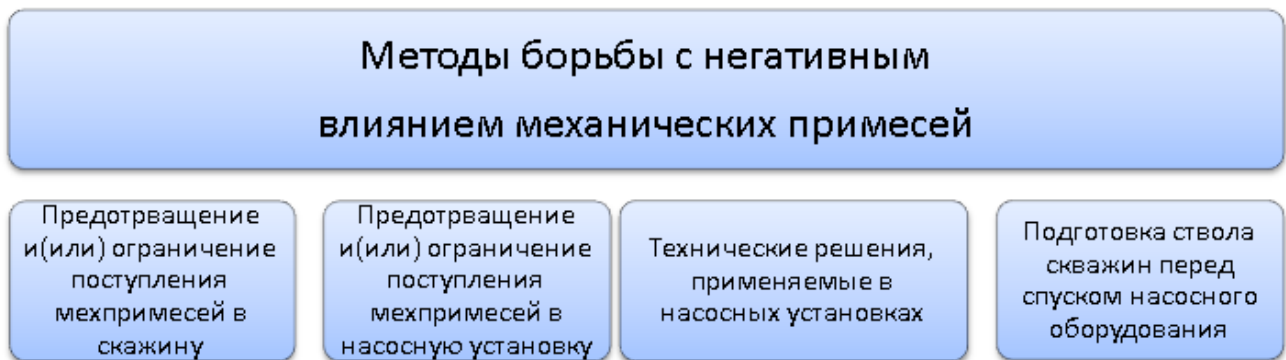


Рисунок 2 Методики противодействия влиянию мехпримесей на работу оборудования

Отечественные производители нефтегазопромыслового оборудования и оснастки полномасштабно включились в борьбу с негативным влиянием мехпримесей на насосное оборудование группа компаний «Новомет» предлагает широчайший спектр комплексных технических решений для защиты непосредственно насосного оборудования. Разработаны, успешно внедрены и опробованы на промысле различные конструкции фильтров: входные щелевые, скважинные щелевые, скважинные гравитационно-щелевое, погружные сепараторы механических примесей и многое другое. Также, например, ООО «Производственная Компания «Борец», активно участвует в решении данной проблемы предлагая к использованию разработанную компанией специализированную продукцию например сепаратор мехпримесей-шлamosборник, шлamosборник самоочищающийся, сепаратор мехпримесей самоочищающийся, сепаратор мехпримесей гидроциклонный, множество вариантов различных фильтров и многое другое.

В заключении, следует еще раз отметить всю многогранность и разноплановость проблемы негативного воздействия механических примесей на глубинно-насосное оборудование. Какой из широкого спектр вариантов решения данной проблемы, включая техническую и технологическую направленность, а также какая методика покажет себя лучше на конкретной скважине, к сожалению, трудно предугадать на начальном этапе ее эксплуатации.

Общие рекомендации по уменьшению этого негативного воздействия можно свести к следующему:

- производить регулярные промывки скважины, очистку забоя после проведения гидроразрыва пласта, ремонта и других технологических операций, скреперование эксплуатационной колонны;
- запуск и вывод на режим проводить плавно, не допуская резкого снижения забойного давления и превышения допустимых депрессий на пласт; проводить регулярный мониторинг КВЧ в пластовой жидкости;
- применять существующие технологии по закреплению проппанта, усилить контроль над качеством технологических растворов глушения, промышленных жидкостей и т. д.;
- применять оборудование в коррозионностойком исполнении, когда имеет место агрессивная среда;

- усилить контроль над подготовкой оборудования перед спуском его в скважину в плане очистки, промывки в соответствии с регламентами;
- применять технические решения в виде фильтров, шламоуловителей, сепараторов мехпримесей и пр.

В любом случае, решение о внедрении вышеперечисленных методик должно приниматься взвешенно, с учетом геологических технологических и технических особенностей данного объекта.

