

Заключение. Проект имеет значительный потенциал для дальнейшего развития. Возможна реализация функций работы в виртуальном пространстве, добавление новых объектов с возможностью детального взаимодействия, а также внедрение элементов геймификации для повышения вовлеченности студентов [3]. Одним из перспективных направлений является интеграция технологий виртуальной реальности, что позволило бы создать еще более глубокий эффект присутствия и максимально приблизить виртуальный опыт к реальной работе в лабораторных условиях. Это особенно актуально в рамках подготовки специалистов, чья будущая деятельность связана с использованием сложного технического оборудования и высокоточных установок.

Литература

1. Шапович Е. Г. Виртуальная экскурсия как средство повышения имиджа учреждения высшего образования / Е. Г. Шапович, Ю. Е. Горбач, А. В. Шах / Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы IX Международной научно-практической конференции / под общ. ред. М. Н. Краснянского ; ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ» — С. 154–159.

2. Шах, А. В. Создание трехмерной модели учебных корпусов университета с использованием аддитивных технологий / А. В. Шах, А. В. Тукай, Д. А. Литвинко // Инновационное станкостроение, технологии и инструмент : материалы II Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 28–29 нояб. 2024 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. М. И. Михайлова. — Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2025. — С. 52–53.

3. Грушевский, К. Н. Создание виртуальной лаборатории аддитивных технологий в Unity / К. Н. Грушевский, А. Н. Коваль, А. В. Шах // Наука – практике : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 17 мая 2024 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т ; редкол.: В. В. Климук (гл. ред.) [и др.]. – Барановичи : БарГУ, 2024. — Ч. 1. — С. 194-196.

УДК 622.24

БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОСЦИЛЛЯТОРА

Шемлей А.Р. (студент гр.НР-31)

*Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого
г. Гомель, Республика Беларусь*

Актуальность. Развитие наклонно-направленного и горизонтального бурения привело к значительному усложнению профилей скважин и росту протяжённости участков с большим отходом от вертикали. В таких условиях

бурильная колонна испытывает повышенные силы трения, что приводит к ухудшению передачи осевой нагрузки на долото, увеличению крутящего момента и риску возникновения различных технологических осложнений, включая дифференциальные прихваты и ухудшение управляемости компоновки [1, 2]. Поэтому важным направлением совершенствования технологий бурения является применение оборудования, способного снижать силы трения и стабилизировать работу компоновки. Одним из наиболее эффективных решений является использование осцилляторов вибрационного действия [3].

Цель работы - анализ конструкции, принципа работы и технологической эффективности осциллятора и связанного с ним генератора импульсов при строительстве наклонно-направленных скважин, а также оценка перспектив внедрения данной технологии в серийное буровое производство.

Технология применения осциллятора основана на создании малоамплитудных продольных вибраций, способствующих снижению сил трения между колонной и стенками ствола. Осциллятор представляет собой устройство объёмного действия, работающее за счёт энергии потока промывочной жидкости. Его конструкция включает силовую секцию, клапанно-подшипниковую секцию и секцию иницирования колебаний — генератор импульсов. Силовая секция служит для создания вращательного движения ротора, который взаимодействует с клапанной парой. Последняя обеспечивает периодическое перекрытие проходного сечения промывочной жидкости, создавая пульсации давления. Эти пульсации передаются генератору импульсов, где посредством подпружиненного сердечника превращаются в механические продольные колебания, распространяющиеся вдоль бурильной колонны. Клапанная пара, являющаяся одним из ключевых узлов системы, состоит из подвижного и неподвижного клапанов. За счёт циклического смещения проходных отверстий поток жидкости периодически сужается, и давление возрастает до максимального значения. Затем, при совпадении отверстий, давление падает до минимума. Частота данного процесса достигает 16–17 Гц при оптимальных расходах жидкости. В результате формируется устойчивая вибрация, которая обеспечивает снижение статического и динамического трения [4]. Генератор импульса, установленный над осциллятором, воспринимает изменения давления и преобразует их в севое перемещение сердечника. Таким образом вибрации передаются всей компоновке низа бурильной колонны.

