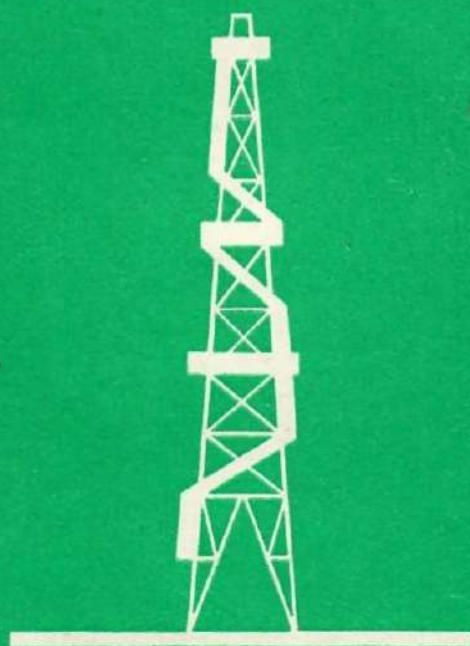




ISSN 0548-1414

НЕФТЯНАЯ И ГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ



1 9 8 2

3

П-147/147 (соединение бурильная труба — ведущая труба) показала, что отбраковка данной группы переводников связана с износом замковой резьбы. Работоспособность серийных переводников составила в среднем 380 ч механического бурения при 95 циклах свинчивания — развинчивания. За время отработки

дефектов усталостного происхождения в резьбовых участках переводников не обнаружено.

Результаты промысловых исследований работоспособности бурильных труб могут быть использованы при разработке рекомендаций по повышению их эксплуатационной надежности.

УДК 622.245.002.4

ОБ УЧЕТЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В СКВАЖИНЕ ПРИ ЦИРКУЛЯЦИИ ИБР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ

Л. И. Допилко, Э. Н. Довгополь, В. З. Лубан, В. Н. Лужаница

Полтавский комплексный отдел УкргипроНИИнефти, Полтавское УБР

Установлено, что реологические свойства известково-битумных растворов (ИБР) в значительной мере зависят от температуры и давления. Однако отсутствие количественной оценки температурного режима в скважине при циркуляции ИБР не позволяет использовать реологические свойства раствора, соответствующие указанному температурному режиму, для определения гидравлических сопротивлений. Расчеты показали значительное расхождение вычисленной температуры выходящего из скважины раствора с замеренной.

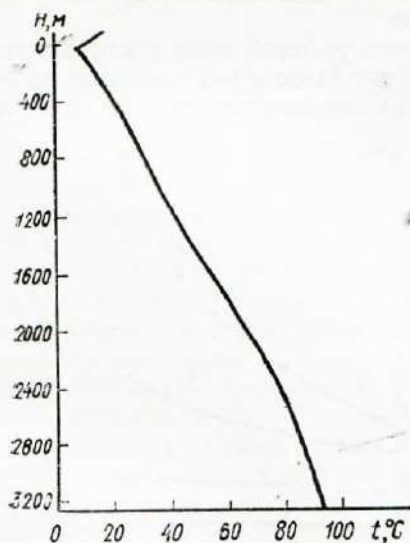


Рис. 1. Геостатическая температура в скв. 60-Сагайдак.

В связи с этим были проведены промысловые исследования температурного режима циркулирующего в скважине ИБР. Для осуществления промывки скважины со спущенным на каротажном кабеле в бурильную колонну термометром разработана специальная устьевая герметизирующая головка. Статическое и динамическое давление в башмаке бурильной

колонны измеряли глубинным манометром МГИ-1М-800 с периодом регистрации 48 ч. Исследования осуществлялись следующим образом.

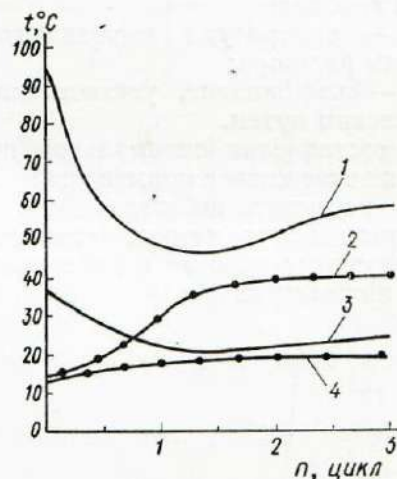


Рис. 2. Изменение забойной (1, 3) и устьевой (2, 4) температуры в процессе циркуляции ИБР:

1, 2 — при глубине циркуляции 3237 м; 3, 4 — при глубине 1023 м.

