

**МЕРОПРИЯТИЯ
ПО БОРЬБЕ
С ОБВОДНЕНИЕМ
СКВАЖИН**

ГОСГОПТЕХИЗДАТ 1949

ОПЕЧАТКИ *

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
40	1—2 стр.	увеличить данную скорость	увеличить указанные в табл. 6 средние скорости
45	7 стр.	180° С	18° С
52	8 »	перекачки цементного	перекачки глинистого

Мероприятия по борьбе с обводнением скважины.

МЕРОПРИЯТИЯ
ПО БОРЬБЕ
С ОБВОДНЕНИЕМ
СКВАЖИН

ПОЛУЧЕНО
29.08.40

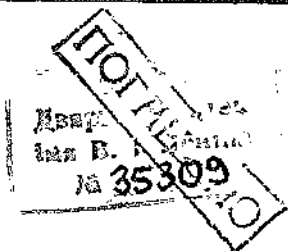
130564

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НЕФТЯНОЙ И ГОРНО-ТОПЛИВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1940 Ленинград

238319
622.2
М-52



Составлено по материалам бригады АзНИИ, организованной согласно приказу по Наркомнефти от 3/XII 1939 г. № 75-а, в составе: *Завацкого М. А.* (бригадир), *Горячева К. А.*, *Луценко Н. А.*, *Станишевского А. С.*, *Шищенко Р. И.*, *Линевского А. А.*, *Кудашова К. Л.*, *Калмыкова Н. Н.* и привлеченных к работе: *Липовецкого А. Я.* и *Малышева Д. И.* Отредактировано *Ф. И. Романюк.*

1965 г.

ПОГАСИТЕ

Утверждаю:

Нач. техн. отд. Наркомнефти

В. А. Каланкаров

ВВЕДЕНИЕ

Участившиеся случаи прорыва верхних вод при бурении на глубокозалегающие нефтяные пласты в большинстве своем должны быть отнесены за счет недостаточного внимания, уделяемого промысловыми работниками технике производства заливочных работ в изменившихся условиях бурения.

С ростом глубин бурения увеличилось количество проходимых водоносных горизонтов, увеличились и напоры пластовых вод, между тем методы их изоляции в общем остались такими же, какими они были 5—6 лет тому назад. Единственно, на что было обращено за последние годы известное внимание, это на качество цемента, на ускорение процесса заливки и бесперебойность ведения тампонажных работ. При тампонаже глубоких скважин начали применять цементы с замедленным началом схватывания, увеличили число заливочных агрегатов

и пр. В технологии же процесса заливок и применяющемся цементировочном оборудовании до настоящего времени существенных изменений не произошло, несмотря на новые требования, предъявляемые изменившимися условиями бурения.

Принцип закрытия воды при тампонаже по способу Перкинса, как известно, заключается в том, что при нем кольцевое пространство между колонной и стенками скважины заполняется цементным раствором, который, затвердев, преграждает доступ воды в нефтеносные пласты.

Для того чтобы цементное кольцо могло успешно выполнять свое назначение изолирующей перемычки, необходимо, чтобы: а) цемент сплошь заполнял кольцевое пространство между колонной и стенками скважины, б) связь цементного камня с окружающей породой и колонной была достаточно тесной, чтобы исключить возможность сообщения между водоносными и нефтеносными пластами по поверхностям соприкосновения цементного кольца со стенками скважины и колонны, и в) цементное кольцо было водонепроницаемо.

Особо важную роль при этом играет доброкачественность заливки на участках, расположенных непосредственно над и под нефтяными пластами.

Можно иметь сотни метров столба цемента за колонной, но, если такового нет против во-

донепроницаемых пластов над и под нефтяным пластом, вода в скважине не будет закрыта.

Отсюда вытекают следующие условия, необходимые для успеха тампонажа:

1. Центричное положение колонны в скважине против водонепроницаемых пластов, залегающих непосредственно у нефтяного пласта.

2. Сплошное заполнение на этих участках кольцевого пространства цементным раствором.

3. Тесное соприкосновение цементного камня со стенками колонны и скважины.

4. Рациональное заливочное оборудование, обеспечивающее герметичность колонны.

5. Доброкачественный цемент, обеспечивающий водонепроницаемость самому цементному камню.

1. ЦЕНТРИЧНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ КОЛОННЫ В СКВАЖИНЕ

Цементное кольцо, охватывающее колонну со всех сторон в промежутке между водоносным и нефтеносным пластами, является необходимым условием успешного перекрытия воды. Однако не всегда это условие может иметь место в действительности, так как все скважины имеют известное искривление, обуславливающее эксцентричное, боковое положение колонны, при котором она касается лежащего бока скважины. Нельзя, однако, утверждать, что колонна на всем протяжении ствола скважины лежит на стенке скважины. Наличие размыва стенок сква-

жины, наличие уступов на них, жесткость самой колонны, присутствие муфтовых соединений и пр. приводит к тому, что и в искривленной скважине колонна в определенных участках может занимать центричное положение и не касаться стенок скважины.

Влияние этого фактора на успех перекрытия воды в значительной степени зависит от имеющегося расстояния между водоносным и нефтеносным пластами. При большом расстоянии между ними центричное положение колонны на отдельных участках его может быть легко осуществимо, поэтому в этом случае имеется и большой процент успешных цементировок. Когда же это расстояние мало, становится мал и процент удачного закрытия воды.

Для обеспечения центричного положения колонны применяются следующие мероприятия:

- 1) установка направляющих фонарей на колоннах;
- 2) специальное местное расширение ствола скважин;
- 3) переход на бурение долотом уменьшенного диаметра при вскрытии кровли нефтеносного пласта.

Направляющие фонари

Влияние этого мероприятия на успешное закрытие воды видно из следующих практических результатов его применения на промыслах треста «Лениннефть».

Из пятидесяти трех скважин, законченных бурением на ПК за период с 1 января 1938 г. по 1 июля 1939 г., в 27 скважинах были спущены колонны с направляющими фонарями, а в 26 скважинах фонари установлены не были.

Опыт показал, что при спуске эксплуатационных колонн без фонарей процент скважин, давших при освоении воду, составлял 65,4% (из 26 законченных скважин дали воду 17). В скважинах же, эксплуатационные колонны которых были оборудованы фонарями, процент этот снижается до 40,7% (из 27 скважин воду дали 11).

Подобные же результаты получены и по тресту Орджоникидзенефть. Из 8 скважин с установленными на колоннах фонарями вода при освоении была получена только в одной, а из 10 скважин, где фонарей установлено не было, воду получили в 5 скважинах.

Полученные результаты доказывают, что установка фонарей на колонне должна быть признана операцией, улучшающей закрытие воды.

Остается открытым вопрос, почему все-таки фонари не дали 100% успеха в закрытии воды. Ответ на него надо искать в том, что центричное положение колонны само по себе, без других необходимых сопутствующих условий (тесное соприкосновение цементного кольца со стенками скважины, сплошное заполнение цементом всего сечения скважины и пр.), не может обеспе-

чить 100%-ный успех. Кроме того причину неудачных цементировок в этом случае надо искать и в самой конструкции фонарей, а равно и в правильном выборе места для их установки на колонне, которое обеспечивало бы центричное положение спущенной колонны в точно заданном интервале — именно в пределах водоизолирующего пласта между нефтяным и водоносным горизонтами.

Обычно, как правило, на колонне устанавливались 3 фонаря через одну трубу, т. е. через 20—22 м; фонари устанавливались на трубе свободно, т. е. имели возможность перемещаться по длине всей трубы.

При такой расстановке фонарей расстояние между ними может быть и 10 м и 30 м.

В условиях цементировки, когда башмак колонны стоит на забое и нижняя часть колонны в пределах 100—150 м от башмака подвержена продольному изгибу под действием собственного веса, такое возможное расположение фонарей не всегда может обеспечить колонне центричное положение в скважине, и колонна при прогибе может прилегать к стенке скважины. Возможность перемещения самого фонаря по всей длине трубы, при близком залегании нефтеносных и водоносных горизонтов (что часто имеет место и создает особенно неблагоприятные условия для заливки), может привести к тому, что на этом весьма ограниченном и вместе с тем ответственном за успех заливки интерва-

ле центричное положение колонны в скважине не будет обеспечено.

Нельзя признать достаточно рациональной и конструкцию применяющихся фонарей.

Обычно применяемый в настоящее время фонарь для 6" колонны представляет собой патрубок из 9" обсадной трубы длиной от полутора до двух метров, подкатанный с концов, с тремя продольными корытообразными углублениями.

Такая конструкция слишком тяжела; она способствует образованию при спуске колонны сальников и тем самым затрудняет образование цементного кольца вокруг колонны близ фонарей.

В целях повышения эффективности этого мероприятия, в значительной мере обеспечивающего успех закрытия воды и заслуживающего самого широкого распространения, необходимо соблюдать следующие правила:

1) Фонари должны устанавливаться не на длинных трубах колонны, а на коротких, длиной не больше 5—6 м.

