

**М.В. Турицына**

Пермский государственный технический университет

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗОЛЯЦИИ ЗОН ПОГЛОЩЕНИЙ ПРИ ПРОВОДКЕ СКВАЖИН НА ТРИФОНОВСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**

Освещены вопросы, связанные с явлением поглощения промывочной жидкости при бурении скважин. На основании изучения опыта строительства скважин на Трифоновской площади и различных методик борьбы с осложнениями выявлены наиболее эффективные методы ликвидации поглощений бурового раствора. Произведено экономическое обоснование тех или иных способов.

Процесс строительства скважин связан со многими возможными видами осложнений. Наиболее часто возможны поглощения промывочной жидкости в толщах проницаемых пластов с высокими показателями пористости, трещиноватости, кавернозности.

На Трифоновском месторождении выявлено несколько зон поглощений. Наиболее часто поглощения с полной потерей циркуляции (до полного ухода промывочной жидкости в пласт) наблюдаются в интервалах 23–75 м (шешминский горизонт – пестроцветная толща аргиллитов и алевролитов), 85–160 м (соликамский горизонт – пестроцветная толща аргиллитов и алевролитов), 225–320 м (филипповский горизонт – доломиты серые с прослоями гипса), а частичные поглощения (до 20 м<sup>3</sup>/ч) – 490–1120 м (490–630 м – сакмарский и ассельский ярусы – известняки кристаллические плотные; 630–1120 м – верхний карбон – доломиты слабоизвестковистые, плотные, а также маячковый горизонт – известняки мелкозернистые, подольский горизонт – известняки с прослоями доломитов, каширский горизонт – известняки мелкозернистые доломитизированные, верейский горизонт – чередование известняков и аргиллитов) и на отметке 1660 м (турнейский ярус – известняки сгустковые, сгустково-биоморфные, перекристаллизованные).

Установить какие-либо закономерности возникновения поглощений и выбрать эффективные мероприятия и технологию проведения работ по предупреждению и ликвидации поглощений очень сложно из-за большого числа факторов, обуславливающих явление поглощения. Поэтому чаще используют вероятностно-статистические методы для прогнозирования интенсивности

сивности поглощений и выбора наиболее эффективных технологических мероприятий по борьбе с поглощениями [1]. Большое значение придается опыту проводки скважин на выбранном месторождении.

При прохождении зон предполагаемых поглощений постоянно ведется контроль объема бурового раствора в приемных емкостях. Уменьшение объема более  $2 \text{ м}^3$  в приемных емкостях во время углубления однозначно свидетельствует о поглощении. При этом определяют интенсивность поглощения:

$$Q = \frac{V}{t}, \text{ где } V - \text{объем поглощенного бурового раствора (м}^3\text{) за время } t \text{ (ч)}.$$

Рассчитывается коэффициент динамической приемистости:

$$E_d = \frac{Q}{\Delta P}, \text{ где } \Delta P - \text{перепад давления между забойным и пластовым.}$$

Оценить среднюю раскрытость каналов фильтрации поглощающих пород можно по формуле  $\delta_{\text{к.ф}} = \sqrt[3]{aE_d t \tau_0}$ , где  $a = 0,06 \cdot 10^{-3}$  – коэффициент пропорциональности;  $\tau_0$  – динамическое напряжение сдвига нагнетаемой жидкости [2]. При наличии соответствующих данных можно определить коэффициент трещинной пористости через проницаемость и

$\delta_{\text{к.ф}} = \sqrt{\frac{K_t}{\alpha \cdot 10^6 \cdot m_t}}$ , где  $K_t$  – проницаемость трещиноватых пород;  $\alpha$  – безразмерный коэффициент, который по данным различных авторов колеблется в пределах 8,35–8,50;  $m_t$  – коэффициент трещинной пористости [1].

По результатам проведенных измерений на Трифионовской площади применяют следующие методы борьбы с поглощениями [2]:

1. При показателе интенсивности поглощения  $Q \leq 25\text{--}30 \text{ м}^3/\text{ч}$  средняя раскрытость трещин не превышает 1,5 мм, для ликвидации поглощений используют следующую методику.