Бурильную колонну с глубинным манометром в башмаке спустили до 1023 м. Затем в бурильную колонну спустили термометр. Во время спуска термометра регистрировали статическую температуру по стволу, а при достижении термометром глубины 1010 м герметизировали устье, восстановили циркуляцию раствора и осуществили промывку до полной стабилизации устьевого давления и температуры на забое и устье. Температура раствора на устье периодически регистрировалась ртутным термометром. Для регистрации устьевого давления к устью подключали глубинный манометр.

Аналогичные замеры проводили на глубинах 2211 и 3237 м.

На рис. 1 показано изменение статической температуры по стволу скважины, а на рис. 2 — изменение забойной и устьевой температуры во время циркуляции при глубине спуска буровой колонны 3237 и 1023 м.

Полученные результаты позволили установить закономерности и характер изменения температуры в стволе скважины в процессе циркуляции известково-битумного раствора.

Установившуюся температуру бурового раствора у башмака буровой колонны и на устье можно определить по зависимостям

$$t_3 = t_0 + 0,6(t_n - t_0), \quad (1)$$

$$t_{\text{вых}} = t_n - t_3 + t_0, \quad (2)$$

где t_0 — температура слоя, на который не оказывают влияние температурные колебания на поверхности;

t_n — геостатическая температура на заданной глубине;

$t_{\text{вых}}$ — температура выходящего из скважины раствора;

0,6 — коэффициент, установленный эмпирическим путем.

Для составления оптимальной программы промывки скважины с применением ИБР необходимо учитывать действительные значения реологических параметров, соответствующих температурному режиму и действующим давлениям в скважине.

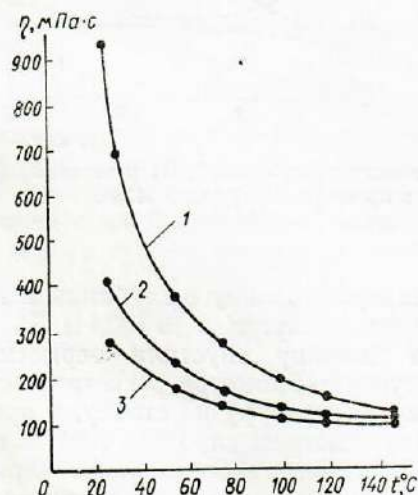


Рис. 3. Зависимость эффективной вязкости ИБР плотностью 1800 кг/м³ от температуры:

1 — при давлении 98,4 МПа; 2 — 42,3 МПа; 3 — 7,1 МПа.

Лабораторными исследованиями установлено, что изменение реологических параметров в зависимости от температуры носит гиперболический характер. Причем более резкое

снижение их происходит при низких температурах, а при 120—150°С реологические параметры ИБР стабилизируются. Исходя из этого, для определения гидравлических потерь по стволу скважины необходимо учитывать средневзвешенную температуру на каждом участке, а также соответствующее действующее давление, представляющее собой сумму гидростатического давления и гидравлических сопротивлений, возникающих выше рассматриваемого интервала.

С этой целью рассмотрим характер изменения эффективной вязкости в зависимости от температуры и давления, выявленный на лабораторной установке 5S-TDL FANN.

На рис. 3 приведена зависимость $\eta_{\text{эф}} = f(t)$, а на рис. 4 — зависимость $\eta_{\text{эф}} = \varphi(P)$ для ИБР плотностью 1800 кг/м³.

Учитывая характер изменения эффективной вязкости ИБР в зависимости от температуры, средневзвешенную температуру для данного интервала можно определить как

$$t_{\text{ср}} = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{3} \quad (3)$$

где t_1 , t_2 — нижнее и верхнее значения температуры в данном интервале соответственно.

Тогда для условий скважины, принимая с некоторым приближением характер изменения температуры циркулирующего раствора пря-

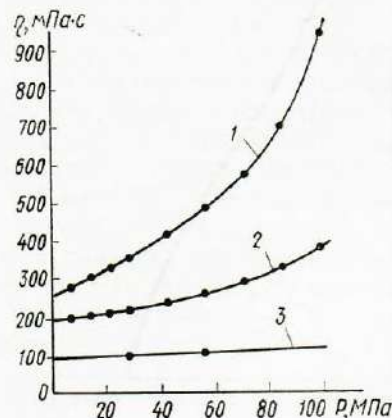


Рис. 4. Зависимость эффективной вязкости ИБР плотностью 1800 кг/м³ от давления:

1 — при температуре 25°С; 2 — 55°С; 3 — 150°С.

