

УДК 622.276

DOI 10.52167/1609-1817-2024-130-1-426-438

С.К. Нұрманова<sup>1</sup>, С.Н. Колисниченко<sup>1</sup>, Д.Б. Сагмедиянов<sup>2</sup>, Г.А. Каламбаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kozybayev University, Петропавловск, Казахстан

<sup>2</sup> Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

E-mail: d.sagmedinov@alt.edu.kz

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В ПЕРЕДВИЖНЫХ БУРОВЫХ УСТАНОВКАХ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются инновационные стратегии повышения эффективности транспортных двигателей, применяемых в передвижных буровых установках нефтегазовой отрасли. Исследование фокусируется на новаторских технологиях, направленных на оптимизацию работы двигателей, уменьшение энергопотребления и снижение воздействия на окружающую среду. Анализируются современные тенденции в разработке транспортных систем, предлагая перспективные решения для устойчивого и эффективного использования энергии в нефтегазовой промышленности. Результаты исследования могут быть востребованы инженерами, проектировщиками и специалистами в области нефтегазового бурения с целью повышения производительности и снижения экологического воздействия.

**Ключевые слова.** Транспортные системы, буровые установки, транспортные двигатели, топливо, методология.

### Введение.

В секторе бурения нефтяных и газовых скважин современные транспортные двигатели играют ключевую роль в обеспечении мобильности и производительности буровых платформ. Однако, несмотря на значительный прогресс, достигнутый в области технологий и инжиниринга, эффективность этих двигателей остается одной из главных проблем для отрасли. Растущие потребности в энергосбережении, экологичности и снижении воздействия на окружающую среду требуют инновационных подходов к проектированию и использованию транспортных двигателей в мобильных буровых установках.

В этом контексте необходимо повышать энергоэффективность, сокращать вредные выбросы и внедрять передовые технологии, которые не только повышают производительность, но и делают эксплуатацию платформ более экологичной. Цель исследования заключалась в рассмотрении инновационных подходов, направленных на повышение эффективности транспортных двигателей на буровых установках, и определить их потенциал для решения текущих задач отрасли.

*Цель исследования:* Изучение и анализ теоретических подходов для повышения ресурса транспортных двигателей и буровых установок для нефтяной промышленности.

Анализ исследований показывает несколько ключевых аспектов новизны:

1) Рассматривается комплексный подход к повышению эффективности, включая современные технологии для транспортных двигателей и инновационные материалы для буровых установок.

2) Исследование предлагает применение электрификации, гибридных систем, интеллектуальных систем управления и передовых материалов с целью увеличения ресурса и производительности буровых установок.

3) Недостаточно исследований, объединяющих новейшие технологии для обоих компонентов буровых установок (транспортные двигатели и материалы для буровых инструментов).

### *Обзор существующей проблемы.*

В области мобильных буровых установок многие ключевые аспекты требуют внимания и инновационных решений для повышения эффективности транспортных двигателей.

Во-первых, многие транспортные двигатели на буровых установках работают в условиях повышенной нагрузки и интенсивного использования, что часто приводит к повышенному износу и, как результат, к уменьшению времени эксплуатации буровой установки. Следует также отметить, что стандартная топливная система не всегда обеспечивает оптимальную эффективность при эксплуатации в различных климатических условиях и различных географических зонах.

При осуществлении бурения глубоких нефтяных скважин возникают значительные экологические проблемы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду. Например, в процессе геологоразведки и эксплуатации скважин в атмосферу выбрасываются газы и продукты сгорания, образующиеся при работе двигателей, а также испарения легколетучих веществ. Это приводит к увеличению содержания газов и пыли в воздухе из-за использования химических реагентов, тонкодисперсных порошков извести, цемента, глинопорошков и утяжелителей. Воздействие деятельности одной буровой простирается на расстояние более чем 2 км, оказывая воздействие на атмосферный воздух и почву [1].

В связи с этим, вторым значимым аспектом является минимизация экологически вредных выбросов в атмосферу. Выбросы вредных химических соединений и уровень акустического воздействия могут оказывать неблагоприятное воздействие на окружающую среду, поднимая вопросы о соответствии современным стандартам в области охраны окружающей среды.

Одним из важных ограничений также является отсутствие гибкости в использовании различных видов топлива. В условиях, когда требования к энергоэффективности постоянно возрастают, необходимо искать новые подходы к внедрению альтернативных источников энергии и совершенствованию систем управления поставками топлива.

Выявление основных проблем и ограничений должно основываться на комплексном подходе, учитывающем как технические, так и экологические аспекты функционирования транспортных систем в данном контексте.

### **Материалы и методы.**

В рамках нефтегазовой индустрии современные стандарты для транспортных двигателей буровых установок предъявляют высокие требования к эффективности, надежности и экологической безопасности. Анализ этих стандартов выявляет несколько ключевых технологических вызовов, с которыми сталкиваются инженеры в стремлении улучшить характеристики транспортных двигателей, используемых в передвижных буровых установках.

**Энергетическая эффективность и устойчивость:** Требования к снижению потребления топлива и выбросам вредных веществ ставят перед инженерами задачу создания более энергетически эффективных и экологически устойчивых двигателей. Разработка новых топливных систем, систем энергорекуперации и интеллектуальных методов управления энергопотреблением является неотъемлемой частью решения этой проблемы.