2) Число фонарей на колонне должно быть не меньше четырех.

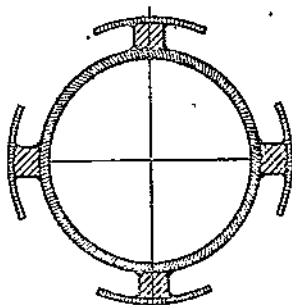
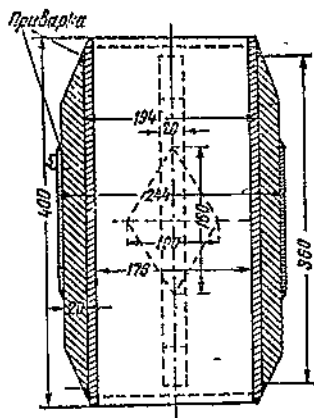
3) Места установок фонарей должны определяться с таким расчетом, чтобы два из них находились под первыми двумя муфтами колонны, лежащими ниже кровли нефтеносного горизонта, а два других над первыми двумя муфтами, лежащими выше кровли горизонта.

4) Наружный диаметр фонаря должен равняться номинальному диаметру скважины минус 2" (50 мм).

5) Там, где конструкция скважины делает применение фонарей невозможным (где номинальный диаметр скважины только на $3\frac{3}{4}$ " больше номинального диаметра колонны), роль последних должны выполнять муфтовые соединения колонны. В этом случае в колонну должны вводиться шесть коротких, длиной в 5—6 м труб с таким расчетом, чтобы три из них находились над кровлей нефтяного горизонта и три — под кровлей.

6) Конструкции применяемых фонарей (описанная выше конструкция треста «Лениннефть» и планочная — треста «Молотовнефть») — должны быть признаны нерациональными. Наиболее рациональна конструкция, разработанная АзНИИ (см. фиг.), которая может быть рекомендована для широкого промышленного испытания.

Фонарь изготавливается из обсадной трубы следующего по отношению колонны диаметра (для 5", 6", 7" и т. д. колонн фонари изготавливаются соответственно из 6", 7", 8" обсадных труб). С четырех противоположных сторон на наружной поверхности фонаря привариваются четыре планки толщиной 20—10 мм, к которым в свою очередь привариваются четыре опорные пластинки толщиной 5 мм. Длина фонаря 400 мм,



Фонарь конструкции АзНИИ.

Специальное местное расширение ствола скважины

Местное расширение имеет целью избежать на определенном участке соприкосновение колонны со стенками скважины, даже в том случае, когда колонна приняла в ней боковое положение. В расширенном интервале колонна не сможет касаться стенок скважины и вокруг колонны должно будет получиться кольцо.

Впервые специальное местное расширение ствола скважины при помощи гидравлических расширителей ГИИНМАШ было произведено в 1938 г. в тресте «Лениннефть».

Расширение ствола было выполнено в трех скважинах №№ 1512, 1528 и 1526. Две скважины №№ 1512 и 1528 вышли в эксплуатацию с нефтью, а третья скважина № 1526 при опробовании дала воду, причем первые две скважины, вышедшие из бурения с дебетом нефти в 100—150 т, перешли на воду, первая через 9 дней и вторая — через 12.

В 1939 г. местное расширение стволов было произведено в восьми скважинах треста «Орджоникидзенефть», причем из 8 скважин, в которых было сделано это специальное расширение, две скважины дали воду.

Данное мероприятие широко рекламируется в американской литературе как метод, значительно улучшающий закрытие воды в условиях близкого залегания водоносных горизон-

Ограниченное число скважин, в которых производилось этого вида расширение, отступление при производстве его от вышеуказанных условий (расширение по высоте доводилось до 13—15 м, производилось в песках и пр.) не дает возможности вынести какое-либо определенное суждение о его эффективности. Остается неясным вопрос, каким образом происходит в расширенном интервале вытеснение цементом глинистого раствора. Если вытеснение будет полное, расширение должно принести пользу; при частичном заполнении, оставшийся в расширении глинистый раствор может служить проводником воды в эксплуатационный пласт и в этом случае расширение не даст ожидаемого эффекта.

Для разрешения этого вопроса необходимы специальные исследования характера движения цементного раствора при различных скоростях в расширенных местах ствола скважины при наличии в них глинистого раствора различных вязкостей и удельного веса.

