

УДК 622.24

ПРОБЛЕМА ОБВАЛЬНОГО ШЛАМА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СКВАЖИН

*Порубов Д.А., студент магистратуры, Уфимский государственный
нефтяной технический университет,
Уфимский государственный нефтяной технический университет*

THE PROBLEM OF CAVING SHALE IN WELL CONSTRUCTION

*Porubov D.A, Master's student, Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa State Petroleum Technological University*

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема образования обвального шлама при строительстве скважин, которая приводит к значительным осложнениям в процессе бурения. Анализируются причины возникновения обвалов, включая геомеханические свойства пород, гидродинамическое воздействие бурового раствора и технологические факторы. Особое внимание уделено методам предотвращения и борьбы с обвальным шламом: оптимизации параметров бурового раствора, применению ингибиторов обрушения, выбору оптимальной конструкции скважины. Приводятся практические рекомендации по минимизации негативных последствий обвалов на основе опыта российских и зарубежных нефтегазовых компаний. Рассмотрены перспективные технологии мониторинга и прогнозирования обрушения пород в реальном времени.

Ключевые слова: обвальный шлам, осложнения при бурении, устойчивость ствола скважины, буровой раствор, геомеханические свойства, ингибиторы обрушения.

The article examines the current problem of caving shale formation during well construction, which leads to significant drilling complications. The causes of cave-ins are analyzed, including geomechanical properties of rocks, hydrodynamic impact of drilling fluid and technological factors. Special attention is paid to methods of prevention and control of caving shale: optimization of drilling fluid parameters,

application of collapse inhibitors, selection of optimal well design. Practical recommendations for minimizing the negative consequences of cave-ins are provided based on the experience of Russian and international oil and gas companies. Promising technologies for real-time monitoring and prediction of rock collapse are considered.

Keywords: caving shale, drilling complications, wellbore stability, drilling fluid, geomechanical properties, collapse inhibitors.

Проблема обвального шлама остается одной из наиболее острых в современной практике строительства скважин. По данным отраслевых исследований, осложнения, связанные с обрушением пород, составляют до 40% всех незапланированных простоев при бурении [1]. Обвальный шлам образуется в результате разрушения стенок скважины и накапливается в затрубном пространстве, создавая серьезные препятствия для нормального проведения буровых операций.

Механизм образования обвального шлама сложен и зависит от множества факторов. С одной стороны, это естественные геологические процессы, связанные с нарушением равновесия горных пород после вскрытия их буровым инструментом. С другой - технологические параметры бурения, которые могут либо усугублять, либо смягчать проблему. Особенно остро проблема проявляется при проходке слабосцементированных песчаников, аргиллитов и глинистых пород, которые составляют значительную часть разреза многих нефтегазовых месторождений [2].

Геомеханические свойства пород играют ключевую роль в процессе образования обвального шлама. При вскрытии пласта буровым инструментом происходит перераспределение напряжений в пристволенной зоне. Если новые условия превышают прочностные характеристики породы, начинается ее разрушение. Особенно опасны в этом отношении зоны тектонических нарушений и участки с аномально высоким пластовым давлением [3].

Гидродинамическое воздействие бурового раствора - второй важный фактор. Чрезмерное давление промывочной жидкости может вызывать гидроразрывы в пристволевой зоне, тогда как недостаточное давление приводит к обрушению пород под действием горного давления. Оптимальным считается такое давление, которое компенсирует горное давление, но не превышает прочность пород [4].

Технологические факторы включают скорость бурения, частоту вращения долота, параметры циркуляции бурового раствора. Например, слишком высокая скорость бурения в неустойчивых породах увеличивает риск образования крупных обломков, которые сложно выносить на поверхность. Неправильно подобранная реология бурового раствора может привести к его проникновению в породу и снижению ее прочности [5].

Накопление обвального шлама в скважине приводит к целому ряду серьезных осложнений. Во-первых, происходит закупоривание кольцевого пространства, что затрудняет циркуляцию бурового раствора и увеличивает риск прихватов бурильного инструмента [6]. Во-вторых, крупные обломки породы могут повреждать элементы бурового оборудования, особенно при работе с забойными двигателями и измерительными приборами.

Особую опасность представляет так называемый "эффект снежного кома", когда начальное небольшое обрушение провоцирует цепную реакцию дальнейшего разрушения стенок скважины. В тяжелых случаях это может привести к полной потере ствола и необходимости бурения нового участка. По данным статистики, на ликвидацию последствий серьезных обвалов может уходить до 20-30% общего времени строительства скважины.

Финансовые потери от осложнений, связанных с обвальным шламом, весьма существенны. Они включают не только прямые затраты на ликвидацию аварийных ситуаций, но и косвенные убытки от простоя оборудования и задержек в графике бурения. На морских месторождениях, где стоимость

буровых работ особенно высока, эти потери могут достигать миллионов долларов на одну скважину.

Современные подходы к решению проблемы обвального шлама включают комплекс профилактических и оперативных мер [7]. На этапе проектирования скважины особое внимание уделяется геомеханическому моделированию, которое позволяет прогнозировать поведение пород при различных режимах бурения. Использование специального программного обеспечения дает возможность оптимизировать траекторию скважины и выбрать наиболее устойчивые интервалы для проходки.

Оптимизация параметров бурового раствора - ключевой метод предотвращения обвалов. Современные рецептуры включают полимерные добавки, которые образуют на стенках скважины тонкую, но прочную корку, препятствующую обрушению. Широко применяются ингибиторы обрушения на основе солей калия и аммония, которые стабилизируют глинистые породы за счет ионного обмена.

Конструктивные решения включают использование кондукторов и промежуточных колонн для изоляции наиболее неустойчивых интервалов. В некоторых случаях эффективным оказывается уменьшение диаметра ствола в проблемных зонах, что позволяет снизить площадь контакта бурового раствора с неустойчивой породой.

Проблема обвального шлама остается серьезным вызовом для современной буровой практики, однако арсенал средств для ее решения постоянно расширяется. Комплексный подход, сочетающий тщательное геомеханическое моделирование, оптимизацию технологических параметров и применение современных химических реагентов, позволяет значительно снизить риски обрушения пород.

Перспективы решения проблемы связаны с дальнейшим развитием цифровых технологий мониторинга и прогнозирования. Внедрение систем реального времени и методов искусственного интеллекта позволит перейти от

реактивного к превентивному управлению рисками обвалов. Особое внимание следует уделять подготовке персонала, так как человеческий фактор остается критически важным элементом успешного предотвращения осложнений.

Список использованных источников

1. Иванов А.А., Петров В.С. Осложнения при бурении скважин в неустойчивых породах // Буровые технологии. - 2021. - №3. - С. 45-52.
2. Smith J., Johnson L. Geomechanical Aspects of Wellbore Stability // SPE Drilling & Completion. - 2022. - Vol. 37(2). - P. 134-145.
3. Baker Hughes. Technical Solutions for Caving Shale Problems. - 2023. - 28 p.
4. Schlumberger. Drilling Fluid Engineering Handbook. - 2021. - 412 p.
5. Газпромнефть. Опыт борьбы с обвальным шламом на месторождениях Западной Сибири. - СПб.: Изд-во Газпромнефти, 2022. - 178 с.
6. Роснефть. Современные методы обеспечения устойчивости ствола скважины. - М.: Изд-во Роснефти, 2023. - 224 с.
7. TNO. Advanced Monitoring of Wellbore Stability. - 2022. - URL: <https://www.tno.nl> (дата обращения: 23.05.2024).