**Интеграция возобновляемых источников энергии:** Переход к устойчивой энергетике требует интеграции возобновляемых источников энергии в буровые установки. Необходимо разрабатывать транспортные двигатели, способные эффективно использовать

энергию от солнечных панелей, ветрогенераторов или других альтернативных источников.

Системы автоматизации и искусственного интеллекта: Внедрение технологий искусственного интеллекта для оптимизации работы транспортных двигателей, а также систем автоматизации, позволяющих адаптироваться к различным условиям эксплуатации, является важным технологическим вызовом.

Методология исследования предусматривает комплексный теоретический анализ инновационных подходов с целью повышения эффективности транспортных двигателей в передвижных буровых установках нефтегазовой отрасли. В рамках исследования проведен анализ, охватывающий работы ведущих специалистов в области бурения скважин и транспортных технологий. Это позволяет выделить ключевые теоретические аспекты, необходимые для развития инновационных подходов.

Рассматривается изучение существующих технологий, применяемых в транспортных двигателях буровых установок. Особое внимание необходимо уделять электрификации, гибридным системам и интеллектуальным управляющим системам как потенциальным факторам повышения эффективности. Идентификация факторов влияния на эффективность транспортных двигателей включает в себя анализ технологических, экологических и экономических параметров. Это поможет выделить ключевые составляющие, определяющие успешность инновационных подходов. Процесс включает разработку концептуальных моделей, описывающих взаимосвязи между инновациями и повышением эффективности. Системный анализ раскрывает влияние инновационных подходов на отдельные компоненты транспортных двигателей и их взаимосвязь в контексте общей эффективности буровых установок.

Сравнительный анализ существующих подходов помогает выявить наиболее перспективные решения. Формулирование гипотез и предположений направлено на определение ожидаемых результатов от внедрения инноваций в транспортные двигатели. Обоснование выбора теоретических подходов включает в себе рациональное обоснование применения конкретных моделей и теорий для анализа и интерпретации данных, что обеспечит качественное исследование инновационных путей повышения эффективности транспортных двигателей в нефтегазовой отрасли.

#### *Технологические инновации в транспортных двигателях.*

Инновационные и технологические подходы направлены на рассмотрение и обоснование выбора типов силовых приводов для эффективного использования в буровых установках для нефтегазовой сферы. Силовые приводы подразделяются на автономные и неавтономные, в зависимости от того, как подается энергия на приводы.

Автономные приводы буровых установок – это приводы с двигателями внутреннего сгорания, неавтономные – приводы с электродвигателями трехфазного переменного тока. Подача электроэнергии в неавтономных приводах идет от промышленных электрических подстанций. В автономных приводах вместо использования двигателей внутреннего сгорания или дизельных генераторов, можно использовать электродвигатели, которые будут использовать энергию от солнечных панелей, ветрогенераторов или других альтернативных источников. Силовые приводы должны соответствовать ряду требований, таких, как: надежность и долговечность механизма, мощность и эффективность, а также экономическая эффективность.

Механизмы для углубления скважин, такие как буровые и подпорные насосы, роторный стол, как показано на рисунке 1 и рисунке 2, а также вращающиеся устройства для бурильной колонны и долота при роторном бурении, представляют собой неотъемлемую часть буровых установок. Существует множество инструментов, которые были разработаны для обеспечения вращения бурильной колонны во время бурения в ориентированном режиме. Компания BakerHughes а GE AutoTrakTMRCLS [2],

SchlumbergerPowerDriveOrbitRSS [3] и HalliburtonGeo-Pilot® RSS [4] являются наиболее распространенными технологиями среди существующих технологий бурения с поворотным управлением. Для оптимизации эффективности роторного бурения важна возможность бесступенчатого или ступенчатого регулирования частоты вращения барабана главной лебедки.



Рисунок 1 – Буровой ротор Р-560



Рисунок 2 – Буровой насос QF-1600

Важной составляющей также являются механизмы для спускоподъемных операций, включая главные и вспомогательные лебедки (рисунок 3). Оптимальное использование мощности требует возможности регулирования частоты вращения барабана главной лебедки, где эффективность подъема бурильных колонн оптимизируется через постоянное использование всей доступной мощности. Кроме того, вспомогательные механизмы, такие как компрессоры, водяные насосы и механизированные ключи, представляют собой важные компоненты буровых установок, потребляя при этом 10 – 15% общей мощности. Эти устройства дополняют основные механизмы, обеспечивая комплексную функциональность и эффективность в процессе бурения скважин.

Мощность силового привода представляет собой совокупную установленную мощность всех двигателей и выражается формулой  $N = \sum ZN$ , где каждый  $N$  обозначает номинальную мощность двигателя в кВт.

