

Московский Ордена Октябрьской Революции
и Ордена Трудового Красного Знамени
институт нефти и газа им. И.М.Губкина

На правах рукописи

ДОПИЛКО ЛЮБОМИР ИОСИФОВИЧ

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА
ПРОМЫВКИ СКВАЖИНЫ ИЗВЕСТКОВО-БИТУМНЫМ
РАСТВОРОМ С УЧЕТОМ ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

специальность 05.15.10 - Бурение нефтяных
и газовых скважин

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1988

*Уважаемому
Владимиру Завишину
- соавтору многих
работ по добыче
нефти и газа
прежде всего
об авторе*
2.02.88

Работа выполнена в Московском Ордена Октябрьской
Революции и Ордена Трудового Красного Знамени институте
нефти и газа им. И.М. Губкина и Государственном научно-иссле-
довательском и проектно-институте нефтяной промышленности
"Укрнефтегаз".

Научный руководитель

Доктор технических наук, профессор, Л.К. Мухин

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор В.И. Рябенко

Кандидат технических наук, доцент В.И. Исаев

Ведущая организация:

Полтавское отделение Украинского научно-исследовательского
геологоразведочного института /ПО УкрНИГРИ/

Защита состоится " 1 " марта 1988 г. в 15 час
на заседании специализированного совета К 053.27.08 по
защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата
технических наук в МИНГ им. И.М. Губкина по адресу:
117296, Москва, Ленинский проспект, 65.

С диссертацией можно ознакомиться

в библиотеке МИНГ им. И.М. Губкина

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью,
просим направлять по указанному адресу ученому секрета-
рю совета.

Автореферат разослан " 24 " января 1988 г.

Ученый секретарь

специализированного совета

К.Т.Н., доцент

А.О. ПАЛИЙ
А.О. ПАЛИЙ

- 3 -

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Основные перспективы поисков нефти и газа в Днепровско-Донецкой впадине связаны с нижнекаменноугольными и девонскими отложениями, залегающими на глубинах 2000-7000м. Особо сложными в отношении разбуривания являются хемогенные отложения девона, характеризующиеся, как правило, АВПД, рапопроявлениями, неустойчивостью пород, сужениями ствола скважины, наличием сероводородной и углекислой агрессии. Аналогичные условия бурения встречаются и в ряде других районов страны. В таких условиях бурения наиболее эффективными, а зачастую, и единственно приемлимыми, являются известково-битумные растворы /ИБР-I/.

Широкое применение ИБР-I в особо сложных горно-геологических условиях выдвинуло ряд технологических вопросов, решение которых позволит значительно повысить эффективность его применения и сократить продолжительность строительства скважин.

Главным вопросом, требующим своего решения при использовании ИБР-I, - является проектирование и управление режимом промывки при бурении глубоких высокотемпературных скважин, что позволяет оптимизировать его и предотвратить ряд осложнений.

Цель работы

Исследование реологических свойств ИБР-I при высоких температурах и давлениях для разработки метода гидравлического расчета промывки скважины с учетом термобарических условий.

АПРОБАЦИЯ РАБОТЫ

Основные положения диссертации докладывались на VI и IX Всесоюзных научных семинарах по гидравлике промысловых жидкостей и тампонажных растворов /г.Астрахань, сентябрь 1978г., г.Ивано-Франковск, апрель 1984г./; на третьей Всесоюзной научно-технической конференции "Разрушение горных пород при бурении скважин" РП-3-82 /г.Уфа, сентябрь 1982г./; на Всесоюзной научно-технической конференции по проблеме "Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение нефтегазовых скважин" /г.Ивано-Франковск, октябрь 1982г./; на I, II, III Ухтинских научно-технических конференциях молодых ученых и специалистов по проблемам геологии, нефтяной и газовой промышленности Тимано-Печорского территориально-производственного комплекса /г.Ухта, апрель 1978г., май 1980г., июнь 1982г./; на IV и V Республиканских конференциях по физико-химии, технологии получения и применения промысловых жидкостей, дисперсных систем и тампонажных растворов /г.Ивано-Франковск, сентябрь 1977г., г.Полтава, октябрь 1981г./; на Республиканской научно-практической конференции по проблеме "Совершенствование технологических процессов на стадии заканчивания скважин" /г.Гомель, октябрь 1983г./; на научно-техническом кустовом семинаре на тему "Совершенствование систем буровых растворов для бурения глубоких скважин" /г.Киев, июнь 1982г./; на II, III, V, VI семинарах по совершенствованию проектирования строительства нефтяных и газовых скважин /г.Полтава, июль 1977г., г.Дрогобыч, июнь 1978г., май 1982г., г.Киев, сентябрь 1980г./, на совещании ИТР служб буровых растворов Министерства геологии СССР /г.Полтава, апрель 1979г./; научно-техническом совещании Миннефтепрома по проблеме применения ИБР /г.Полтава, июнь 1977г./; на сессии Ученого Совета института ВолгоградНИИнефть /г.Волгоград, март 1978г./ и УкрГПИРОНИнефть /г.Киев, декабрь 1976г., 1977, 1978, 1980/