молинейным, зависимость (3) можно представить в виде

$$t_{\text{ср}} = t_y + \frac{(t_3 - t_y)(3h + l)}{3H}, \quad (4)$$

где t_y — температура закачиваемого или выходящего из скважины раствора, °С;

Таблица 1

Сопоставление гидравлических сопротивлений для скв. 60-Сагайдак, рассчитанных и замеренных при глубине промывки 3237 м (плотность раствора 2150 кг/м³, производительность бурового насоса — 12,6 л/с)

Интервал, м	Размеры канала, мм		Гидравлические сопротивления, МПа			
			рассчитанные			замеренные
	в кольцевом пространстве	внутри трубы	в поверхностных условиях	по средним значениям температуры и давления	по поинтервальным средневзвешенным значениям температуры и давления	
0—1023	222/140	—	12,2	5,9	6,7	7
1023—2211	222/140	—	14,2	7,0	8,5	8
2211—3237	222/140	—	12,3	6,0	10,2	9
3237—2208	—	120	25,7	13,1	12,1	13
2208—1020	—	120	29,7	15,2	20,4	19
1020—0	—	120	25,5	13,1	25,1	22

Таблица 2

Реологическая характеристика ИБР* в различных интервалах скважин

Интервал, м	В поверхностных условиях				Усредненные по скважине				Средневзвешенное по интервалам			
	t, °C	P, МПа	η, мПа·с	τ ₀ , Па	t, °C	P, МПа	η, мПа·с	τ ₀ , Па	t, °C	P, МПа	η, мПа·с	τ ₀ , Па
Затрубное пространство												
0—1023	20	0,1	506,9	9,83	49	34,8	298,2	5,78	44	11,8	316,8	6,14
1023—2211	20	0,1	506,9	9,83	49	34,8	298,2	5,78	50	37,3	337,9	6,55
2211—3237	20	0,1	506,9	9,83	49	34,8	298,2	5,78	56	62,8	362,1	7,02
Внутритрубное пространство												
3233—2208	20	0,1	489,3	10,63	44	34,7	349,5	7,59	54	64,9	362,4	7,87
2208—1020	20	0,1	489,3	10,63	44	34,7	349,5	7,59	44	44,2	391,4	8,54
1020—0	20	0,1	489,3	10,63	44	34,7	349,5	7,59	35	23,5	575,6	12,51

* Реологические параметры ИБР определены для реальных скоростей сдвига: в трубном пространстве — 56 с⁻¹, в затрубном — 40 с⁻¹.

H — глубина установки башмака буровой колонны, м;

l — длина интервала, для которого определяется средневзвешенная температура, м;

h — глубина залегания кровли рассматриваемого интервала, м.

Средневзвешенное давление для рассматриваемого интервала, как было сказано выше, определяется как сумма гидростатического давления и гидравлических сопротивлений. Экспериментальные данные показывают, что распределение гидросопротивлений между трубным и затрубным пространством для условий ДДВ находится в соотношении 2:1. Поэтому, зная ориентировочно величину давления на стояке, можно для условий эксперимента определить средневзвешенное давление в рассматриваемом интервале ствола скважины:

для внутритрубного пространства

$$P_{\text{ср.т}} = 10^{-5} h_{\text{ср}} \rho + \frac{P(3H - 2h_{\text{ср}})}{3H}, \quad (5)$$

для кольцевого пространства

$$P_{\text{ср.к}} = 10^{-5} h_{\text{ср}} \rho + \frac{Ph_{\text{ср}}}{3H}, \quad (6)$$

где $h_{\text{ср}}$ — глубина середины рассматриваемого интервала, м;

ρ — плотность бурового раствора, кг/м³;

P — предполагаемое давление на стояке, МПа;

Необходимо отметить, что для повышения точности гидравлических расчетов рекомендуется даже геометрически однородные участки скважины разбивать на участки длиной не более 1000 м. Ниже (табл. 1) приведен пример гидравлического расчета для скв. 60-Сагайдак по реологическим параметрам, определенным в различных условиях (табл. 2).

Как видно из табл. 1, замеренным гидросопротивлениям наиболее соответствуют расчетные значения, полученные по реологическим параметрам, определенным по поинтервальным средневзвешенным значениям температуры и давления, действующим в скважине.