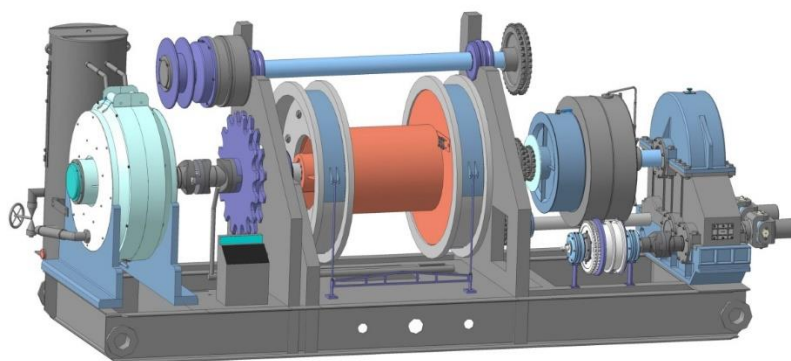


Рисунок 3 – Модель лебедки для буровой установки

Гибкость характеристик силового привода указывает на адаптивность при перегрузках и изменениях частоты вращения валов. Эта гибкость обозначается диапазоном собственного регулирования, значением приспособляемости является коэффициент, частотой вращения валов силового привода и приемистостью двигателей.

Приемистость представляет собой интенсивность переходных процессов, измеряемую во времени, в течение которого двигатель и силовой привод реагируют на изменение нагрузки.

Коэффициент приспособляемости, или перегрузочная способность, определяется отношением максимального крутящего момента  $M_{max}$  к номинальному  $M_n$ .

Диапазон регулирования частоты вращения представляет собой отношение максимальной частоты вращения  $n_{max}$  к номинальной частоте вращения  $n_n$ .

При использовании средств искусственной приспособляемости в силовом приводе, его коэффициент приспособляемости становится равным  $k_n = k_{пд} \cdot k_{п-т}$ , а диапазон регулирования  $R = R_d \cdot R_r$ .

Коэффициенты  $k_{пд}$  и  $R_d$  зависят от вида используемой энергии и типа двигателя. В случае недостаточных значений, применяют средства искусственной приспособляемости, такие как промежуточные гидравлические или электромашинные передачи.

Относительная масса двигателя, измеряемая как масса на 1 кВт, оказывает влияние на мобильность буровых установок. Практика бурения показывает, что для тяжелых буровых установок наилучшие результаты показывают двигатели с относительной массой от 6 до 12 кг на 1 кВт [5].

В приводах для буровых установок широко применяются электродвигатели трехфазного переменного тока, такие как асинхронные и синхронные. Одно из преимуществ этого типа привода по сравнению с двигателями внутреннего сгорания заключается в их более простом обслуживании. Кроме того, электродвигателям не требуется систематическое топливоснабжение, что особенно важно в условиях сурового климата и при больших расстояниях до буровых мест.

Однако у этих двигателей есть недостатки, такие как жесткость характеристик и необходимость в применении средств искусственной приспособляемости. В регионах с ограниченным доступом к электроэнергии предпочитают использовать буровые установки с двигателями внутреннего сгорания. В последнее время для бурения глубоких скважин также становится популярным применение электродвигателей постоянного тока с использованием систем выпрямителей и питания от трехфазных сетей.

Выбор параметров силового привода, таких как мощность, тип и количество двигателей, метод передачи энергии и схема компоновки, зависит от изменений в рабочих нагрузках. Мощность, частота вращения и крутящий момент исполнительных механизмов

меняются в процессе бурения скважины, и их выбор определяется технологией бурения и характеристиками двигателей.

В большинстве случаев применяется бурение канатным инструментом - это метод, при котором отверстие проделывается путем многократных ударов, производимых при подъеме и опускании тяжелого долота на скалы или подземные образования. Инструментом бурения является тяжелое долото, а трос может быть изготовлен из нескольких стальных нитей [6].

В процессе бурения скважины энергозатраты зависят от глубины, диаметра скважины, типа установки, климатических условий и других факторов. С увеличением глубины скважины увеличивается расход энергии на каждый метр бурения из-за изменения скорости бурения, увеличения гидравлического сопротивления и веса бурильной колонны.

Работа двигателей подразумевает три режима: аварийные работы с максимальной мощностью, повторные кратковременные нагрузки в период спускоподъемных операций и длительный режим для привода ротора и насосов в процессе бурения [7].

Электропривод для бурения скважин на нефть и газ считается наилучшим выбором среди тяжелых буровых установок, предоставляя оптимальное сочетание удобства, низкой стоимости и безопасности. В электрифицированных районах буровые установки начали использовать асинхронные электродвигатели переменного трехфазного тока с фазным или короткозамкнутым ротором, а затем перешли на синхронные двигатели [8].

Электродвигатели постоянного тока, обладающие широким диапазоном регулировки, были применены в установках для бурения глубоких скважин, особенно тех, которые превышают 6000 метров. Однако стоит отметить, что они требуют питания от дизель-генераторных станций постоянного тока, что может быть неэкономичным для бурения менее глубоких скважин.

Жесткие характеристики двигателя могут потребовать сложных трансмиссий для их преобразования. Натуральные характеристики электродвигателей позволяют им автоматически изменять частоту вращения и момент без внешних регуляторов, что называется естественной характеристикой. Однако оператор может влиять на них с помощью регулирующих устройств, создавая искусственные характеристики [9].