на научно-техническом совете треста "Полтавнефтегазразведка" /г.Полтава, октябрь 1979г./; на семинарах, проводимых Полтавским областным правлением НТО им.И.М.Губкина /г.Полтава, ноябрь 1978г., март 1981г./; на конференции молодых ученых и специалистов УкрНИИГаза /г.Харьков, август 1984г./; на заседании научного семинара при кафедре "Технология и исследование буровых процессов" МИНГ им.И.М.Губкина /г.Москва, июнь 1984г./.

ПУБЛИКАЦИИ

Основные положения диссертационной работы освещены в 35 статьях и инструктивных документах.

ОБЪЕМ РАБОТЫ

Диссертация состоит из введения, шести разделов, основных выводов и рекомендаций, цитированной литературы /158 наименований/ и приложений. Объем диссертации 387 страниц, в том числе 60 рисунков, 34 таблиц, 17 стр.библиографии, 146 стр. приложений.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В ряде районов страны, как Северный Кавказ, Нижнее Поволжье, Кубань, Мангышлак, Саратовская и Оренбургская области, Западный Казахстан, Узбекистан и др. при бурении скважин встречаются ряд осложнений, которые могут проявляться как в отдельности, так и в различных сочетаниях. Там имеют место рапопроявления, мощные отложения неустойчивых глин и солей, наличие сероводородной и углекислой агрессии, аномально высокие пластовые давления. Успешное бурение в таких условиях осуществляется с применением известково-битумных растворов /ИБР-I/. Аналогичные осложнения имеют

место и при бурении скважин на девонские отложения в Днепровско-Донецкой впадине /ДДВ/. Общая мощность девонских отложений достигает 2600м, пластовые давления превышают гидростатические на 60...100%, а пластовая температура на глубине 5650м достигает 433К.

В процессе бурения с применением ИБР-І были отмечены ряд гидравлических особенностей, не характерных для большинства растворов на водной основе, а именно:

- изменение общих гидросопротивлений в циркуляционной системе скважины имеет прямолинейный характер от величины подачи раствора;
- непропорциональное с глубиной скважины повышение общих гидросопротивлений;
- высокие пусковые давления при восстановлении циркуляции;
- продолжительный, после восстановления циркуляции, период стабилизации рабочего давления.

Эти особенности, а также зависимость реологических свойств ИБР-І от термобарических условий скважины затрудняет или делает невозможным проектирование и управление процессом промывки скважины. В связи с этим требуется установление закономерностей изменения реологических свойств ИБР в различных термобарических условиях.

Большой вклад в развитие науки о коллоидных системах и, в частности в изучение их реологических свойств и режимов течения внесли И.Б.Адель, О.К.Ангелопуло, В.С.Баранов, А.И.Булатов, Н.А.Гукасов, В.В.Дерягин, К.Ф.Жигач, С.Д.Жуховицкий, Д.Е.Злотник, Н.М.Насьянов, Э.Г.Кистер, Н.Н.Круглицкий, Е.Г.Леснов, В.И.Липатов, М.И.Липкес, М.Р.Мавлютов, Н.А.Мариампольский, А.К.Мискарми, А.Х.Мирзеджанзаде, Б.И.Мительман, Л.К.Мухин, Ф.Д.Овчаренко, К.Ф.Паус, Н.А.Рабиндер, В.И.Рябенко, Е.М.Соловьев, В.Ю.Третинник, Н.М.Шерстнев, Р.И.Щенченко, Л.И.Щеголев

ский, Б.С.Филатов, А.Н.Яров, С.Н.Ягров и др.

Большинство проведенных исследований относится к глинистым коллоидным системам на водной основе, а исследования реологических свойств растворов на углеводородной основе занимают значительно меньший объем и носят эпизодический характер.

Основные исследования реологических свойств ИБР-І были проведены Л.К.Мухиным, Н.М.Насьяновым, К.Ф.Жигачем, Б.В.Касперским, В.Г.Литвишко, А.Г.Потаповым, В.И.Токуновым и др.

Л.К.Мухиным и Н.М.Насьяновым было установлено, что основное нарастание прочности структуры для всех РУО происходит за первые 12-16 часов. Максимальная же прочность структуры высокоуглеженистых растворов достигается через 24-32 часа покоя. В остальных случаях увеличение прочности структуры продолжается в течении двух и более суток. Проведенные ими исследования позволили установить качественные зависимости изменения η и τ РУО от температуры, степени объемного заполнения системы в диапазоне температур до 363К и плотности растворов до 1800 кг/м³.

