

ствующих ТНПА. Коэффициент прихватоопасности у всех эмульсионных растворов равен нулю.

Определение коэффициента выноса шлама эмульсионных растворов проводилось путем моделирования с помощью ПО Sysdrill. Данные по $K_{\text{вын.шлама}}$ приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты расчета коэффициента выноса шлама в ПО Sysdrill

Тип раствора	Производительность насоса, л/с	Коэффициент выноса шлама
Эмульсионный биополимерный раствор	28	0,89
	30	0,90
	35	0,91
	40	0,91
РУО	28	0,88
	30	0,89
	35	0,9
	40	0,91
Пресный облегченный сапропелевый раствор с КРК	28	0,87
	30	Превышение критической скорости
	35	Превышение критической скорости
	40	Превышение критической скорости

Анализируя данные табл. 3, следует отметить, что производительность насосов является одним из факторов, влияющих на повышение механической скорости бурения, а эффективное удаление породы с забоя положительно влияет на среду работы долота и влечет за собой снижение сальникообразования и, как следствие, также повышает механическую скорость. При бурении в одинаковых условиях на эмульсионных растворах – эмульсионный биополимерный раствор и РУО позволяют увеличить производительность насосов до максимального значения и $K_{\text{вын.шлама}}$ у данных растворов более высокий. Пресный облегченный сапропелевый раствор с КРК позволяет бурить с производительностью не более 28 л/с, при этом значение $K_{\text{вын.шлама}}$ в данном растворе ниже.

УДК 622.24

ОПЫТ СПУСКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОБСАДНЫХ КОЛОНН С ЧАСТИЧНЫМ ОПОРОЖНЕНИЕМ В РУП «ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «БЕЛОРУСНЕФТЬ»

Д. С. Матвеевко, Д. В. Порошин, В. В. Пологеевко
 РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»
 БелНИПИнефть, г. Гомель

Согласно существующей практике в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» в процессе проектирования строительства скважины грузоподъемность буровой установки выбирается исходя из номинального веса спускаемой обсадной колонны в воздухе.

Восстановление скважин методом бурения боковых стволов осуществляется с применением мобильных буровых установок с грузоподъемностью до 140 т, что соответствует глубине спуска обсадной колонны до 4000 м. С целью снижения затрат была выполнена инженерная оценка возможности применения мобильной буровой установки при восстановлении скважины методом бурения бокового ствола на объектах с глубиной спуска обсадной колонны 140 x 146 мм свыше 4000 м.

В качестве обязательного условия было принято, что грузоподъемность буровой установки должна быть на 11 % выше, чем максимальный вес при подъеме обсадной колонны в жидкости. Тогда задача применения мобильных буровых установок могла быть решена за счет снижения веса обсадной колонны при спуске путем ее неполного заполнения буровым раствором.

Частичное опорожнение обсадной колонны. Непосредственно сама процедура спуска с опорожнением является простой. Обсадная колонна спускается в скважину с заполнением на устье буровым раствором до заданной глубины с проведением необходимых промежуточных промывок. Дальнейший спуск осуществляется без долива, а промывка выполняется только при достижении забоя. Вес жидкости в нижней части обсадной колонны способствует спуску, а плавучий корпус в верхней части снижает сопротивление спуску из-за снижения веса и более низких боковых сил.

Спуск обсадной колонны глубиной более 4000 м является сложной задачей и требует детальных расчетов. Для моделирования спуска обсадной колонны в РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» могут использоваться два программных комплекса Sysdrill компании Paradigm и CEMPRO+ компании Pegasus Vertex Inc.

На примере скважины 9s2 С-Новинская (рис. 1) был выполнен расчет спуска обсадной колонны 140 x 146 мм до забоя 4360 м с применением мобильной буровой установки с грузоподъемностью 140 т по стандартной технологии.