Производится технологическая остановка процесса бурения на 6–10 ч с момента возникновения поглощения. Бурильный инструмент (БИ) на этот период поднимается от забоя и устанавливается в безопасном интервале (обычно в башмаке последней обсадной колонны (ОК)). Во время технологического отстоя происходит нерегулируемая кольматация и закупорка приствольной зоны поглощающих пород за счет повышения концентрации твердой фазы и прочности структуры БПЖ, заполнившей проницаемые каналы. При подъеме БИ производится доливка скважины в объеме поднятых бурильных труб (БТ). Сразу же после остановки на технологический отстой скважина доливается по  $1 \text{ м}^3$  через 1 ч до полного заполнения скважины.

Восстановление циркуляции проводится на пониженной скорости. Предварительно в течение 2–3 мин вращают БК. Спуск БК осуществляется на первой скорости с промежуточными промывками. Это мероприятие обеспечивает минимальное увеличение забойного давления.

Промывку скважины продолжают в течение не менее одного цикла. В это время в раствор с целью усиления его закупоривающих свойств вводят наполнители (кордовое волокно, опил) и реагенты для повышения его реологических свойств (аккофлок).

При допуске долота до забоя периодически восстанавливают циркуляцию и ведут промывку в течение не менее 15 мин, продолжая ввод наполнителей и реагента для повышения структурно-механических свойств и реологии БР.

2. Если показатель интенсивности поглощения  $Q > 30 \text{ м}^3/\text{ч}$ , средняя раскрытость трещин превышает 1,5 мм, также производится подъем БК и технологический отстой, во время которого ведутся работы по подготовке к ликвидации поглощения с помощью ввода тампонажного раствора (ТР – быстросхватывающиеся, гельцементные, пеноцементные составы, полимерглинистые пасты и т.п.).

После технологического отстоя производится спуск БК с долотом без забойного двигателя с промежуточными промывками. Когда долото оказывается в 10–20 м от забоя, начинают закачку в БК заранее приготовленного ТР ( $\rho = 1830 \text{ кг/м}^3$ ) с наполнителем. Объем ТР должен быть не менее  $6 \text{ м}^3$ , подача насосов при промежуточных промывках и при закачке ТР и во время углубления скважины не должна быть более 20 л/с. Проработка ствола ведется таким образом, чтобы долото подошло к забою к моменту выхода ТР из труб в затрубное пространство. Углубление скважины продолжается до тех пор, пока  $3/4$  объема ТР не будет выкачено из труб. Затем останавливается бурение и долото поднимается выше зоны поглощения, ТР вымывается из БК для восстановления циркуляции и промывки. После технологического отстоя в течение 5–8 ч со всеми предосторожностями колонну спускают до забоя для продолжения обычного бурения.

3. При показателе интенсивности поглощения  $Q > 100 \text{ м}^3/\text{ч}$  раскрытость трещин превышает 2 мм и скважина не доливается после подъема БК, готовятся к закачке ТР.

Производство изоляционной операции в общем случае осуществляется по следующей схеме: колонна БТ (как правило, без УБТ) спускается в скважину и устанавливается на 20–50 м выше глубины начала зоны поглощения, подготавливается к операции необходимая тампонажная техника и осуществляется ее обвязка с устьем скважины (рисунок).

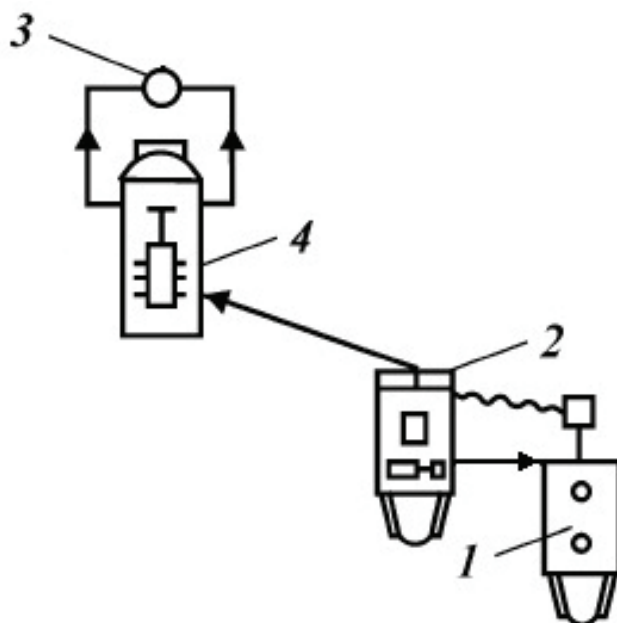


Рис. 1. Схема обвязки устья: 1 – СМН-20; 2 – ЦА-320;  
3 – колонная головка; 4 – блок манифольда