Электродвигатели обязаны работать в условиях открытого воздуха, защищенные от газа, влаги и пыли. Например, на морских буровых установках требуется взрывозащищенное исполнение.

Синхронные электродвигатели имеют недостаток в том, что они не могут работать параллельно двум двигателям на один вал, что снижает надежность системы и увеличивает динамические нагрузки в трансмиссии. Большой динамический момент ротора и высокий пусковой ток также являются недостатками синхронных двигателей.

На рисунке 4 показана буровая установка Уралмаш 5000/320 ЭК-БМЧ с цифровой системой управления, с эшелонным расположением блоков в блочно-модульном исполнении. Двигатель в данной буровой установке электрическим частотно-регулируемым приводом переменного тока. Для модернизации и усовершенствования, к примеру, данной установки можно электродвигатели переменного тока заменить на электродвигатели постоянного тока, ведь электродвигатели постоянного тока владеют гибкой характеристикой, которая обеспечивает глубокую и плавную регулировку частоты вращения и крутящего момента, плавность разгона при пусках двигателя и торможения при его остановках. Однако они требуют выпрямителей переменного тока при питании от промышленных сетей или генераторных станций. Генераторы электроэнергии приводятся в действие дизельными двигателями внутреннего сгорания (первичными двигателями). Затем электричество подается на электродвигатели, подключенные к лебедке, поворотному столу и буровым насосам [10].

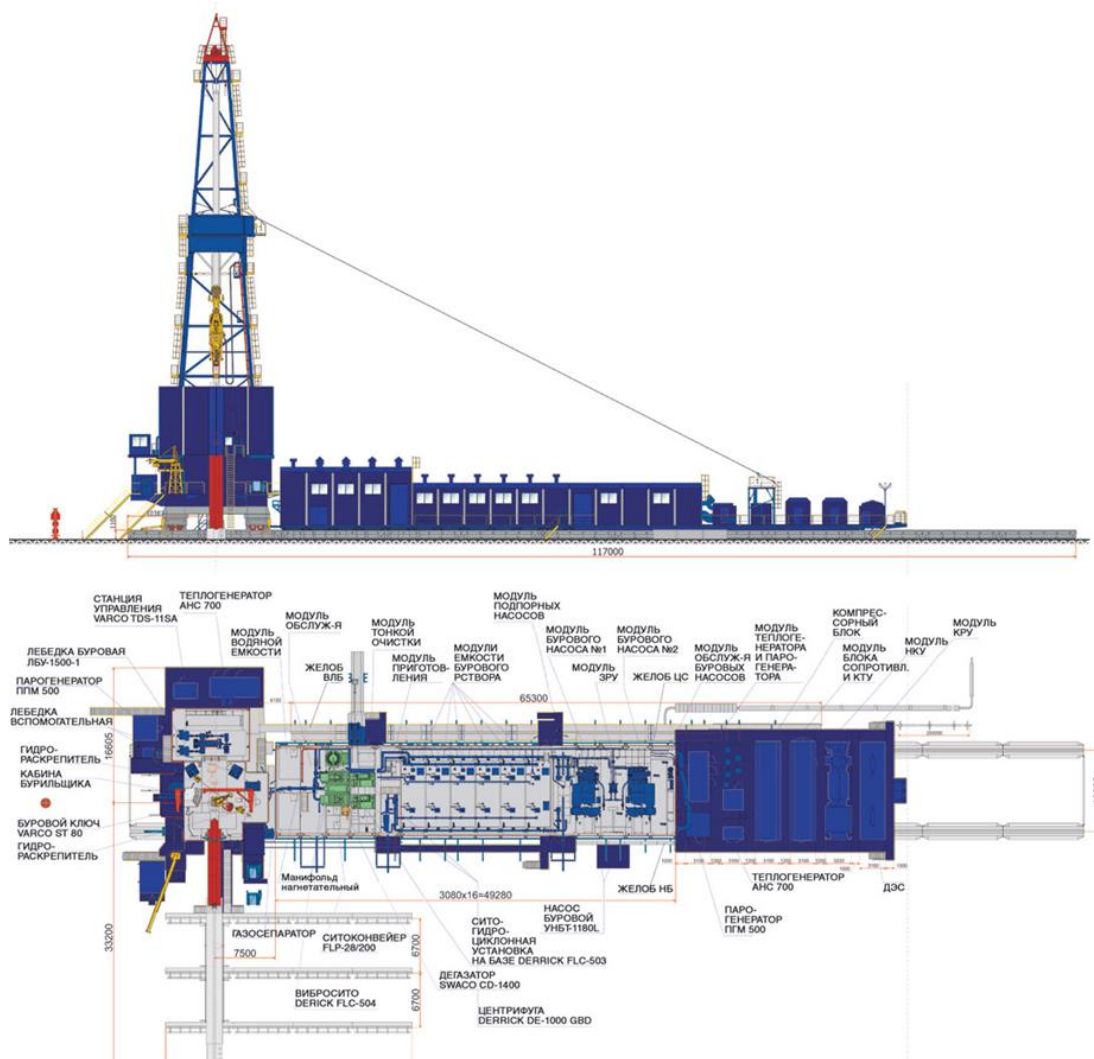


Рисунок 4 – Буровая установка БУ 5000/320 ЭК БМЧ

Частоту вращения постоянных токовых двигателей можно регулировать путем изменения напряжения в якоре или силы тока в цепи возбуждения. Управление постоянным токовым двигателем осуществляется в цепях возбуждения, что является относительно маломощным решением, упрощая пусковую аппаратуру и повышая надежность системы.

