

ПРИМЕНЕНИЕ И ОБОСНОВАНИЕ ИНГИБИРОВАННЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Мирзаев Эргаш Сафарович – доцент Каршинского инженерно-экономического института
(г. Карши, Узбекистан)

Аннотация. В статье рассматриваются требования к буровому раствору, его приготовлению, водопроницаемости, плотности, вязкости буровых растворов, статическим сдвиговым параметрам и добавляемым к ним смазочным материалам, а также определение параметров фильтрации.

Ключевые слова: горизонтальный ствол, контакт, отложения, эрозия, коллекторские свойства, смачивание, свойства горных пород, гидратация.

Annotation. The article discusses the requirements for drilling fluid, its preparation, water permeability, density, viscosity of drilling fluids, static shear parameters and lubricants added to them, as well as the determination of filtration parameters.

Key words: horizontal trunk, contact, deposits, erosion, reservoir properties, wetting, rock properties, hydration.

Введение

В процессе бурения встречаются пласты с различной геологической структурой. Для каждого геологического пласта подбираются подходящие буровые растворы. Механическая прочность стенки скважины напрямую связана с механическими свойствами горной породы и составом применяемого бурового раствора.

В настоящее время в практике широко применяется процесс наклонного бурения скважин, то есть строительство скважины с большим отклонением от вертикальности. Эти методы строительства скважин очень эффективны и экономичны после ввода в эксплуатацию по сравнению с бурением вертикальных скважин. При строительстве скважин такого типа поверхность контакта с продуктивным пластом большая и дебит скважины высокий. [1].

В большинстве случаев скважины, заканчивающиеся горизонтальным стволом, бурятся параллельно плоскости расслоения коллекторов. Другими словами, образуется большая площадь контакта с коллектором. Что касается вертикальных скважин, то эта скважина пересекает плоскость стратифицированных коллекторов под углом 90°. Поэтому в настоящее

время целесообразно проектировать скважины с горизонтальным стволом или заканчиванием с большим углом отклонения от вертикали. Строительство скважин данного типа целесообразно, когда коллекторы расположены вертикально, а траектория скважины пересекает несколько вертикальных зон бурения. С точки зрения бурения наиболее эффективным является контроль за траекторией скважины.

При выполнении строительства скважин с горизонтальным стволом это связано с прочностью стенки скважины, процессом очистки горизонтальной или наклонной части скважины от накипи, а также проблемами вывода накипи на поверхность. Для поиска решения этих проблем проводится множество исследований.

Устойчивость (прочность) стенки скважины связана со следующими процессами: эрозией стенки скважины, сжатием труб, потерей циркуляции жидкости. Эти перечисленные процессы занимают 40-44% всего продуктивного времени, то есть в течение этого времени камнеомы не перемещаются в течение времени, указанного в проекте. Такие финансовые ситуации влекут за собой значительные затраты, и для их покрытия сервисные и частные компании взимают 10-20% авансовых затрат.

Давайте рассмотрим три фактора, разрушающих прочность горных пород и снижающих их прочность:

1. Механическая промывка горных пород потоком промывочной жидкости. При этом под действием бурового раствора вымываются слабые породы и их цементы, то есть повреждается стенка скважины.

2. Изменение напряженного состояния в зоне ствола скважины. Горизонтальное, вертикальное, латеральное (горное) давление вызывает деформацию горных пород при их раскрытии, особенно при наличии в сдвигах влажных и пластичных глин.

3. Физико-химическое и химическое воздействие промывочной жидкости на горные породы ствола скважины в призабойной зоне скважины. Химическая эрозия определяется физико-химическими процессами, которые происходят при взаимодействии стенок с фильтратом раствора. Эти процессы зависят от типа параметров, состава используемого бурового раствора, минеральности породы и химического состава пластовых флюидов [2].

Решение этих проблем связано с повышением эффективности строительства скважин с большим отклонением от крутизны, снижением финансовых затрат и сокращением периода простоя.

Исследование проблем прочности стенок скважин. Механическая прочность стенки скважины тесно связана с механическими свойствами породы. Породы располагаются в земной коре в виде плотных или мягких агрегатов.