Готовится расчетный объем изолирующего ТР. Объем тампонирующего раствора для условий бурения долотом 295 мм должен быть в пределах 6–10 м<sup>3</sup> (на Трифоновском месторождении зона возможных поглощений при бурении из-под кондуктора достигает глубины 300 м). После получения требуемых показателей (динамическая вязкость  $\eta = 40 \dots 50$  сПз, динамическое напряжение сдвига  $\tau = 20 \dots 30$  Па, условная вязкость более 250 с) в тампонирующую смесь вводят наполнители (различной крупности целлофан, коробочки хлопка, речной песок, кора древесная, опилки древесные, скорлупа ореховая, резиновая крошка, перлит зернистый, кордовое волокно, пакля строительная, губчатая резина, кожа – «горох», пластик).

Приготовленный ТР закачивается в БТ на минимальной скорости с целью снижения потерь из-за поглощения дорогостоящего БР. Это мероприятие позволяет снизить интенсивность дренирования прискважинной области поглощающего пласта, а также величину избыточного давления на кровлю изолируемого интервала.

Продавка тампонажного состава также производится на минимальной подаче (10–20 л/с) насосов, что позволяет иметь минимальный перепад давления на кровлю поглощающего пласта. (Рекомендуемый перепад 3–5 МПа.)

Осуществляют контроль за циркуляцией. При выходе ТР из БТ и наличии полной циркуляции герметизируется устье скважины и поддерживается давление на устье не более 4,0 МПа. Продавливается весь объем ТР и в трубах оставляется 0,5 м<sup>3</sup>.

Кроме описанной выше методики, применяются следующие *способы ликвидации поглощений бурового раствора*:

– бурение без выхода циркуляции с остановками для набора технической воды, цементирование методом встречных заливок с установкой «корзины» и без нее (при снижении уровня цементного состава в затрубном пространстве в ходе ОЗЦ – дозаливка цементного раствора с устья);

- установка гелецементных мостов;
- установка мостов на основе пеноцементов;
- продавка полимерглинистой пасты в пласт.

Кроме того, применяются *способы профилактики ожидаемых поглощений*:

- снижение плотности БР (с 1,12 до 1,08 г/см<sup>3</sup>);
- прохождение зон возможных поглощений с кольматационным переводником.

В качестве примера можно привести опыт строительства скважины № 314 Трифонового месторождения.

При бурении скважины № 314 Трифонового месторождения были зафиксированы три поглощения.

Первое поглощение произошло в 3-й день строительства скважины на глубине 50 м при бурении под кондуктор. Для ликвидации проводили бурение при поглощении, спуск и цементирование 426 мм направления методом встречных заливок.

Второе поглощение (полный уход) произошло в 4-й день бурения при забое 73 м. Провели установку цементного моста (ОК БТ – 47 м, ПЦТ – 6 т). (Мост не был встречен, поглощение полное. При дальнейшем бурении, с глубины 77 м появилась частичная циркуляция, с глубины 90 м – снова полный уход.) Бурение вели без выхода циркуляции (с остановками для набора технической воды). Произвели спуск 324 мм кондуктора на глубине 111 м и цементирование методом встречных заливок. (Глубина спуска 324 мм кондуктора изменена с 70 на 110 м по опыту бурения предыдущих скважин.)

Третье поглощение было в 10-й день бурения скважины на глубине 321 м. По опыту предыдущих скважин была проведена профилактика зоны поглощения на глубине 280 м. Провели установку цементного моста в интер-

вале 249–282 м перед спуском и креплением 245 мм технической колонны (ПЦТ – 6 т) для обеспечения высоты подъема цементного раствора в процессе цементирования и обеспечения продавки в полном объеме.

Таблица 1

**Сравнительные данные по поглощениям при бурении скважин на Трифоновском месторождении**

Год	Количество скважин	Количество поглощений с частичной потерей циркуляции	Количество поглощений с полной потерей циркуляции и полных уходов	Затраты на ликвидацию, тыс. руб.		Время на ликвидацию, ч	
				в общем	в среднем на одну скважину	в общем	в среднем на одну скважину
2008	6	7	7	7915,2	1319,2	689,6	114,9
2009	10	12	14	12760,3	1276,0	954,5	95,5

По данным табл. 1 видно, что затраты и время на ликвидацию поглощений в 2009 г. в сравнении с 2008 г. уменьшились, что было достигнуто за счет постоянного контроля за процессом бурения, использования опыта бурения предыдущих скважин того же месторождения, применения технологии, обеспечивающей оперативную и качественную изоляцию зон поглощений и отказа от неэффективных методик. В табл. 2 представлены данные по ликвидации осложнений на Трифоновском месторождении. Можно заметить, что с увеличением опыта бурения на данной площади сокращается время на ликвидацию поглощения, благодаря применению того же метода.