Характеристики постоянных токовых двигателей зависят от способа возбуждения, выделяя три основных: параллельное, последовательное и комбинированное (смешанное). Эффективность и работоспособность этих двигателей определяются степенью их нагрева, длительностью работы под нагрузкой и остановками [11].

Мощность постоянного токового двигателя ограничивается степенью его нагрева, и она зависит от условий его использования. Например, в лебедки может быть нагружен на 25% больше, чем в насосе и ротора при полном токе возбуждения. Также важно учитывать воздействие окружающей температуры на периоды нагрузки [12].

Использование системы транзисторных выпрямителей позволяет более просто управлять постоянными токовыми двигателями, что упрощает конструкцию трансмиссий. Это дает преимущество по сравнению с электродвигателями переменного тока и двигателями внутреннего сгорания, а также обеспечивает лучшие характеристики привода, устраняя необходимость в подвозе топлива.

Учитывая эти особенности, для достижения необходимых энергетических показателей в буровых установках рекомендуется применение комплекта постоянного тока, что позволяет регулировать величину реактивной генерирующей мощности.

### Результаты и обсуждения.

Выбор типа двигателей, схемы передачи энергии и компоновки силового привода осуществляется с учетом технико-экономических показателей и характеристик оборудования. С учетом разнообразия факторов, влияющих на бурение, эффективность привода достигается подбором сочетания характеристик и показателей, удовлетворяющих требованиям процесса бурения, монтажа и демонтажа оборудования.

На таблице 1 представлен сравнительный характеристик разных моделей мобильных передвижных установок по основным параметрам.

Таблица 1 - Сравнительный анализ характеристик разных моделей передвижных буровых установок

| Модель                               | ZG15/1125CS                    | ZG20/1580CS    | ZG30/1700CS   | ZG40/2250CS   |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------|---------------|---------------|
| Глубина бурения, м (41/2"БТ)         | 2 200                          | 2 700          | 3 700         | 4 700         |
| Глубина ремонта, м (31/2" БТ)        | 3 600                          | 4 600          | 6 550         | 7 120         |
| Макс. нагрузка на крюке, кН          | 1 120                          | 1 600          | 1 780         | 2 300         |
| Высота вышки, м                      | 31.5                           | 34.5           | 35-37         | 35-37         |
| Форма вышки                          | Телескопическая двухсекционная |                |               |               |
| Мощность двигателя, кВт              | 315~355                        | 450-500        | 650-750       | 750-880       |
| Коробка гидropередачи                | S5610 HR/TH 35                 | S6610 HR       | 2xS5610 HR    | 2xS5610 HR    |
| Форма передачи                       | Гидравлическая + механическая  |                |               |               |
| Талевая система                      | 5×4                            | 5×4            | 6×5           | 6×5           |
| Диаметр талевого канга, мм           | ∅ 26.0                         | ∅ 29.0         | ∅ 29.0        | ∅ 32.0        |
| Тип талевого блока-крюка             | YG 120                         | YG 150         | YG 170        | YG 220        |
| Тип ветлюга                          | SL 130                         | SL 160         | SL 220        | SL 220        |
| Тип ротора                           | ZP 170                         | ZP 170         | ZP 200/ZP 270 | ZP 200/ZP 270 |
| Тип шасси                            | XD 50/10×8                     | XD 60/12×8     | XD 70/14×8    | XD 70/14×8    |
| Угол въезда/угол съезда              | 25°/18°                        |                |               |               |
| Дорожный просвет, мм                 | 310                            |                |               |               |
| Макс. угол по наклону                | 26%                            | 26%            | 26%           | 26%           |
| Макс. радиус поворота, м             | 29.5                           | 37             | 41            | 41            |
| Габаритные размеры (транспортные), м | 18,8×2,85×4,3                  | 20,5×2,85×4,38 | 22,3×3×4,45   | 22,3×3×4,48   |
| Масса основного узла, кг             | 50 000                         | 58 000         | 76 000        | 78 000        |
| Масса вспомогательного узла          | ~20 000                        | ~24 000        | ~32 000       | ~34 000       |

Этот анализ предоставляет подробное сравнение четырех моделей мобильных буровых установок на самоходном шасси: ZG15/1125CS, ZG20/1580CS, ZG30/1700CS и ZG40/2250CS.

Важным аспектом, который следует выделить, является глубина бурения и ремонта. Например, ZG30/1700CS обеспечивает глубину бурения до 3000 метров и



глубину ремонта до 6500 метров, что делает ее оптимальным выбором для более глубоких скважин.

Ключевым параметром для оценки производительности является максимальная нагрузка на крюке. ZG40/2250CS выделяется в этом сравнении максимальной нагрузкой на крюке в 2250 кН, что делает ее мощным инструментом для выполнения сложных бурений.