Известно, что по происхождению горные породы делятся на метаморфические, магматические и остаточные (осадочные) типы. Основными породообразующими минералами являются: гидрофильные глинистые минералы (монтмориллонит, каолинит и др.), силикаты (полевые шпаты, слюды, пироксены, амфиболы), группы кварца (кварц, кремний, халцедон и др.), карбонаты (кальцит, доломит). и водорастворимые материалы (гипс, галит и др.) [1].

В данной работе основное внимание уделено изучению осадочных горных пород. Осадочные породы образуются в результате постепенного накопления осадков. К таким типам горных пород относятся песчаник, сланец, известняк, торф, бурый уголь, антрацит, каменная соль и другие. При бурении нефтяных и газовых скважин часто встречаются породы, состоящие из следующих минералов: карбонатных (кальцит, доломит), оксидных (кварц и др.), глинистых (каолинит, монтмориллонит и др.), сульфатных (гипс, ангидрит, барит). Глинистые минералы представляют собой водные алюмосиликаты, характеризующиеся небольшими размерами и зернистой структурой.

По строению горные породы подразделяются на кристаллические, аморфные и зернистые. Кристаллические горные породы образуются в результате химических реакций и образуются в земной коре или осаждаются из водных растворов. К этим типам горных пород относятся соли, гипс, мел, доломиты, ангидриты, известняки и органические породы, являющиеся последними продуктами жизнедеятельности организмов.

Породы бывают однородными (однородными), неоднородными, изотропными и анизотропными. Изотропные породы обладают одинаковыми свойствами во всех направлениях, тогда как анизотропные породы имеют разные свойства в разных направлениях. Прочностные и упругие свойства горных пород отличаются друг от друга в зависимости от направления силы, действующей на плоскость расслоения.

Характерной особенностью горных пород является изменение формы, целостности и размеров под действием внешних сил, а также их механических свойств.

Механические свойства включают в себя следующие понятия: прочность горных пород (теоретическая и техническая), твердость, упругость, пластичность.

Прочность горных пород – это способность воспринимать воздействие силы при определенных условиях, не нарушая структуру.

Твердость породы – это свойство устойчивости к воздействию инородных тел.

Упругость — свойство изменять форму и размеры горной породы под действием силы, а также восстанавливать исходное состояние после снятия с нее силы.

Пластичность — это способность горной породы изменять свою форму и размеры под действием силы, а также сохранение остаточной деформации после снятия с нее силы.

В нормальных условиях принято делить горные породы на хрупкие и пластичные. По мнению российского ученого В.С. Федорова, эти параметры рассматриваются как состояние тела, а не свойство материала. Понятие о состоянии горной породы состоит из следующего: структура, дефекты и смещения принадлежат самим зернам, их поверхности и веществу, температуре и действию на них сил и их величине. тело [3].

Хрупкое выветривание – это внезапное, неожиданное разрушение горной породы. Этот процесс предназначен для твердых пород.

Пластическая деформация — это процесс быстрого увеличения деформации, когда напряжение увеличивается или уменьшается незначительно, что в конечном итоге приводит к разрыву. Этот тип излома характерен для пластичных пород, таких как соляные и глинистые сланцы.

Тектоническое напряжение – это давление, оказываемое подстилающей горной породой, а состояние, рассматриваемое при испытании горных пород, называют напряженными состояниями под действием гравитационных сил [2]. Суммарная сумма этих факторов определяет горное давление $R_{гр}$, которое представляет собой объемную плотность расположенных выше горных пород, определяемую в зависимости от плотности ρ_0 .

$$R_{гр} = \rho_0 g H, \quad (1)$$

где g - ускорение свободного падения; H - рассматриваемая глубина.

Горные давления влияют на боковые давления, в основе которых лежит сопротивление изолированного массива горных пород радиальным деформациям. Значение плотности ρ_0 обычно принимают равным $2,3 \text{ г/см}^3$, поэтому градиент геостатического давления $S/H = 22,6 \text{ кПа/м}$. В осадочных бассейнах, образовавшихся в сравнительно недавнее время, объемная

плотность породы на поверхности невелика, а по мере углубления ее плотность увеличивается.

$$P_0 = J / (1 - \mu) - P_r, \quad (2)$$

где μ — коэффициент Пуассона.