Цементирование колонн методом встречных заливок с установкой «корзины» выше интервала поглощения позволяет сократить время операции по сравнению с цементованием без установки «корзины».

Наиболее эффективным (как по качеству, так и по затратам времени) способом ликвидации поглощений по результатам исследования оказалось цементование колонн методом встречных заливок с установкой «корзины» выше интервала поглощения, наименее эффективным – установка мостов на основе пеноцемента (в случаях применения этого способа поглощение ликвидировать не удавалось).

Таблица 2

### Данные по результатам ликвидации осложнений на Трифоновском месторождении

Ликвидация поглощений												
Бурение без выхода циркуляции с остановками для набора тех.воды. Цементирование колонны методом встречных заливок						Установка гельцементного моста				Продавка полимерглинистой пасты в пласт		
без установки «корзины»			с установкой «корзины»									
Куст/скважина	Зона поглощения, м	Затраты времени, ч	Куст/скважина	Зона поглощения, м	Затраты времени, ч	Куст/скважина	Зона поглощения, м	Затраты времени, ч	Примечание	Куст/скважина	Зона поглощения, м	Затраты времени, ч
10/215	32–45	45,5	9/211	37–42	15,5	10/215	100–161	51,9	Нет эффекта	9/202	568–622	40
10/420	41–49	16	9/202	33–44	13,7	10/215	225–317			10/420	570–1014	94
10/422	44–51,5	53,7 <sup>3</sup>	10/422	53,5–75	13,6	9/407	316	123,2 <sup>4</sup>		9/407	490–600	123,2 <sup>4</sup>
9/407	26–51	37,6	9/407	55–70	15,6	7/412	85–90	169,1 <sup>6</sup>		9/315	630–1118	Нет
10/401	30–45	56,2 <sup>5</sup>	10/401	45–70	19,4	10/415	218–271	16,9	+дозаливка <sup>1</sup>			
9/416	30–50	17	9/416	53–70	16,6	9/404	226–280	13,5	+дозаливка <sup>1</sup>			
7/412	50–70	91	7/412	85–90	169,1 <sup>6</sup>	9/315	295	12,4	+дозаливка <sup>1</sup>			
10/415	31–46	38,8	9/404	55–72	17	9/315	1660	113,8	+пакер <sup>2</sup>			
9/404	34–50	8,5	9/313	53–70	7,3	7/314	280	18				
10/415	51–72	2,3				9/313	245–290	16,6				
7/402	92, 257–290	129,4										
9/315	35–70	18,2										
7/314	45–50	Нет										
9/313	45–50	Нет										
Уменьшение глубины спуска колонны из-за опасности прихвата бурильного инструмента						Установка моста на основе пеноцемента						
9/211	24,5–37	102,6				10/422	44–51,5	53,7 <sup>3</sup>	Нет эффекта			
9/202	23–44	144,3				10/401	30–45	56,2 <sup>5</sup>	Нет эффекта			
Увеличение глубины спуска колонны												
7/314	51–110	45,3										

дозаливка<sup>1</sup> – после ОЗЦ обнаружено снижение уровня цемента в заколонном пространстве, производилась дозаливка с устья;

пакер<sup>2</sup> – герметизация зоны поглощения установкой пакера ПРС-195, установка цементного моста над пакером;

X<sup>3</sup>-X<sup>6</sup> – время суммарное для обеих операций.

## **Список литературы**

1. Басарьгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – М., 2000.

2. Групповой рабочий проект на строительство эксплуатационных скважин на Трифоновском месторождении 48-ПД-33986–2006 / ООО «ПермНИПИнефть». – Пермь, 2006.

3. Дополнение к групповому рабочему проекту на строительство эксплуатационных скважин на Трифоновском месторождении 48-ПД-33986–2006: пояснительная записка / ООО «ПермНИПИнефть». – Пермь, 2006.

Получено 4.05.2010