Высота вышки также играет важную роль в эффективности буровой установки. Например, ZG20/1580CS обладает высотой вышки 35 метров, что может быть преимуществом при работе в условиях с ограниченным пространством.

Мощность двигателя является существенным фактором для обеспечения эффективности работы. ZG40/2250CS с двигателем мощностью 700-900 кВт является наиболее оптимальным выбором с высокой производительностью для решения основных задач в сфере бурения нефтяных скважин. Также стоит обратить внимание на характеристики передач, талевую систему и другие параметры, которые могут влиять на надежность и функциональность буровых установок.

Анализ энергопотребления в процессе шнекового бурения подчеркивает важность удельного энергопотребления как ключевого критерия эффективности. Основные энергетические затраты при шнековом бурении связаны с удалением разрушенной породы из ствола скважины. Цель снижения энергопотребления заключается в уменьшении удельного энергопотребления при сохранении производительности процесса бурения, при этом избегая значительных изменений в технологии или конструкции бурового оборудования.

Предложенные методы снижения энергопотребления включают:

*Применение вибрации:*

Этот метод включает использование осевых синусоидальных колебаний на буровом инструменте и колонне шнеков.

Вибрация способствует снижению крутящего момента, что в свою очередь улучшает эффективность процесса бурения.

Современное техническое обеспечение буровых установок позволяет создавать необходимые колебания, что делает этот метод перспективным.

*Выбор рейсовой или поточной технологии:*

Этот метод основан на выборе между двумя технологиями бурения: рейсовой и поточной.

Рейсовая технология предполагает проходку скважины одним рейсом, тогда как поточная включает короткие рейсы с транспортировкой породы спускоподъемным комплексом буровой установки.

Выбор между ними осуществляется с учетом минимизации энергопотребления при сохранении скорости бурения.

*Добавление воды в скважину:*

Метод включает в себя добавление воды в скважину, что согласно исследованиям может уменьшить требуемый крутящий момент и улучшить производительность шнекового транспортера на 30% [13].

Этот подход может быть эффективен, но требует наличие воды на участке бурения.

*Подбор инструмента и шнеков с рациональной геометрией:*

Оптимизация формы и параметров инструмента является ключевым аспектом этого метода.

Подбор инструмента с рациональной геометрией способствует улучшению его производительности, что может привести к снижению энергопотребления.

*Оптимальные параметры процесса бурения:*

Подбор оптимальных параметров процесса, таких как скорость подачи и частота вращения, является важным шагом в снижении энергопотребления.

Это включает в себя адаптацию параметров буровой установки под конкретные условия бурения.

*Полировка витков шнека:*

Снижение коэффициента трения на полках шнека может быть достигнуто путем полировки витков.

Этот метод направлен на снижение мощности, необходимой для транспортировки породы.

Рейсовое бурение, хотя и обладает энергоэффективностью, сталкивается с ограничениями в области применения. Эффективность этого метода требует, чтобы стенки скважины оставались стабильными при поднятом инструменте на протяжении длительного времени. Применение обсадных труб для укрепления стенок скважины усложняет процесс бурения и увеличивает энергопотребление. Рейсовое бурение может быть применено только в устойчивых грунтах.

Однако рейсовое бурение обладает преимуществами, такими как возможность снижения массы перевозимого инструмента. Для этого достаточно использовать один пилотный шнек и облегченные штанги без спиралей, что существенно уменьшает массу оборудования. Это особенно актуально при больших глубинах скважин, где для сохранения их геометрии могут быть установлены промежуточные шнеки в центре колонны.

Несмотря на относительно низкую производительность рейсового бурения, это ограничение может быть преодолено с помощью расширения парка станков [14]. Это позволяет снизить мощность каждого станка и соответственно их стоимость. Рационально применять рейсовое бурение при сейсморазведке, где требуется бурение большого количества скважин.

Выбор между рейсовым и непрерывным бурением зависит от конкретных условий бурения и потребностей. Например, при необходимости бурения в устойчивых породах и при наличии ограничений по топливу рейсовое бурение может быть предпочтительным вариантом. В то время как непрерывное бурение может ограничиваться мощностью станка и прочностью буровой колонны. Важно также учитывать, что поточный метод рекомендуется для малых диаметров шнека и бурения в неустойчивых породах, в то время как рейсовый метод подходит для больших диаметров и глубоких скважин.

Наконец, вибрация предоставляет эффективные способы повышения скорости бурения. Это включает передачу ударных нагрузок на инструмент и породу [15]. Применение вибрации в различных областях, включая бурение, демонстрирует потенциал этой технологии для дальнейших технико-экономических выигршей.

Ограниченная область применения, невозможность бурения в твердых породах, низкий процент чистого бурения (не более 25 %) и трудоемкость процесса очистки буровых зондов являются недостатками вибрационного бурения. Однако перспективное направление представляет собой вибровращательное бурение, где скорость бурения достигает 4-5 раз больших значений по сравнению с вибрационным методом [16].

