

Обеспечение устойчивости глинистых пород при бурении наклонно направленных скважин на месторождениях северной части Западной Сибири.

Ипполитов В.В., Севедин Н.М., Усынин А.Ф.

На месторождениях деятельности филиала «Тюменбургаз» одним из приоритетным направлений является бурение скважин с наклонным профилем ствола. Скважины подобного вида бурят для решения различных задач:

- восстановления ранее пробуренных газоконденсатных валанжинских скважин на Уренгойском газоконденсатном месторождении (ГКМ) путём зарезки нового ствола в обсадной (эксплуатационной) колонне диаметром 168 мм. Максимальное значение зенитного угла – до 69 градусов;
- вскрытия залежи нефтяной оторочки Уренгойского ГКМ скважинами с горизонтальным окончанием, длина горизонтального участка до 300 м;
- вскрытия валажинской газоконденсатной залежи с низким пластовым давлением на Уренгойском ГКМ скважинами с зенитным углом до 72-74 градусов с целью увеличения видимой мощности пласта;
- вскрытия валанжинской залежи на Северо-Уренгойском ГКМ скважинами с большим (до 1500 м) отходом от вертикали и зенитным углом до 46 градусов в связи со спецификой обустройства месторождения.

С увеличением объёмов бурения глубоких наклонно направленных скважин важнейшее значение приобретают вопросы разработки мероприятий по борьбе с различного вида осложнениями. Наиболее частым из них является потеря устойчивости стенок скважины в трещиноватых глинистых породах, так называемых «шоколадных» глинах. В пределах значений зенитного угла от 42-45 до 68-72 градусов процесс осыпания глин во времени становится прогрессирующим и, как правило, заканчивается ликвидацией ствола.

Нарушение сплошности глин по керну характеризуется наличием прерывистой трещиноватости: параллельной напластованию, вертикальной и ориентированной диагонально под углом 30 градусов к вертикальной оси керна.

Пространственное развитие трещин обеспечивает миграцию фильтрата бурового раствора во взаимно пересекающихся направлениях. В радиусе влияния скважины отдельные участки глинистой толщи блокируются плёнкой жидкости, их связь с массивом пласта ослабляется.

При наличии диагональной трещиноватости разрушение горной породы даже в вертикальном стволе усиливается. В наклонной скважине с зенитным углом более 45 градусов вектор силового поля $P_{эф}$ направлен почти вертикально к её оси. Таким образом, стенка скважины испытывает максимальное нагружение. Данная зависимость подтверждается динамикой развития (увеличения размеров) каверны в «шоколадных» глинах с набором зенитного угла для скважин с диаметром долота 139,7; 215,9 и 295,3 мм

Для установления наиболее вероятных факторов снижения устойчивости стенок скважин в глинистых породах, в том числе при изменении зенитного угла, исследовали особенности кавернообразования в «шоколадных» глинах и в глинистых породах из других интервалов залегания с учётом фактора времени, состава и показателей технологических свойств бурового раствора. Исследованиями установили следующее.

Скорость деформационного разрушения стенок скважины в «шоколадных» глинах в 2-3 раза выше, чем в глинистых породах из верхних или нижних интервалов разреза скважины.

Диаметр каверны и скорость кавернообразования непосредственно в «шоколадных» глинах в несколько раз выше при использовании полимерных буровых растворов с малым содержанием твёрдой фазы (5-7-%) по сравнению с глинистыми буровыми растворами, содержащими 20-28% обломочной фракции выбуренных глинистых пород.

При снижении плотности глинистого бурового раствора от 1,19 до 1,10 г/см³ его разбавлением водными растворами полимеров, как показала практика, скорость кавернообразования в «шоколадных» глинах возрастает в 1,4-1,5 раза. Аналогичное явление наблюдается при очистке буровых растворов от избытка твёрдой фазы с использованием центрифуги.

В интервале 500-1376 м вертикального ствола с увеличением водоотдачи бурового раствора от 4 до 8 см³/30 мин скорость кавернообразования возрастает в 20 раз; в интервале 1336-2057 м с увеличением водоотдачи от 2 до 6 см³/30 мин скорость кавернообразования в глинистых породах с нормальной степенью уплотнения и однородной структурой возрастает приблизительно в 4 раза.

В «шоколадных» глинах (2642-2982 м) при водоотдаче полимерглинистого бурового раствора 6 см³/30 мин скорость деформационного разрушения стенок скважины примерно в 20 раз выше, чем при водоотдаче 2 см³/30 мин.