#### Список литературы:

1. Булатов В. И., Игенбаева Н. О., Квач С. С., Нанишвили О. А. Углеводороды и общество: проблемы взаимодействия и экологической оптимизации в условиях глобального потепления (на начало 2022 г.) // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №6. С. 78-88. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/10>
2. Квач И. В., Игенбаева Н. О., Квач С. С. Виды осложнений возникающих на скважинах, оборудованных УЭЦН и методы борьбы с ними // Бюллетень науки и практики. 2022. Т. 8. №5. С. 399-403. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/45>
3. Ивановский В. Н., Сабиров А. А., Булат А. В. Системы защиты скважинного оборудования от механических примесей // Территория нефтегаз. 2010. №9. С. 62-67.
4. Бахтизин Р. Н., Смольников Р. Н. Особенности добычи нефти с высоким содержанием механических примесей // Нефтегазовое дело. 2012. №5. С. 159-170.
5. Клещенко И. И., Зозуля Г. П., Ягафаров А. К. Теория и практика ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах. Тюмень: ТюмГУГУ, 2010. 343 с.
6. Шамков А. В. Анализ влияния механических примесей на работу УЭЦН в СПД. Способы и методы эффективной борьбы // Бурение и нефть. 2019. №7-8. С. 58-65.
7. Булат А. В. Повышение эффективности работы скважинного насосного оборудования за счет применения сепараторов механических примесей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2013. 22 с.
8. Камалетдинов Р. С., Лазарев А. Б. Обзор существующих методов борьбы с мехпримесями // Инженерная практика. 2010. №2. С. 6-13.

#### References:

1. Bulatov, V., Igenbaeva, N., Kvach, S., & Nanishvili, O. (2022). Hydrocarbons and Society: Problems of Interaction and Ecological Optimization Influenced by Global Warming (By the Beginning of 2022). *Bulletin of Science and Practice*, 8(6), 78-88. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/79/10>
2. Kvach, I., Igenbaeva, N., & Kvach, S. (2022). Types of Complications Arising at Wells Equipped With ESP and Methods of Dealing With Them. *Bulletin of Science and Practice*, 8(5), 399-403. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/78/45>
3. Ivanovskii, V. N., Sabirov, A. A., & Bulat, A. V. (2010). Sistemy zashchity skvazhinogo oborudovaniya ot mekhanicheskikh primesei. *Territoriya neftegaz*, (9), 62-67. (in Russian).
4. Bakhtizin, R. N., & Smol'nikov, R. N. (2012). Osobennosti dobychi nefti s vysokim sodержaniem mekhanicheskikh primesei. *Neftegazovoe delo*, (5), 159-170. (in Russian).
5. Kleshchenko, I. I., Zozulya, G. P., & Yagafarov, A. K. (2010). Teoriya i praktika remontno-izolyatsionnykh rabot v neftyanykh i gazovykh skvazhinakh. Tyumen. (in Russian).
6. Shamkov, A. V. (2019). Analiz vliyaniya mekhanicheskikh primesei na rabotu UETsN v SPD. Sposoby i metody effektivnoi bor'by. *Burenie i neft'*, (7-8), 58-65. (in Russian).

7. Bulat, A. V. (2013). Povyshenie effektivnosti raboty skvazhinnogo nasosnogo oborudovaniya za schet primeneniya separatorov mekhanicheskikh primesei: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Moscow. (in Russian).

8. Kamaletdinov, R. S., & Lazarev, A. B. (2010). Obzor sushchestvuyushchikh metodov bor'by s mekhprimesyami. *Inzhenernaya praktika*, (2), 6. (in Russian).

Работа поступила  
в редакцию 23.04.2023 г.

Принята к публикации  
03.05.2023 г.

*Ссылка для цитирования:*

Квач И. В. Анализ причин и современных методов борьбы с негативным влиянием механических примесей на работу глубинно-насосного оборудования // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. №6. С. 122-127. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/14>

*Cite as (APA):*

Kvach, I. (2023). Analysis of the Causes and Modern Methods to Combat the Negative Effect of Mechanical Impurities on the Operation of Deep Pumping Equipment. *Bulletin of Science and Practice*, 9(6), 122-127. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/91/14>