Структурно-механические свойства этих систем исследовались в нормальных условиях.

В Волгоградском филиале методом статистической обработки промысловых данных установлены закономерности изменения η и τ ИБР-І плотностью 1200...2200 кг/м³ в диапазоне температур до 345К.

В то же время плотность применяемых ИБР достигает значений 2300 кг/м³, забойные температуры 440К, давления 110 МПа.

Для исследования реологических свойств ИБР-І нами использовались ротационные вискозиметры ВСН-3, ВСН-2М и Реотест-2, удов-

летворяющие диапазон варьирования температуры от 293 до 470К, давления - до 15 МПа, а также консистометр *SS-TDL FANN*, позволяющий замерять относительную эффективную вязкость при $T=293...$ 573К и $P=0,1...150$ МПа.

Промысловые исследования гидравлических сопротивлений проводились в обсаженной части скважины с применением глубинных манометров, установленных внутри буровой колонны и позволяющих измерять давление как внутри труб, так и в затрубном пространстве, для чего были разработаны специальные контейнеры.

Исследования температурного режима в скважине проводились с помощью электрического термометра ТЭГ-60, спускаемого на каротажном кабеле, и специально разработанной устьевой герметизирующей головки.

В качестве объекта испытаний был взят ИЕР-I, приготовленный в соответствии с отработанным в лабораторных и промысловых условиях компонентным составом плотностью 1120...2270 кг/м³ /табл./.

Лабораторными исследованиями установлены закономерности изменения величины СНС во времени и с изменением температуры. Доказано, что зависимость $СНС_{I/10}$ от температуры имеет экстремальный характер, максимальная величина которого приходится на температурный диапазон 320...350К /рис.1/. Изменение СНС во времени в нормальных условиях характеризуется тиксотропным нарастанием прочности структуры и практически ее стабилизацией через 3 суток /рис.2/.

Компонентный состав ИЕР /на 1 дм³ раствора/

Компоненты	Един. измер.	Плотность раствора, кг/м ³			
		1120		1420	
		абсолют. един.	объемн. %	абсолют. един.	объемн. %
1	2	3	4	5	6
Дизельное топливо	см ³	691,6	69,2	628,5	62,9
Высокоокисленный битум	г	122,7	12,4	104,0	10,5
Активная известь /43%/	г	312,3	11,9	264,9	10,1
Сульфенол	см ³	21,9	2,2	25,4	2,5
Вода	см ³	43,3	4,3	36,4	3,6
Барит	г	-	-	423,9	10,4
Нефть	%	-	-	2,0	-
СМАД-I	%	-	-	1,5	-
Условная вязкость	с	50	-	16	-
СНС	дПа	6/25	-	6/35	-

Продолжение таблицы

Компоненты	Един. измер.	Плотность раствора, кг/м ³			
		1800		2270	
		абсолют. един.	объемн. %	абсолют. един.	объемн. %
1	2	7	8	9	10
Дизельное топливо	см ³	553,9	55,4	454,9	45,5
Высокоокисленный битум	г	81,8	8,3	51,2	5,2
Активная известь /43%/	г	208,1	7,9	130,4	5,0
Сульфенол	см ³	28,0	2,8	33,4	3,3
Вода	см ³	28,6	2,9	17,9	1,8
Барит	г	933,3	22,7	1628,4	39,2
Нефть	%	4,0	-	4,0	-
СМАД-I	%	1,5	-	1,5	-
Условная вязкость	с	20	-	30	-
СНС	дПа	3/16	-	16/53	-

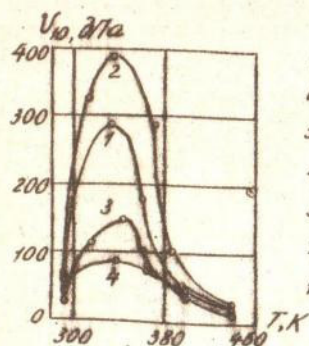


Рис. 1. Зависимость η_{10} ИЕР-I от температуры

1, 2, 3, 4 - ИЕР-I плотностью соответственно 1120, 1420, 1630 и 2270 кг/м³

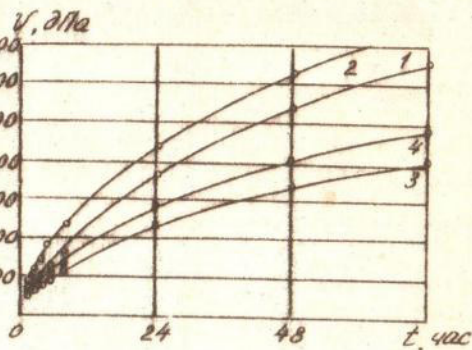


Рис. 2. Изменение η ИЕР-I во времени в нормальных условиях

Для прогнозирования величины η за определенный промежуток времени при температуре до 300K выведена зависимость

$$\eta_t = \exp \left[\frac{\ln \eta_1 \ln t_2 - \ln \eta_2 \ln t_1}{\ln t_2 - \ln t_1} \right] (60t)^{\frac{\ln \eta_1 - \ln \eta_2}{\ln t_2 - \ln t_1}}, \quad /1/$$