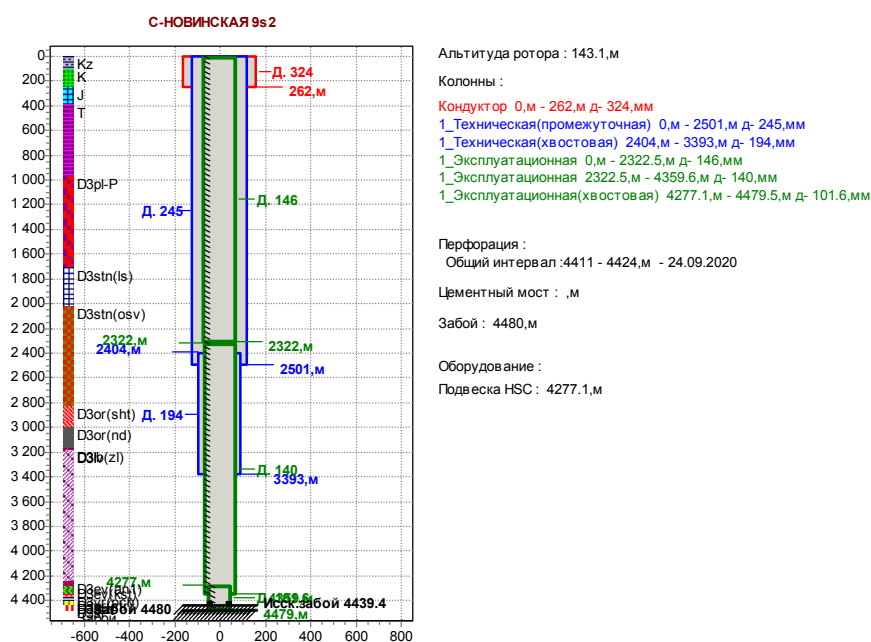


Рис. 1. Конструкция скважины 9s2 С-Новинская

По опыту РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» коэффициенты трения при спуске обсадных труб в скважину составляют 0,2–0,4.

Расчет показал, что 90 % от грузоподъемности мобильной буровой установки достигается на глубине 3750 м при подъеме с коэффициентом трения 0,4 и дальнейший спуск становится невозможен (рис. 2).

Далее требовалось выполнить расчет спуска обсадной колонны до забоя 4360 м с частичным опорожнением. В процессе спуска величина опорожнения постоянно изменяется. Расчет спуска обсадной колонны с переменной величиной опорожнения является нестандартной задачей для имеющегося программного обеспечения.

Несмотря на это, изменение опорожнения удалось смоделировать в программном комплексе Sysdrill путем многократных (с шагом 200 м) расчетов весов при спуске с соответствующими значениями опорожнения, после чего расчетные данные были сведены в итоговую карту весов спуска обсадной колонны (рис. 3). Из-за опорожнения нагрузка на крюке после глубины 3300 м начинает падать и при коэффициенте трения более 0,4 наблюдается потеря устойчивости обсадных труб (спиральный и синусоидальный изгиб).

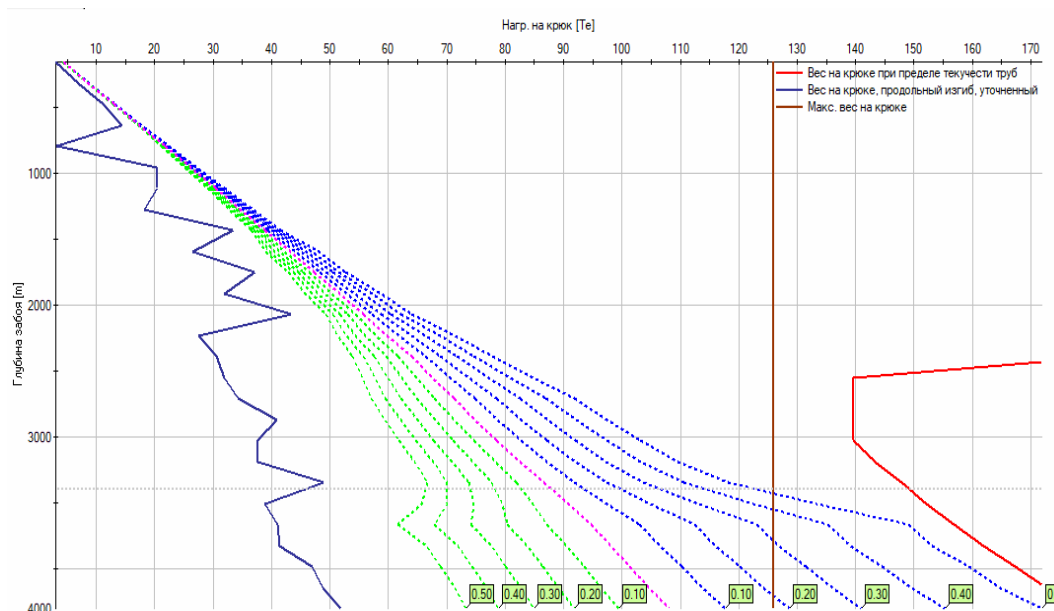


Рис. 2. Карта спуска обсадной колонны по стандартной технологии

Для предотвращения потери устойчивости обсадных труб необходимо обеспечить коэффициент трения менее 0,4, для чего может потребоваться снижение извилистости ствола скважины, ввода смазочных добавок, сокращения количества центрирующих элементов обсадной колонны.