Степень механизации определяется отношением числа механизированных операций к их общему числу. Механизация ведет к увеличению скорости проходки скважины, снижая время вспомогательных операций. Среди таких операций выделяются сборка-разборка колонны шнеков при спускоподъемной операции и наращивании, извлечение керна, и очистка шнеков от налипшей породы. Оптимальным подходом считается увеличение длины рейса, увеличение длины шнеков, и снижение времени разовых операций. В общем балансе времени эти операции могут составлять до 25 % [17].

Тем не менее, механизация сопровождается усложнением конструкции и увеличением массы оборудования.

### **Заключение.**

В результате проведенного исследования, возможно сделать несколько выводов. Рассмотренные методы снижения энергопотребления в шнековом бурении, такие как применение вибрации, выбор рейсовой или поточной технологии, добавление воды в скважину, подбор инструмента с рациональной геометрией и оптимизация параметров процесса бурения, представляют собой перспективные стратегии для уменьшения энергетических затрат.

Обсуждение преимуществ и ограничений рейсового и непрерывного бурения, а также рассмотрение вибрации как эффективного метода повышения скорости бурения, позволяет сделать вывод о необходимости комплексного подхода и индивидуального выбора методов в зависимости от условий и требований конкретного бурения.

Механизация и автоматизация операций также играет важную роль в увеличении скорости проходки скважины, но требует баланса между усложнением конструкции и увеличением массы оборудования.

В целом, необходимо отметить что, исследование выявляет множество факторов, влияющих на эффективность процесса бурения и использования в качестве приводатранспортных двигателей в буровых установках в нефтегазовой отрасли, предоставляя базу для дальнейших инноваций и оптимизации этого важного производственного процесса.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Тарасова Т. Ф., Байтелова А. И., Гурьянова Н. С. Оценка изменений абиотической составляющей экосистем в зоне влияния предприятий газовой промышленности. Оренбург: ГОУ ОГУ. 2013, С. 310-312.

[2] «AutoTrak Rotary Steerable Systems». Accessed April 23, 2020. <https://www.bhge.com/upstream/drilling/drilling-services/rotary-steerable-services>

[3] «PowerDrive Orbit Rotary Steerable System». Accessed April 23, 2020. <https://www.slb.com/drilling/bottomhole-assemblies/directional-drilling/powerdrive-orbit-rotary-steerable-system>

[4] «Geo-Pilot® Rotary Steerable Systems». Accessed April 23, 2020. <https://www.halliburton.com/en-US/ps/sperry/drilling/directional-drilling/geopilot-rotary-steerable-systems.html>

[5] Басалай Г.А. Практикум по скважинным разработкам месторождений полезных ископаемых. Минск, 2022. 34 с.

[6] «Cable-tool drilling (Percussion Drilling)». Accessed April 15, 2020. <https://oilfieldteam.com/en/a/learning/Cable-tool-drilling-280218>

[7] Ладенко Н.В. Потребители электроэнергии в нефтегазовой и горнодобывающей промышленности. - Москва, 2021. - 30 с.

[8] Алексеевский Г.В. Буровые установки Уралмашзавода.– М.: Недра, 1981. – 528 с.

[9] Колчерин В.Г., Ильиных А.И., Грамолин В.Н. Новое поколение буровых установок «Уралмаш» в западной Сибири. Справочное пособие. – Сургут, 2002. – 285 с.

[10] «Drilling Engineering» Lecture Notes. Heriot-Watt University, Edinburgh, 2015.

[11] Комплект привода постоянного тока. БМ-КПСС.00.00.000. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – НИЦ «Нефтегазбурмаш». – 22 с.

[12] Крец В.Г., Саруев Л.А., Лукьянов В.Г., Шадрин А.В., Шмурыгин В.А., Саруев А.Л. Буровое оборудование. Учебное пособие. – Томск, 2011. – 121 с.

[13] Башкатов А.Д. Прогрессивные технологии сооружения скважин. – Москва, 2003. 554 с.

[14] Бажутин А.Н., Голиков С.И., Зверюга А.А., Лучихин Ю.А. Механизация спускоподъемных операций в разведочном колонковом бурении. - М.: Недра, 1964. 112 с.

- [15] Башкатов Д.Н. Справочник по бурению скважин на воду. – Москва, 1979. – 560 с.
- [16] Афанасьев И.С. Душин А.И. Бурение скважин при разведке месторождений строительных материалов. – Л.: Недра, 1980. – 132 с.
- [17] R. Romagnoli. «Well Drilling and Completion» Lecture Notes. Politecnico di Torino, Turin, 2020.