Применение осциллятора оказывает комплексное воздействие на процесс бурения. В первую очередь снижается трение, благодаря чему повышается эффективность передачи осевой нагрузки на долото. Это особенно важно при бурении в режиме скольжения, когда отклонитель фиксирован и изменение траектории осуществляется за счёт управления нагрузкой и углом инструмента. В условиях плотного контакта колонны со стенками ствола передача веса на долото затруднена, что приводит к снижению механической

скорости проходки. Использование осциллятора позволяет устранить часть сопротивлений и стабилизировать поведение компоновки. Сравнительный анализ показывает, что применение осциллятора обеспечивает значительное улучшение показателей работы по сравнению с традиционной технологией бурения без вибрационного оборудования. Повышение механической скорости проходки в режиме скольжения достигается за счёт более эффективной передачи нагрузки, снижения паразитных усилий и уменьшения времени на корректировку траектории. При этом технология остаётся относительно простой в эксплуатации и не требует изменения стандартных параметров бурового раствора, за исключением соблюдения требований по плотности и содержанию твёрдой фазы. Ограничением является необходимость поддержания оптимальной подачи буровых насосов, поскольку снижение расхода может привести к уменьшению эффективности генерации вибраций, а превышение допустимого диапазона — к риску эрозионных повреждений оборудования.

Заключение. По результатам анализа можно сделать вывод, что технология применения осциллятора является перспективным направлением для использования в условиях сложного наклонно-направленного бурения. Она сочетает высокую техническую эффективность, относительную простоту внедрения и значительное снижение вероятности технологических осложнений. Дальнейшие исследования могут быть направлены на совершенствование параметров генерации вибраций, повышение стабильности работы оборудования при изменяющихся гидравлических условиях и разработку адаптивных систем управления, автоматически регулирующих характеристики вибраций в зависимости от условий в стволе скважины.

Благодарность. *Выражаю признательность научному руководителю старшему преподавателю кафедры «НГРиГПА» Шепелевой Ирине Сергеевне, а также сотрудникам отдела бурения БелНИПИнефть за консультацию и помощь при написании данной работы.*

Список литературы

1. Абдуллин А. У., Чуктуров Г. К. Повышение эффективности строительства скважин применением осциллятора в процессе направленного бурения в составе КНБК // *Инновационная наука.* – 2024. – №. 1-2. – С. 33-36.
2. Уссаев В. Г. Технология разработки низкопроницаемых, неоднородных коллекторов с применением горизонтальных скважин // *Наука и мировоззрение.* – 2025. – Т. 1. – №. 38. – С. 280-288.
3. Байковский, Д. И. Оптимизированный подход к проектированию профилей скважин с протяженным горизонтальным окончанием / Д. И. Байковский, А. М. Жуковский, Р. Е. Гутман // *Современные проблемы машиноведения : сборник научных трудов : в 2 частях / Министерство образования Республики Беларусь, Гомельский государственный технический*

УДК 622.234.573

ГИДРОРАЗРЫВ ПЛАСТА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Шестопалов В.Ю., (студент, гр. НР-21)

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Республика Беларусь*

Актуальность. В современных условиях нефтедобычи возрастает роль трудноизвлекаемых запасов, сосредоточенных в низкопроницаемых и неоднородных коллекторах [1]. Гидравлический разрыв пласта (ГРП) является ключевым методом интенсификации притока углеводородов, однако его применение в сложных геологических условиях, особенно в горизонтальных скважинах, требует точного прогнозирования и оптимизации технологических параметров [2, 3]. Особую сложность представляет моделирование взаимодействия множественных трещин в пористой среде под напряжением, что необходимо для повышения экономической эффективности и снижения рисков [4].

Цель работы – анализ и обобщение результатов исследований по моделированию процесса гидроразрыва пласта и оптимизации параметров многозонного ГРП в горизонтальных скважинах для повышения эффективности разработки трудноизвлекаемых запасов.

Анализ полученных результатов. В качестве объекта исследования рассмотрены низкопроницаемые неоднородные коллекторы, разрабатываемые с применением горизонтальных скважин с многозонным ГРП. Для моделирования таких сложных процессов, как показано в работе Т.Т. Гарипова, необходимы комплексные математические модели, учитывающие напряженно-деформированное состояние породы (уравнения Био), фильтрацию жидкостей и определение зон разрушения по критерию Кулона-Мора. Использование метода опорных операторов позволяет проводить расчеты на нерегулярных сетках, что критически важно для адекватного описания неоднородной геологической среды.

Проведенный анализ практических данных на Приобском месторождении (Бархатов Э.А., Яркеева Н.Р.) выявил ключевые зависимости дебита скважины от числа трещин ГРП и длины горизонтального участка. Установлено, что прирост дебита существенно замедляется при числе трещин более 8-10, а график становится пологим. При большом количестве трещин влияние их размеров снижается, а доминирующим фактором становится протяженность ствола скважины.