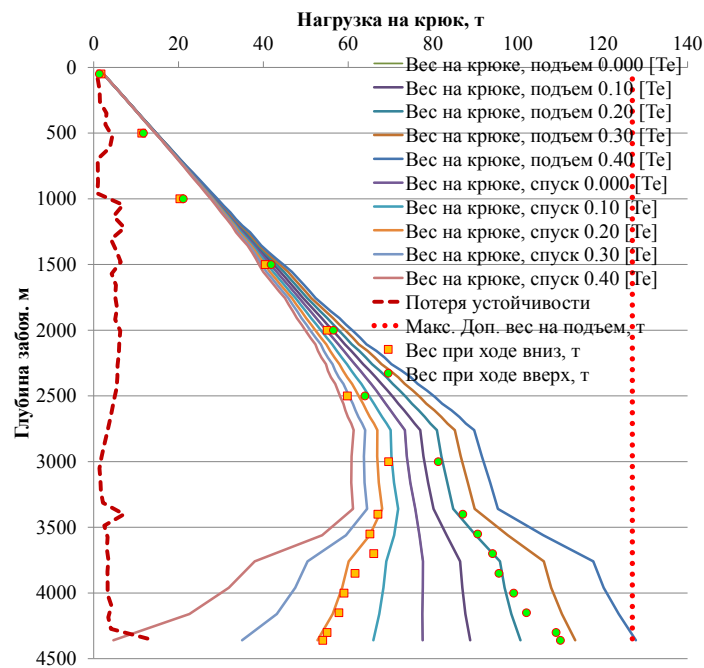


Рис. 3. Карта спуска обсадной колонны с опорожнением в ПО Sysdrill с учетом изменяющейся величины опорожнения

Также изменение опорожнения удалось смоделировать и в программном комплексе SEMPRO+ путем уменьшения в исходных данных в интервале опорожнения веса обсадных труб на величину веса бурового раствора (рис. 4).

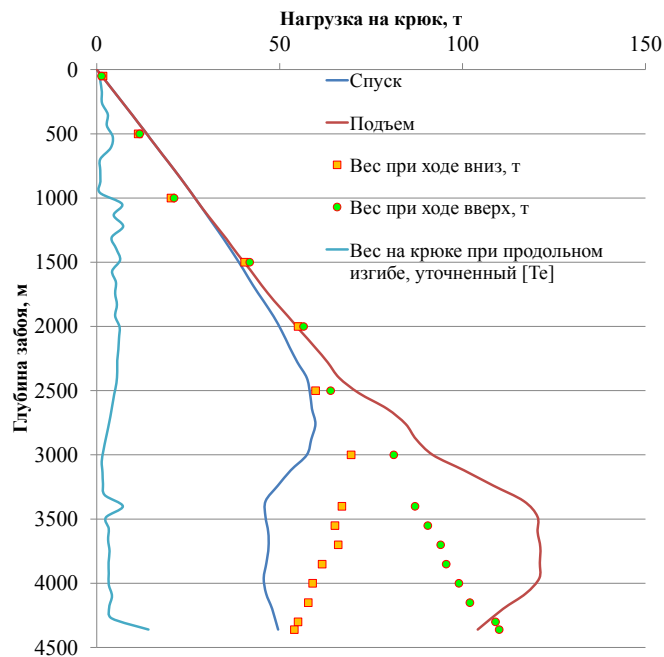


Рис. 4. Карта спуска обсадной колонны с опорожнением в ПО SEMPRO+ с учетом изменяющейся величины опорожнения

Результаты расчетов в разных программных комплексах отличаются, так как СЕМПРО+ позволяет учесть дополнительный эффект от пружинных центраторов обсадной колонны, создающих сопротивление при вводе и протягивании центратора в стволе скважины.

Промысловые испытания. Для проведения работ на опытной скважине 9s2 С-Новинская был разработан тщательный план и выполнен комплекс мероприятий. Для качественного выполнения поставленной задачи особое внимание уделялось подготовке ствола скважины перед спуском обсадной колонны. Выполнена шаблонировка ствола скважины для снижения извилистости компоновкой с повышенной жесткостью: Д-165,1; КЛС-165,1; УБТ-121-9 м; КЛС-165,1; УБТС-121-36 м; б. тр.

Во время подъема компоновки для шаблонировки осуществлялся замер веса инструмента при движении вниз и вверх без циркуляции в интервале открытого ствола и обсадной колонны. В интервалах аномального отклонения фактического веса от расчетного веса движения бурильной колонны осуществлялась проработка до достижения расчетных показаний веса.

Были установлены фактические коэффициенты трения в скважине при движении бурильной колонны (рис. 5), по которым был выполнен перерасчет спуска и уточнена величина опорожнения, которая составила 1600 м.