Тогда остаточная порода достаточно уплотняется, между зернами образуется контакт и она воспринимает горное давление, независимое от твердого скелета и жидкости.

$$P_f = \rho_f g H, \quad (3)$$

где ρ_f — плотность жидкости в пористой среде; H — глубина.

Породы по своей природе вязкоупругие, и вертикальные напряжения вызывают горизонтальные образования. По мнению Итона, горизонтальные составляющие распределены равномерно и определяются с помощью коэффициента Пуассона:

$$W = C_p / C_v, \quad (4)$$

Здесь C_p — относительная поперечная деформация; C_v — относительная продольная деформация.

Это выражение основано на том же предположении, что осадочные породы помещены в замкнутый твердый объем, в котором не происходит латеральных смещений. При этом возникновение крупных смещений земной коры указывает на противоположные факторы. Исследователи Уиллис и Хабберт отмечают в своей работе, что горизонтальные напряжения меняют проявление тектонических сил на протяжении геологического времени. Это три неравных составляющих напряжения в породе, действующие друг на друга под прямым углом и фактически сливающиеся в одну точку: напряжения, не зависящие от наибольшего главного направления — σ_z , амплитуда согласно напряжению в главном пролете — σ_x , наименьшее напряжение — σ_y . Когда разница между σ_z и σ_x превышает прочность породы, напряжение падает и уменьшается, а затем медленно возрастает.

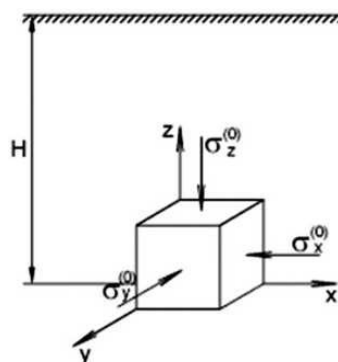


Рис. 1. Схемы возникновения главных напряжений в земной коре.

Мы рассмотрим состояние породы во всех аспектах, ее сжатие под воздействием жидкостей и воды. От ученых Л.А. Шрейнер и Б.В. Байдюк исследовали влияние напряженного состояния и влаги на прочность глинистых пород в скважинах. Они пришли к выводу, что пластичные породы сохраняют свою прочность в отсутствие влаги до определенной глубины.

В настоящее время для поддержания параметров растворов и эффективной очистки скважин от отложений в раствор добавляют поверхностно-активные вещества (СФМ), которые при растворении в водном буровом растворе с СФМ фактически уменьшают поверхностную энергию породы и понижают ее прочность и твердость (по эффекту П.А. Ребиндера) [4].

Наклонно-направленное бурение скважин требует циркуляции высокого давления для качественной очистки скважины от отложений и высокоскоростного бурения. Но для достижения высоких результатов учитываются следующие факторы: копание, скорость перемещения, изменение пространственного угла (искривление), зажатие и ожидаемый абразивный износ бурового инструмента, контроль давления.

При проектировании скважин с большим отклонением от вертикали очень важно определить плотность бурового раствора, то есть обеспечить прочность стенки в открытом стволе. Во многих случаях плотность бурового раствора, необходимая для стабилизации в вертикальных разведочных и оценочных скважинах, отличается от плотностей, используемых для диагностики таких скважин.

Основными задачами бурового раствора являются непрерывная очистка забоя скважины от мусора, вывод его на поверхность, очистка рабочего этапа породоразрушающего оборудования. Основная функция бурового раствора – охлаждение и смазка бурового инструмента (бурового долота, бурильной колонны), уменьшение сил трения о стенку скважины, предотвращение преждевременного расползания инструментов.

Кроме того, важнейшей функцией бурового раствора является создание давления на стенку скважины, что предотвращает попадание ненужных жидкостей в скважину и повреждение стенки скважины. Следует подчеркнуть, что величина давления, создаваемого буровым раствором, не должна превышать давление гидроразрыва пласта.

Вышеупомянутые задачи бурового раствора и его совместимость с состоянием бурящихся горных пород, стабильность, стойкость к коррозии, неосложненность и другие условия определяются физико-химическими

свойствами раствора. Плотность, реологические свойства, фильтрация раствора-емкость, удельное электрическое сопротивление, теплопроводность и удельная теплоемкость.