где η_t - значение η через время t , η_1, η_2 - величины η соответственно за время $t_1 = 10$ мин и $t_2 = 120$ мин, t - время, за которое определится величина η , час.

Зависимость /1/ справедлива для ИЕР-I, характеризирующейся коэффициентом тиксотропии не превышающим 0,75 $\frac{\text{дПа}}{\text{мин}}$. При этом доказано, что для характеристики нарастания прочности структуры ИЕР-I в отличие от подпая систем необходимо определять коэффициент тиксотропии по величине η за 10 и 120 мин.

$$K_T = \frac{\eta_{120} - \eta_{10}}{120 - 10}, \quad \text{дПа/мин.} \quad /2/$$

Для характеристики η во времени более тиксотропных растворов предложена эмпирическая зависимость.

$$\eta_t = (18,86 K_T + 3,34)(60t)^{0,41}, \quad /3/$$

где η_t - искомое значение η за время t , дПа ;

K_T - коэффициент тиксотропии с базой замера 10 и 120 мин;

t - время, за которое рассчитывают η , час.

За пределы этой величины относительной погрешности как для формулы /1/, так и для формулы /3/ принято 10%. Исходя из этого был определен диапазон изменения коэффициента тиксотропии для формулы /3/ -

$$0,60 \leq K_T \leq 1,74 \quad \text{дПа/мин.}$$

При повышенных значениях температуры изменение η во времени имеет экстремальный характер /Рис.3/

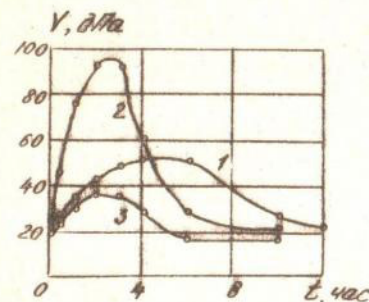


Рис. 3. Изменение η ИЕР-I плотностью 1420 кг/м³ во времени
1 - 313K; 2 - 333K; 3 - 353K

Максимальное значение η и период его достижения зависят от температуры и плотности раствора, а его величина во времени описывается эмпирическим выражением

$$\eta_t = \left(\frac{100t}{\alpha} + \eta_0 \right) b^{1/4},$$

где η_0 - стандартный замер η за 10 мин в нормальных условиях, дПа ;

α, b - коэффициенты, зависящие от температуры и плотности раствора и определяющие соответственно период достижения и величину максимального значения η /рис.4/;

t - продолжительность статического состояния раствора, час.

Установлена закономерность снижения пластической вязкости (η) и динамического напряжения сдвига (τ_0) с увеличением температуры /рис.5/

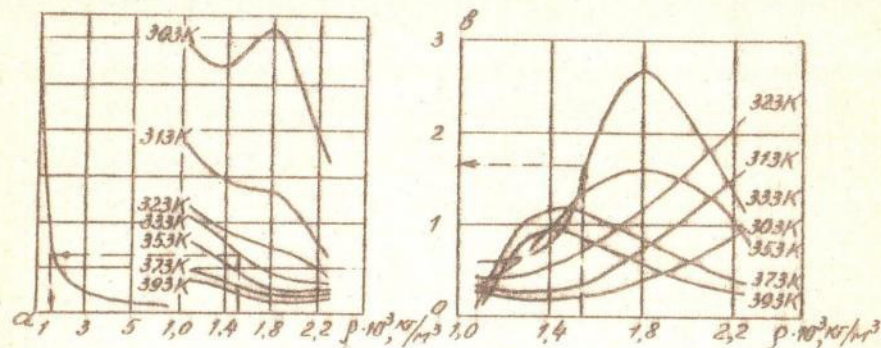


Рис. 4. Номограммы для определения коэффициентов "а" и "б"