В соответствии с проектным технологическим регламентом вскрытие и разбуривание «шоколадных» глин на скважинных Уренгойского ГКМ при значении зенитного угла до 70 градусов предполагалось на буровом растворе с параметрами:

- плотностью – 1,07 г/см³;
- условной вязкостью – 32-35 с;
- фильтрацией – 4,0 см³/30 мин;
- СНС_{1/10мин} – 10/20 дПа;
- рН – 9,0.

Для выполнения данных условий на скважине 5272 при глубине 2869 м с помощью центрифуги буровой раствор очистили от избытка твёрдой фазы, плотность при этом снизилась с 1,14 до 1,09г/см³, фильтрация возросла до 3,7-3,8 см³/30 мин. Для пополнения объёма бурового раствора добавили 24 м³ водного раствора полимеров и 12 м³ нефти. Все указанные мероприятия в полной мере способствовали потере первого и второго ствола скважины 5272 в «шоколадных» глинах.

Аналогичная ситуация наблюдалась при бурении первого ствола скважины 5271. За счёт разбавления бурового раствора его плотность не превысила 1,16 г/см³, а содержание твёрдой фазы – 10%; фильтрацию снизить менее 2,8 см³/30 мин не удалось.

Бурению скважины 5273 соответствовали более благоприятные условия: зенитный угол в интервале «шоколадных» глин не превысил 40,5 градуса; наименьшее значение фильтрации составило 1,8 см³/30 мин; плотность бурового раствора – до 1,17 г/см³; содержание твёрдой фазы – 16 объёмных %; содержание углеводородного компонента – 16%. Частичное поглощение бурового раствора удалось стабилизировать, а затем полностью устранить с глубины 3118 м.

При бурении указанных скважин пополнение объёма бурового раствора осуществлялось водными растворами полимеров (КМЦ+Унифлор+Кет-Рас+Smectex). За счёт уменьшения плотности, вязкости, СНС и увеличения фильтрации «крепящие» свойства бурового раствора постоянно ухудшались.

Время, затраченное на проработку ствола, составило:

- по скважине 5273 – 71 ч при максимальном значении зенитного угла до 40,5 градуса;
- по скважине 5271 – 132 ч при максимальном значении зенитного угла до 49 градусов;

- по скважине 5272 – 271 ч при максимальном значении зенитного угла до 69 градусов.

Прослеживается зависимость увеличения продолжительности проработок от увеличения зенитного угла. Относительная величина продолжительности проработок в «шоколадных» глинах для значений зенитного угла 40,5; 49; 69 градусов соответственно составила 1,75; 2,69; 3,93 ч/градус.

Время на заготовку дополнительного количества бурового раствора, его обработку химическими реагентами и промывку скважины увеличилось:

- по скважине 5272 – до 291 ч;
- по скважине 5273 – до 112 ч;
- по скважине 5271 – до 110 ч.

Для решения поставленных проблем разработали практические рекомендации по химической обработке бурового раствора и регламентированию значений показателей его свойств при вскрытии и разбуривании всего комплекса «шоколадных» глин с учётом временного фактора устойчивости стенок скважины.

Практические рекомендации включают следующие этапы подготовки бурового раствора и бурения скважины.

1. Перед вскрытием интервала «шоколадных» глин за 200-250 м необходимо ликвидировать возможное частичное поглощение бурового раствора введением наполнителей и намывом в зоне поглощения кольматирующей глинистой корки. В качестве наполнителей использовать древесные опилки и ЦЕЛЛОТОН-Ф (сухой торф).

Уменьшить до минимальных значений потери бурового раствора во время СПО за счёт ограничения скорости спуска бурильного инструмента.

2. Для получения требуемого объёма бурового раствора производить заготовку глинистого раствора со стабилизацией реагентами КЛСП или ОТП и добавкой по циклу нефти. Пополнение объёма бурового раствора осуществлять постепенно (регулярно) без значительного изменения его параметров.

Исключить использование полимеров типа Унифлок, Kem-Pas, Smetecx для наработки бурового раствора за счёт его разбавления.

3. Бурение скважины производить с использованием бурового раствора вида: полимерглинистый эмульсионный, который из всех буровых растворов на водной основе отличается наиболее высокими ингибирующими свойствами

– максимальными значениями коэффициента устойчивости образцов глинистых пород.

Технологические параметры полимерглинистого эмульсионного бурового раствора в интервале поддерживать на уровне:

- плотность, г/см³ – 1,19 – 1,22;
- вязкость, с – 60-70;
- фильтрация, см³/30 мин – до 1,6;
- глинистая корка, мм – 0,5;
- рН – 9,5 – 10,5;
- СНС_{1/10 мин}, дПа – 35-50/60-120;
- коэффициент липкости глинистой корки – 0,05 – 0,1;
- пластическая вязкость, сПз – 25-45;
- динамическое напряжение сдвига, дПа – 100-140.