Фильтрационные и коагуляционные свойства. Как мы обсуждали выше, буровой раствор предотвращает потоки пластового флюида через ствол скважины. Вместо этого раствор проникает в проницаемые слои, а твердая фаза раствора проникает в поры и трещины стенки ствола и образует грязевые корки. Поскольку эта оболочка имеет низкую проницаемость, через нее проходят только фильтраты. Фильтрация делится на два типа: статическую и динамическую. Первый возникает при отсутствии циркуляции, то есть буровой раствор не препятствует росту фильтрующих оболочек. Описан второй тип, при котором происходит циркуляция, рост фильтрационной оболочки ограничен за счет эрозионного воздействия потока бурового раствора.

Все гидроксиды реагируют с глинистыми минералами при температуре выше 95 °С. Он слабо влияет на реологические свойства слабощелочных растворов, но при уменьшении щелочности эффективность понизителя вязкости снижается и наблюдается также обратное связывание. В зависимости от типа иона металла в гидроксиде это явление может оказывать существенное влияние на сильнощелочные растворы.

При повышении температуры возрастает ионная активность любого электролита и ионов солей, растворимых в любом растворителе.

Поведение различных типов буровых растворов сильно различается при высоких температурах. Растворы, приготовленные на минерализованной воде, относительно устойчивы, то есть высокое содержание в них электролитов препятствует диспергированию грязи. Растворы известняка имеют более высокое предельное статическое напряжение сдвига из-за реакции между гидроксидом и глинистыми минералами, но растворы кальция, обработанные SFM, остаются полностью стабильными при 180 °С.

В скважинах с большим отклонением от крутизны колебание плотности при циркуляции имеет более быстрые свойства по сравнению со скважинами с крутым заканчиванием.

Инженеры установили, что колебание эквивалентной плотности (ОЭЗ) в циркуляции существенно отличается от ранее запланированных значений. Концепция использования СЭЗГ в буровой деятельности заключается в учете влияния дополнительного давления, которое в любом случае возникновение циркуляции бурового раствора во времени связано с наличием давления на скважину.

Циркуляция эквивалентной плотности представляет большой риск в скважинах с большим отклонением от крутизны, поэтому величина колебания велика, а допустимое отклонение при большом значении мало.

При большой величине вибрации расстояние прохождения жидкости также велико, а вертикальная глубина значительно меньше. Особенно когда параметры буровых растворов слишком быстрые для поддержания качества процесса очистки ствола скважины, система бурового раствора имеет мало возможностей для управления параметрами. Температура и давление существенно влияют на параметры бурового раствора в скважинах с большим уклоном, чем крутизной.

Очень важно качественное планирование гидропромывки в скважинах с большим отклонением от крутизны, наличием ограничений по расходу и давлению насоса. Применяется в длинных скважинах с большим отклонением от крутизны и в коротких скважинах в зависимости от возможностей буровой установки.

В скважинах с большим отклонением от крутизны его можно использовать и для скважин небольшой глубины. Проблема расположения таких скважин на небольшой глубине подтверждается циркуляцией эквивалентной плотности (ЭЗТС), при которой пласты бурятся инструментами, часто расположенными на небольшой глубине, при этом соответствующие породы имеют низкую плотность (связность).

В результате используются бурильные трубы большого диаметра, чтобы избежать проблем с изгибом в таких скважинах.

Постоянное колебание эквивалентной плотности циркуляции разрушает устойчивость скважины, то есть такая ситуация связана с постоянным подключением и отключением насоса, а давление в стволе скважины постоянно колеблется. Такая ситуация часто возникает, когда горные породы хрупкие.

Ствол колодца деформируется из-за усталости, например, изгибается и гнется, как скребок. Его можно сгибать и сгибать несколько раз, не повреждая при этом структуру скребка. Аналогичные ситуации возникают в стволе скважины и при эквивалентной плотности циркуляции. Ствол скважины деформирован литологией, размерами и частотами колебаний эквивалентной плотности циркуляции.

Нестабильность ствола скважины вызвана взаимодействием бурового раствора и пластов глины.