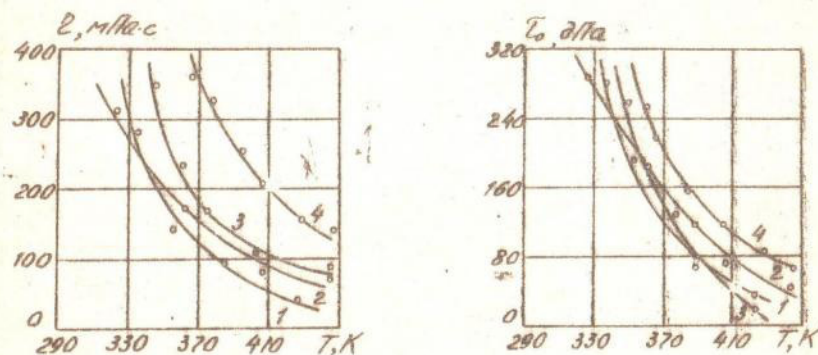


Рис. 5. Зависимость реологических параметров ИЕР-I от температуры
1 - 1120; 2 - 1420; 3 - 1800; 4 - 2270 кг/м³

Исследование совместного влияния температуры и давления на относительную эффективную вязкость ИЕР-I (z') выявило, что с увеличением температуры до 430K z' снижается в 5...10 раз, в то же время увеличение давления до 115 МПа приводит к повышению z' в 1,5...3,5 раза /рис.6/.

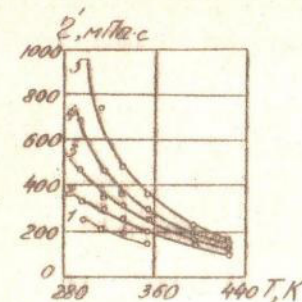


Рис. 6. Зависимость относительной эффективной вязкости ИЕР-I от температуры и давления
 $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 1 - 0,1; 2 - 28,1
3 - 56,3; 4 - 84,4; 5 - 112,5 МПа

Следовательно, имея значения "к", пластической вязкости и динамического напряжения сдвига, определенных в нормальных условиях, можно рассчитывать их значения для условий скважины:

$$z_{TP} = z_{T,P} / K, \quad (5) \quad \tau_{TP} = \tau_{T,P} / K, \quad (6)$$

где $z_{T,P}$ и $\tau_{T,P}$ - пластическая вязкость и динамическое напряжение сдвига, определенные на ротационном вискозиметре при $T=293\text{K}$ и атмосферном давлении.

Значение "к" определяется по номограмме /рис.7/ или рассчитывается по эмпирической зависимости

$$K = \frac{(T-273)^{1,67}}{55,42} + 0,49 - \left[\frac{(T-273)^{1,67}}{25,02 \cdot 10^4} + 0,008 \right] P, \quad (7)$$

где T и P - средневзвешенные значения температуры и давления в рассматриваемом интервале скважины, К, МПа.

Таким образом, для расчета реологических параметров для условий скважины необходимо определить температуры и давления, действующие в различных интервалах скважины в статическом состоянии раствора и в процессе циркуляции. На основании промысловых ис-

При этом установлено, что отношение как пластической, так и относительной эффективной вязкости, определенной в нормальных условиях, к их значениям, определенным в одних и тех же термобарических условиях, является величиной постоянной, названной нами термобарическим коэффициентом вязкости K .

следований температурного режима в скважинах выведены зависимости для определения средневзвешенных значений температуры в заданных интервалах.

Для определения величины СНС /статическая/:

$$T_{cp} = T_0 + \frac{(T_n - T_0)(h_{cp} - h_0)}{H - h_0}, \quad /8/$$

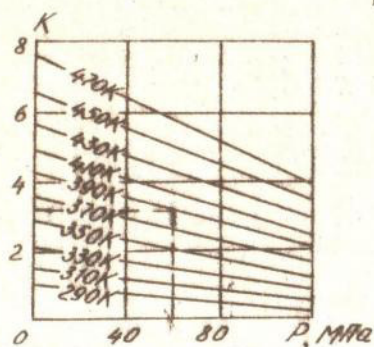


Рис.7. Номограмма для определения термобарического коэффициента вязкости.

где T_n — геостатическая температура на глубине спуска бурильной колонны, К;
 T_0 — температура слоя земли, на который не сказываются температурные колебания на поверхности, К;
 H — глубина спуска бурильной колонны, м;
 h_0 — глубина залегания слоя земли с температурой T_0 , м;
 h_{cp} — расстояние от поверхности земли до середины рассматриваемого интервала, м.

Для определения термобарического коэффициента вязкости /динамическая/:

$$T_{cp} = T_y + \frac{(T_b + T_y)(3h + l)}{3H}, \quad /9/$$

где T_y — температура выходящего из скважины или закачиваемого раствора, К;
 T_b — температура раствора у нижнего конца бурильной колонны, К;
 h — глубина залегания кровли рассматриваемого интервала, м;
 l — длина рассматриваемого интервала, м.