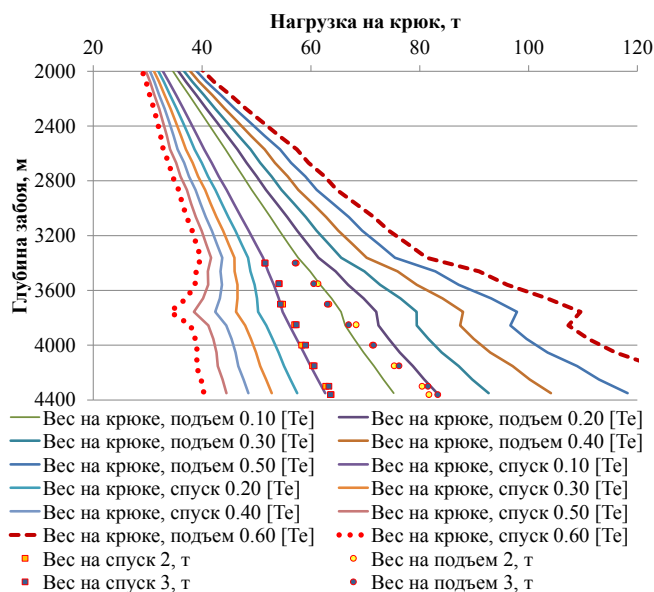


Рис. 5. Карта весов при шаблонировке скважины 9s2 С-Новинская

В процессе спуска обсадной колонны выполнялся контроль веса на крюке путем сравнения с расчетными данными. Спуск обсадной колонны на глубину 4360 м в скважине 9s2 С-Новинская с применением мобильной буровой установки выполнен успешно.

Фактический вес при спуске обсадной колонны подтвердил расчеты в программном комплексе Sysdrill, а расчеты в программном комплексе СЕМПРО+ оказались некорректными.

Данная технология была также успешно применена на скважинах 1s2 3-Москвичевская (опорожнение 600 м) и 93s2 Озерщинская (опорожнение 1600 м), что позволило сократить эксплуатационные затраты и сроки восстановления скважины.

Таким образом, была решена инженерная задача по спуску обсадной колонны 140 x 146 мм до забоя 4360 м с применением мобильной буровой установки с грузоподъемностью 140 т за счет частичного опорожнения.

Установлена удовлетворительная сходимостъ расчетных величин с фактическими значениями.

УДК 665.613

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЖИМА ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В РЕЗЕРВУАРАХ В УСЛОВИЯХ ТУРКМЕНИСТАНА

А. Байрамов

Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары

Величина потерь нефтепродуктов, вызванных испарением их из резервуара, во многом зависит от температурного режима резервуара, т. е. от диапазона (амплитуды) температуры паров воздуха и температуры нефтепродукта. При равенстве ряда условий температурный режим водоема формируется в результате метеорологических величин, т. е. под влиянием солнечной радиации и температуры окружающего воздуха.

Рассмотрим некоторые особенности разработанной математической модели. Количество тепла, воздействующего на нефтедобывающие резервуары, зависит от количества солнечного излучения, которое они получают в течение дня, и температуры воздуха. Напротив, потери нефтепродуктов происходят в жаркое время года. В это время парциальное (личное) давление жидкости является высоким из-за высокой температуры нефтепродукта в резервуарах и паровоздушного газа в верхнем слое жидкости. Поэтому в жаркие месяцы потери в водохранилище крайне высоки.

Солнечную радиацию и изменение температуры воздуха в течение дня можно математически описать как двухчленную (членную) гармоническую функцию:

$$I = I_1 + I_2 e^{j\omega\tau}; \quad (1)$$

$$t_0 = t_{01} + t_{02} e^{i\left(\omega\tau - \frac{\pi}{4}\right)}. \quad (2)$$

Огромная масса резервуара с нефтепродуктами влияет на увеличение его тепловой инерции. Следовательно, температура нефтепродуктов тоже периодически меняется днем и ночью по гармоническому закону, но немного запаздывает по своей фазе, т. е. максимальная и минимальная температура нефтепродукта не совпадает с температурой наружного воздуха.

С учетом вышеизложенного рассчитывается тепловой баланс резервуара с нефтепродуктами:

$$CM \frac{dt}{d\tau} = Q_{kr} + Q_q + Q_{yx}, \quad (3)$$

где C – удельная теплоемкость нефтепродукта; M , t – масса и температура продукта, τ – время; Q_{kr} – тепло резервуара, идущее от кровли; Q_q – тепло резервуара, идущее от боковых частей; Q_{yx} – потеря тепла в результате испарения нефтепродуктов.