4. Состав бурового раствора должен соответствовать требованиям:

- содержание бентонита, массовые % - 5,5 – 6,0;
- содержание углеводородного компонента, объёмные % - 18,0 – 22,0;
- содержание твёрдой фазы, объёмные % - до 15,0-20,0; массовые % - до 22,0-30,0.

5. Подготовка к вскрытию «шоколадных» глин предусматривает химическую обработку бурового раствора с целью его стабилизации и снижения значений показателя фильтрации путём насыщения реагентами комплексного действия: – КЛСП (карболигносульфонатом пековым) и ОТП (омыленным таловым пеком). Фильтрация на уровне 2-3 см³/30 мин.

Время с момента вскрытия «шоколадных» глин до спуска обсадной колонны не должно увеличиваться за счёт дополнительных работ, не предусмотренных проектом или регламентом, и быть минимальным (не превышать 10 суток).

Промышленные испытания нового состава бурового раствора с заданными значениями показателей технологических свойств в соответствии с «Практическими рекомендациями» провели при бурении второго ствола скважины 5271 Уренгойского ГКМ. Значения зенитного угла с глубины вскрытия «шоколадных» глин до окончания бурения под эксплуатационную колонну изменилось от 49 до 68 градусов.

На бурение израсходовано 5,68 т. КЛСП и до 60 м³ нефти, что обеспечило высокое качество эмульсии (первого рода) и низкие значения фильтрации

(водоотдачи). Предшествующее вскрытию «шоколадных» глин поглощение ликвидировали полностью добавками Целлотон-Ф и древесных опилок.

Уже в результате промышленных испытаний нового бурового раствора достигнуто практически полное решение существующей проблемы обеспечения устойчивости и целостности ствола скважины в осыпающихся глинистых породах.

Для сравнения: на бурение и проработку в интервале 2800-3064 м первого ствола скважины 5271 затрачено 624 ч, на зарезку второго ствола (проработку и бурение) в интервале 2800-3320 м затратили 379 ч.

К спуску эксплуатационной колонны приступили через четверо суток после проведения соответствующих подготовительных работ и геофизических исследований, при этом каких-либо осложнений в стволе скважины отмечено не было.

Использование «Практических рекомендаций» и нового состава полимерглинистого бурового раствора осуществлялось на скважинах 5410, 5411, 5371, 5373, 5372, 5258, 5252 Уренгойского ГКМ.

Анализ бурения в интервалах «шоколадных» глин и в целом в интервале спуска эксплуатационной колонны по перечисленным скважинам с использованием базовой и новой технологий свидетельствует о следующих достигнутых положительных результатах.

Общий расход химических реагентов без учёта материалов в интервале 1320-3320 м стабилизировался на количестве, равном 6,76 – 9,57 т, которое по сравнению с базовыми скважинами (10,81-15,71 т) сократилось на 36,6-39,1%.

Значительно снизилась интенсивность поглощения промывочной жидкости в интервале ниже 1900 м за счёт ввода наполнителей вида: Целлотон-Ф или Целлотон-ФГ, древесных опилок и мелкой стружки. Потери бурового раствора уменьшились с 322-356 до 40-72 м³, то есть в 4,5-8,9 раза.

Расход основного реагента КЛСП для стабилизации бурового раствора на пробуренных скважинах определился количеством 4,60-5,93 т. Другие реагенты имеют подчинённое значение и применяются в основном для приготовления (пополнения объёма) бурового раствора и его химической обработки до вскрытия зоны осложнения.

В соответствии с фактическим балансом затрат времени на бурение скважин в интервале 1320-3320 м (спуска эксплуатационной колонны

диаметром 168 мм) основная экономия производительного времени произведена, главным образом, за счёт:

- сокращения времени на проработку ствола скважины в среднем со 198-271 до 39-45 ч;
- сокращения времени на промывку ствола скважины, приготовление и обработку бурового раствора со 110-112 до 39,5 ч;
- сокращения затрат времени на СПО и смену КНБК в зависимости от глубины скважины с 261-440 до 171-358 ч.

Общее время бурения скважины в указанном интервале уменьшилось с 687-1768 до 465-866,5 ч, то есть в 1,5-2,0 раза.

С научно-технической точки зрения впервые в данном регионе при бурении скважин с зенитным углом до 70 градусов в интервале залегания «шоколадных» глин удалось без каких-либо проработок, установки укрепляющих цементных мостов и других малоэффективных средств и способов обеспечения устойчивости ствола скважины на длительный период времени.

Впервые при бурении скважин данной конструкции была достигнута минимальная фильтрация (водоотдача) бурового раствора на водной основе, равная 1,0-1,2 см³/30 мин, и обеспечены оптимальные значения других показателей свойств бурового раствора, главным образом, реологических.