Средневзвешенное давление для рассматриваемого интервала опре-

деляется как сумма усредненного гидростатического давления и гидравлических сопротивлений

- для внутритрубногo пространства

$$P_{cp, \tau} = 10^{-5} \rho \left(h + \frac{l}{3} \right) + \rho \left[1 - \frac{2(3h + l)}{9H} \right], \quad /10/$$

- для кольцевого пространства

$$P_{cp, \kappa} = \frac{1}{9H} (3 \cdot 10^{-5} \rho H + \rho) (3h + l), \quad /11/$$

где ρ — плотность раствора, кг/м³;

P — предполагаемое максимальное давление в стояке, при котором будет осуществляться промывка скважины, МПа.

Исходя из изложенного, расчет величины пусковых давлений при восстановлении циркуляции предлагается проводить следующим образом:

1. Замеряют или задают значение СНС за 10 и 120 мин.
2. Рассчитывают средневзвешенное значение температуры для геометрически однородных интервалов трубного и кольцевого пространства, длина которых должна быть в пределах 500...1000 м.
3. Для указанных значений средневзвешенной температуры и заданной продолжительности статического состояния раствора рассчитывают значения U_t ;
4. По величине U_t для каждого выделенного интервала трубного и кольцевого пространства рассчитывают по известной зависимости дополнительное давление, необходимое для разрушения структуры, ΔP_d .
5. Рассчитывают общее дополнительное давление в стояке при восстановлении циркуляции путем определения $\sum \Delta P_d$.

Аналогично предлагается определять гидравлические сопротивления в циркуляционной системе скважины:

1. Замеряют в нормальных условиях или задают значения $\tau_{0, \kappa}$ и $\tau_{0, \tau}$.
2. Задают величину предполагаемого максимального давления

при определенной подаче раствора.

3. Выделяют геометрически однородные интервалы внутритрубно-го и кольцевого пространства.

4. Рассчитывают для выделенных интервалов средневзвешенные значения температуры и давления.

5. Определяют для выделенных интервалов значения термобарического коэффициента вязкости.

6. Для каждого интервала рассчитывают значения ξ_{tr} и ζ_{tr} .

7. Рассчитывают величину гидравлических сопротивлений для всех интервалов и элементов циркуляционной системы.

8. Определяют суммарное давление в стояке.

9. Выбирают необходимый режим работы насосной установки.

Необходимо отметить, что исследования реологических свойств ИБР-I с добавками вод различного компонентного состава позволили установить предельно допустимое содержание этих вод в растворе:

- хлоркальциевые воды $\leq 7\%$;
- хлорнатриевые воды $\leq 15\%$;
- пресные воды $\leq 10\%$.

Добавки воды в ИБР-I приводят к росту структурно-механических свойств раствора, а превышение допустимого содержания воды делает его технологически непригодным. В то же время изменение реологических свойств ИБР-I с добавками вод подчиняется всем закономерностям, выведенным для безводных растворов.

Разработанный метод расчета величин реологических параметров ИБР-I для термобарических условий скважины дал возможность определить гидродинамическую ситуацию в скважинах, рассчитать гидравлическую программу промывки скважин, предупредить и ликвидировать ряд осложнений, связанных с поглощениями, рапопроявлениями, неустойчивостью горных пород, что обеспечило успешное бурение скважин до проектных глубин.

Приведенные исследования показали, что ИБР-I обладает повышенными реологическими параметрами, что в ряде случаев приводит к затруднениям при бурении глубоких скважин, не дает возможности полностью реализовать ресурс породоразрушающего инструмента. В связи с этим является необходимым создание новых рецептур ИБР, характеризующихся пониженными значениями реологических параметров в нормальных условиях / $\xi_{tr,н} = 70 \dots 150 \text{ мПа} \cdot \text{с}$; $\zeta_{tr,н} = 50 \dots 120 \text{ дПа/}$.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработан метод гидравлического расчета промывки скважины известково-битумным раствором с учетом термобарических условий.

2. Показано, что степень и характер изменения величины реологических параметров ИБР-I определяются свойствами дисперсионной среды и диапазоном изменения температуры и давления. Для расчета величины реологических параметров ИБР-I при заданных температуре и давлении предложен термобарический коэффициент вязкости. Дана эмпирическая зависимость и построена номограмма для определения значений термобарического коэффициента вязкости.

3. Растворы на углеводородной основе отличаются вязкостной и прочностной тиксотропией. Предложено характеризовать тиксотропные свойства ИБР-I коэффициентом тиксотропии, определяемым по значениям СНС за 10 и 120 мин. Даны эмпирические зависимости для расчета величины СНС за определенное время покоя при заданной температуре, что позволя-

ет рассчитывать значения пусковых давлений при восстановлении циркуляции.