Нестабильность ствола скважины возникает при несбалансированных операциях бурения и ГРП, а также при процессах гидротизации, что

приводит к образованию грязевых пород. Процессы гидратации в одном случае приводят к увеличению объема породы, а в другом - к нарушению целостности породы.

Использованные литературы.

1. Анализ состояния разработки нефтегазоконденсатного месторождения Крук и выдача рекомендаций по стабилизации добычи нефти: Отчет о НИР/ ОАО “ЎЗЛИТИНЕФТГАЗ”; Ответственный исполнитель Шахназаров Г.А. – Тошкент, 2009.

2. Антонова Э.О., Крилов Г.В., Прохоров А.Д., Степанов О.А. “Основы нефтегазового дела”, Учебник для вузов, Москва, ООО “Недра-Бизнесцентр”-2003. 307 стр.

3. Персиянцев М.Н. Совершенствование процессов сепарации нефти от газа в промысловых условиях.- М.: ООО “Недра-Бизнес центр”, 1999.-283 с.

4. Рачевский Б.С. «Сжиженные углеводородные газы», Москва, Изд-во «Нефти газ», 2009.-640 с., ил.

5. Сафиева Р.З. Химия нефти и газа. М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 2004.

6. Тронов В.П. Промысловая подготовка нефти.- Казань: “Фен”, 2000.-416 с.

7. Т.Р.Юлдашев, Э.С.Мирзаев, У.Бозоров. Требования к буровым растворам при заканчивании горизонтальных скважин. Учебник. Ташкент-типография. Ворис 2019 г.

8. Мирзаев Э.С., Самадов А.Х., Шопазаров Э.Б., Камолов Б.С., Солестойкие буровые растворы. Научный журнал-Международный академический вестник. г.Уфа. 2020. № 12 (44). с.100-102.

9. Eshkabilov H.K., Mirzaev E.S., Berdiev Sh.A., Structure and phase composition of the nitride-oxide coating after nitrooxidation//A Double Blind Refereed &Peer Reviewed International Journal, Impact Factor: Hariyana, India - October, 2021

10. Mirzaev E.S., Karimov. Y.L., Karimov. Z.Yo., Boimurodov N.A.,Technology for improving the quality of cementing for casing horizontal wells. // International scientific and practical journal on technical sciences "UNIVERSUM", Moscow, Russia January 1, 2022

11. Mirzayev E.S., Improving the technological quality of cementing of horizontal wells. Galaxy international interdisciplinary research journal (GIIRJ). Hariyana, India. June 2021
12. Mirzayev E.S., A.Kh. Samadov. The use of inhibited drilling mixtures to maintain the strength of the well. International scientific and practical journal "Economics and Society". Saratov, Russia. April 19, 2021.
13. Mirzayev E.S., Raxmatov X.B, Nomozov B.Y. Development of an oil and gas separator for separating foaming oils. International journal for innovative engineering and management research. Hyderabad, India. 29th January 2021.
14. Mirzayev E.S. Improving the technological quality of cementing of horizontal wells. Galaxy international interdisciplinary research journal (GIIRJ). Hariyana, India. June 2021
15. Raximov, G. (2023). Qobiq quvurli issiqlik almashinish qurilmasini konstrusiyasini o'zgartirish orqali issiqlik almashinish samaradorligini oshirish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 172-179.
16. Rakhimov, G. B., & Murtazayev, F. I. (2023). Increasing the efficiency of heat exchange by changing the construction of a shell-and-tube heat exchanger. In E3S Web of Conferences (Vol. 443, p. 03008). EDP Sciences.
17. Хурмаматов, А. М., & Рахимов, Г. Б. Повышение эффективности теплообмена путем совершенствования конструкции трубного теплообменного аппарата. EDITORIAL BOARD, 854.
18. Шоназаров, Э. Б., & Рахимов, Г. Б. (2021). Интенсификация аппарата воздушного охлаждения путем совершенствования его конструкции. Universum: технические науки, (5-5 (86)), 98-100.
19. GB, R. (2022). Corrosion protection of heat exchangers used on the device for amine cleaning of regeneration gases" shurtan oil and gas production department". Deutsche Internationale Zeitschrift für Zeitgenössische Wissenschaft, (32).
20. Rakhimov, G. (2023). Increasing regeneration efficiency by recycling alkanolamines. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 158-163.