## REFERENCES

- [1] Tarasova T. F., Bajtelova A. I., Gur'janova N. S. Ocenka izmenenij abioticheskoy sostavljajushhej jekosistem v zone vlijaniya predpriyatij gazovoj promyshlennosti. Orenburg: GOU OGU. 2013, S. 310-312.
- [2] «AutoTrak Rotary Steerable Systems». Accessed April 23, 2020. <https://www.bhge.com/upstream/drilling/drilling-services/rotary-steerable-services>
- [3] «PowerDrive Orbit Rotary Steerable System». Accessed April 23, 2020. <https://www.slb.com/drilling/bottomhole-assemblies/directionaldrilling/powerdrive-orbit-rotary-steerable-system>
- [4] «Geo-Pilot® Rotary Steerable Systems». Accessed April 23, 2020. <https://www.halliburton.com/en-US/ps/sperry/drilling/directional-drilling/geopilot-rotary-steerable-systems.html>
- [5] Basalaj G.A. Praktikum po skvazhinnym razrabotkam mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. Minsk, 2022. 34 s.
- [6] «Cable-tool drilling (Percussion Drilling)». Accessed April 15, 2020. <https://oilfieldteam.com/en/a/learning/Cable-tool-drilling-280218>
- [7] Ladenko N.V. Potrebiteli jelektrojenergii v neftegazovoj i gornodobyvajushhej promyshlennosti. - Moskva, 2021. - 30 s.
- [8] Alekseevskij G.V. Burovye ustanovki Uralmashzavoda.– M.: Nedra, 1981. – 528 s.
- [9] Kolcherin V.G., Il'inyh A.I., Gramolin V.N. Novoe pokolenie burovnyh ustanovok «Uralmash» v zapadnoj Sibiri. Spravochnoe posobie. – Surgut, 2002. – 285 s.
- [10] «Drilling Engineering» Lecture Notes. Heriot-Watt University, Edinburgh, 2015.
- [11] Komplekt privoda postojannogo toka. BM-KPSS.00.00.000. Tehnicheskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii. – NIC «Neftegazburmash». – 22 s.
- [12] Krec V.G., Saruev L.A., Luk'janov V.G., Shadrina A.V., Shmurygin V.A., Saruev A.L. Burovoe oborudovanie. Uchebnoe posobie. – Tomsk, 2011. – 121 s.
- [13] Bashkatov A.D. Progressivnyye tehnologii sooruzhenija skvazhin. – Moskva, 2003. 554 s.
- [14] Bazhutin A.N., Golikov S.I., Zverjuga A.A., Luchihin Ju.A. Mehanizacija spuskopodzemnyh operacij v razvedochnom kolonkovom burenii. - M.: Nedra, 1964. 112 s.
- [15] Bashkatov D.N. Spravochnik po bureniju skvazhin na vodu. – Moskva, 1979. – 560 с.
- [16] Afanas'ev I.S. Dushin A.I. Burenie skvazhin pri razvedke mestorozhdenij stroitel'nyh materialov. – L.: Nedra, 1980. – 132 s.
- [17] R. Romagnoli. «Well Drilling and Completion» Lecture Notes. Politecnico di Torino, Turin, 2020.

**Сағыныш Нұрманова**, докторант, Kozybayev University, Петропавл, Қазақстан, nurmanova.saga@gmail.com

**Сергей Колисниченко**, PhD, Kozybayev University, Петропавл, Қазақстан, serega5@mail.ru

**Данияр Сагмединов**, ассистент-оқытушы, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, d.sagmedinov@alt.edu.kz

**Гүлжан Қаламбаева**, п.ғ.к., ассистент-профессор, Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан, f.kalambaeva@mail.ru

### МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНДАҒЫ ЖЫЛЖЫМАЛЫ БҰРҒЫЛАУ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНДА КӨЛІК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада мұнай-газ саласының жылжымалы бұрғылау қондырғыларында қолданылатын көлік қозғалтқыштарының тиімділігін арттырудың инновациялық стратегиялары қарастырылады. Зерттеу қозғалтқыштардың жұмысын оңтайландыруға, қуат тұтынуды азайтуға және қоршаған ортаға әсерді азайтуға бағытталған инновациялық технологияларға бағытталған. Мақалада мұнай-газ өнеркәсібінде энергияны тұрақты және тиімді пайдалану үшін перспективалық шешімдерді ұсына отырып, көлік жүйелерін дамытудың заманауи тенденциялары талданады. Зерттеу нәтижелерін өнімділікті арттыру және экологиялық әсерді азайту мақсатында инженерлер, дизайнерлер және мұнай-газ бұрғылау мамандары талап ете алады.

**Түйінді сөздер.** Көлік жүйелері, бұрғылау қондырғылары, көлік қозғалтқыштары, отын, әдістеме.

**Sagynysh Nurmanova**, doctoral student, Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan, nurmanova.saga@gmail.com

**Sergey Kolisnichenko**, PhD, Kozybayev University, Petropavlovsk, Kazakhstan, serega5@mail.ru

**Daniyar Sagmedinov**, assistant-lecturer, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, d.sagmedinov@alt.edu.kz

**Gulzhan Kalambayeva**, candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Academy of logistics and transport, Almaty, Kazakhstan, f.kalambaeva@mail.ru

### INNOVATIVE APPROACHES TO IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT ENGINES IN MOBILE DRILLING RIGS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY

**Abstract.** This article discusses innovative strategies for improving the efficiency of transport engines used in mobile drilling rigs in the oil and gas industry. The research focuses on innovative technologies aimed at optimizing engine performance, reducing energy consumption and reducing environmental impact. The article analyzes current trends in the development of transport systems, offering promising solutions for sustainable and efficient use of energy in the oil and gas industry. The results of the study may be in demand by engineers, designers and specialists in the field of oil and gas drilling in order to increase productivity and reduce environmental impact.

**Keywords.** transport systems, drilling rigs, transport engines, fuels, methodology.

\*\*\*\*\*