4. Предложена методика расчета средневзвешенных значений температуры и давления по интервалам скважины в процессе циркуляции и в состоянии покоя, необходимых для определения величин реологических параметров ИБР-I при гидродинамических расчетах.

5. Установлено, что изменение реологических свойств ИБР-I, содержащих воду, от температуры и давления подчиняется всем закономерностям, выведенным для безводных ИБР-I.

6. Разработанный метод учета термобарических условий для определения значений реологических параметров ИБР-I дал возможность осуществить гидродинамические расчеты технологических процессов при бурении скважин на Сагайдакской, Братешковской, Радченковской и Матяшевской площадях, что позволило предотвратить ряд осложнений и обеспечило успешное бурение. Общая экономическая эффективность от применения указанных разработок составила более 1 млн. рублей.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ

В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

I. Резерв повышения технико-экономических показателей бурения / В.Токунов, И.Хейфец, В.Неудачина, Е.Никитин, Л.Дрипко и др. - Нефтяник, 1975, №12, с.28-29.

2. О целесообразности использования различных типов буровых растворов при бурении в девонских отложениях ДДВ /Л.И.Дрипко, И.С.Романович, В.И.Токунов и др. - Нефтяная и газовая промышленность. 1976, №2, с.20-23.

3. Применение известково-битумного раствора в условиях проявления рапа /Л.И.Мухин, В.И.Токунов, И.Б.Хейфец, В.И.Неудачина, В.З.Лубан, Л.И.Дрипко и др. - Нефтяное хозяйство, 1976, №3, с.51-53.

4. Инструкция по применению известково-битумного раствора /ИБР/ /В.И.Токунов, И.Б.Хейфец, Л.И.Дрипко и др. - Киев, Укргипронин-нефть: 1976, с.56, /Утв. ПО "Укрнефть" 20.II.76/.

5. Неудачина В.И., Лубан В.З., Л.И.Дрипко, Сверхтяжеленные известково-битумные растворы. - В кн.: Дисперсные системы в бурении, Киев, "Наукова думка" 1977, с.119-120.

6. Схемы расположения оборудования при бурении скважин с применением ИБР на площадях Украины /Л.И.Мухин, В.З.Лубан, Э.Н.Довгополь, В.И.Токунов, В.И.Неудачина, Л.И.Дрипко.- НИТС Бурение, 1978, №4, с.23-25.

7. Паста для ликвидации поглощений ИБР /В.З.Лубан, Л.И.Дрипко, В.И.Неудачина и др. - Нефтяник, 1978, №4, с.12-14.

8. Дрипко Л.И., Мухин Л.К. Гидравлические сопротивления и структурно-механические свойства утяжеленных известково-битумных растворов. - В кн.: Тезисы докладов VI Всесоюзного семинара по гидравлике промысловых жидкостей и тампонажных растворов, посвященного памяти Р.И.Шенченко /г.Астрахань, 26-28 сентября 1978г./, М, 1978, с.64.

9. Дрипко Л.И. Нарушение рецептуры ИБР недопустимо.-Нефтяник, 1979, №5, с.23.

10. Лубан В.З., Неудачина В.И., Дрипко Л.И. Предупреждение и ликвидация осложнений при бурении скважин с применением известково-битумного раствора.- В кн.: Разведка и бурение на нефть и газ,

М., "Недра", 1979, с.56-59 /Труды Укргипрониннефть, вып.24/.

11. Мухин Л.К., Дрилко Л.И. Методика исследований гидравлических сопротивлений известково-битумных растворов в условиях скважины. - В кн.: Разведка и бурение на нефть и газ, М., "Недра", 1979, с.59-65 /Труды Укргипрониннефть, вып.24/.

12. Предотвращение роста пусковых давлений при бурении снарядом "Недра" /Л.И.Дрилко, Э.Н.Довгополый, Е.А.Фомина, Ю.Г.Арутюнов.-Нефтяная и газовая промышленность, 1980, №4, с.18-20.

13. Исследование реологических свойств утяжеленных известково-битумных растворов при высоких температурах и давлениях /Л.И.Дрилко, Э.Н.Довгополый, Л.К.Мухин и др. - Нефтяное хозяйство, 1980, №6, с.24-26.

14. Дрилко Л.И., Шаламов И.В. Реология утяжеленных известково-битумных растворов. - В кн.: Особенности технологии строительства нефтяных скважин в Белоруссии, Минск, 1980, с.37-42. /Труды БелНИГРИ/.

15. Совершенствование технологии приготовления ИБР в промышленных условиях /В.З.Лубан, В.И.Токунов, Л.И.Дрилко и др. - В кн.: Особенности технологии строительства нефтяных скважин в Белоруссии, Минск, 1980, с.52-56.

16. Дрилко Л.И. Реологическая характеристика известково-битумных растворов. - Нефтяная и газовая промышленность, 1981, №3, с.18-20.

17. Бурение скважин в осложненных условиях с применением растворов на углеводородной основе /А.Т.Левченко, В.И.Неудачина, Л.И.Дрилко и др. - Азербайджанское нефтяное хозяйство, 1981, №7, с.36-41.

18. Дрилко Л.И. О коэффициенте тиксотропии известково-битумных растворов. - В кн.: У Республиканская конференция по физико-химии, технологии получения и применения промывочных жидкостей, дисперсных систем и тампонажных растворов, Часть I, Киев, "Науко-

ва думка", 1981, с.121-122, /Тезисы докладов/.

19. Реологические свойства растворов на углеводородной основе /Л.И.Дрилко, В.И.Неудачина, Э.Н.Довгополый, В.З.Лубан. - В кн.: У Республиканская конференция по физикохимии, технологии получения и применения промывочных жидкостей, дисперсных систем и тампонажных растворов, Часть I, Киев, "Наукова думка", 1981, с.145-146 /Тезисы докладов/.

20. Об учете температурного режима в скважине при циркуляции ИБР для определения гидравлических потерь /Л.И.Дрилко, Э.Н.Довгополый, В.З.Лубан, В.Н.Лужаница. - Нефтяная и газовая промышленность, 1982, №3, с.19-21.

21. Влияние содержания воды на структурно-механические свойства известково-битумного раствора /В.И.Неудачина, Л.И.Дрилко, В.З.Лубан, Л.К.Мухин. - РНТС Бурение, 1982, №10, с.14-15.

22. Дрилко Л.И., Довгополый Э.Н., Мациевский В.П. Влияние известково-битумных растворов на буримость горных пород - В кн.: Третья Всесоюзная научно-техническая конференция "Разрушение горных пород при бурении скважин РПН-82", Часть II, Уфа, 1982, с.235-237.

23. Дрилко Л.И., Довгополый Э.Н., Лужаница В.Н. Влияние гидродинамического давления в скважине на состояние приствольной зоны. - В кн.: Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение нефтегазовых скважин, Ивано-Франковск, 1982, с.14-16 /Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции, Ивано-Франковск, октябрь 1982/.

24. Изменение вязкости ИБР в условиях скважины /Л.К.Мухин, Л.И.Дрилко, М.И.Липкес, К.Ш.Овчинский. - РНТС Бурение, 1983, №5, с.15-17.

25. Дрилко Л.И., Довгополый Э.Н., Никитин Е.А., Влияние реологических свойств буровых растворов на качество вскрытия продуктивных пластов. - В кн.: Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение нефтегазовых скважин, Ивано-Франковск, 1982, с.73-74. /Тезисы док-

ладов Всесоюзной научно-технической конференции, Ивано-Франковск, октябрь 1982/.

26. Роль гидравлики и гидродинамики в вопросах заканчивания скважин /Л.И.Допилко, Е.А.Фомина, В.Г.Витрик и др.- В кн.: Совершенствование технологических процессов на стадии заканчивания скважин. Гомель-Киев, 1983, с.63-65 /Тезисы докладов на республиканской научно-практической конференции, Гомель, октябрь 1983/.

27. Влияние буровых растворов на углеводородной основе на показатели работы долот. /Л.И.Допилко, В.И.Неудачина, Е.А.Фомина, С.И.Кухар.- В кн.: Бурение скважин на нефть и газ, Киев, 1983, с.23-27 /сборник научных трудов Укрگیпроніинейфть/.

28. Поддержание устойчивости стенок скважины в хемогенных отложениях девона /Л.И.Допилко, Э.Н.Довгополый, В.И.Неудачина и др. - Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений, Львов, 1983, вып.20, с.72-76.

29. Допилко Л.И., Прогнозирование величины статического напряжения сдвига ИБР. -Нефтяная и газовая промышленность, 1984, №2, с.34-37.

30. Допилко Л.И., Фомина Е.А., Полосина И.Н. Косвенный метод определения реологических параметров ИБР при высоких температурах и давлениях и их учет при проектировании промывки. - В кн.: Бурение глубоких разведочных скважин на нефть и газ в Белоруссии, Минск, 1984, с.53-60, /Труды БелНИГРИ/.

31. Совершенствование методики исследования величины гидродинамических давлений в скважине /Л.И.Допилко, Э.Н.Довгополый, Г.И.Дранкер, В.И.Сиренко. - В кн.: Бурение скважин в Днепровско-Донецкой и Припятской впадинах, Киев, Укрگیпроніинейфть, 1984, с.53-56 /Сборник научных трудов/.