Переход на бурение долотом уменьшенного диаметра при вскрытии кровли нефтеносного пласта

Переход на бурение долотом уменьшенного диаметра для устройства уступа, имеющего целью обеспечить центричное положение колонны над кровлей нефтеносного горизонта и тем самым получение сплошного цементного кольца, мо-

Жетъ дать эффектъ лишь при соблюденіи слѣдующихъ условий:

1) Уступъ долженъ быть концентричнымъ по отношенію къ вышележащему уширенному стволу скважины.

2) Стволъ скважины, непосредственно расположенный надъ уступомъ, передъ самымъ спускомъ колонны долженъ быть проработанъ долотомъ полнаго діаметра. При невыполненіи этого условія на стенкахъ скважины за время проработки нижней части ствола и послѣдующей промывки скважины можетъ образоваться толстый слой штукатурки, который въ значительной степени уменьшитъ эффективность уступа. Опытъ применения этихъ уступовъ въ трестѣ Кагановичнефть показалъ, что въ этомъ случаѣ высота подъема цемента при тампонажѣ значительно превышала расчетную, что служитъ доказательствомъ известнаго заплыванія ствола скважины при переходѣ на буреніе долотомъ меньшаго діаметра.

3) Цементировка колонны должна производиться навесу, когда колонна въ пределах уступа находится въ состояніи растяженія. Въ противномъ случаѣ, когда башмакъ колонны при тампонажѣ ставится на забой съ частичной разгрузкой колонны, влияние уступа величиной въ 1" можетъ сказаться на очень ограниченной высотѣ надъ нимъ, въ пределахъ 1—1,5 м и не дастъ заметнаго эффекта.

Можно считать, что значеніе уступа равноценно установкѣ на данномъ мѣстѣ одного фонаря.

Устройство же в таком случае уступа, осложняющее бурение, должно быть признано мероприятием мало рациональным..

II. СПЛОШНОЕ ЗАПОЛНЕНИЕ КОЛЬЦЕВОГО ПРОСТРАНСТВА ЦЕМЕНТНЫМ РАСТВОРОМ

Поднимающийся в кольцевом пространстве за колонной цементный раствор вытесняет идущий впереди него глинистый раствор. Для того чтобы глинистый раствор был вытеснен при этом полностью, необходимо:

1) иметь наибольшую разность удельных весов и вязкости цементного и глинистого растворов;

2) иметь увеличенную скорость движения цементного раствора.

Возможности увеличения разности удельных весов ограничены — удельный вес глинистого раствора определяется геологическими условиями и качеством глины, а удельный вес цементного раствора — технологическим процессом закачки.

Бóльшие возможности имеются в отношении увеличения скоростей движения цементного раствора, которые могут быть получены как за счет ускорения времени закачки самого цемента, так равно и за счет уменьшения кольцевого сечения.

О путях ускорения процесса цементировок будет сказано ниже, что же касается уменьшения кольцевого сечения, то таковое возможно

иметь за счет уменьшения диаметра самой скважины.

Под наиболее распространенный 6" диаметр эксплуатационной колонны в настоящее время бурение ведется долотьями диаметром $9 \frac{3}{4}$ " в скважинах двухколонной конструкции и диаметрами $10 \frac{3}{4}$ " и $11 \frac{3}{4}$ " в одноколонных.

В целях увеличения скорости движения цементного раствора необходимо идти по пути уменьшения диаметра долота, так как имеющиеся возможности не обеспечивают при долотях большого диаметра необходимых скоростей.

Наиболее оптимальным может быть признан диаметр долота в $10 \frac{3}{4}$ ", как обеспечивающий лучшую очистку стенок скважины и более ускоренное движение цементного раствора.

Помимо этого важного фактора увеличения скорости движения глинистого и цементного растворов, необходимо внести некоторые изменения и в конструкцию низа колонны, могущие улучшить условия для сплошного заполнения цементным раствором кольцевого пространства, а именно:

1) увеличить площадь заливочных отверстий в башмачном патрубке и

2) обеспечить выходящей из колонны струе цементного раствора завихрение (направление струи по касательным к окружности колонны, а не радиальное, каковое мы имеем теперь).

Общая площадь заливочных отверстий в

башмачном патрубке должна быть подобрана из расчета получения скорости струи не выше 20 м в секунду.

Создание завихрения выходящей из заливочных отверстий колонны струи жидкости преследует цель обеспечить винтообразное движение цементного раствора вокруг колонны и тем самым предотвратить возможность его движения отдельными струями по кольцевому пространству и вместе с тем возможность размыва стенок скважины выходящей из колонны жидкостью. При повышении скорости прокачки жидкости при тампонаже это мероприятие приобретает известное значение и в отношении предохранения цементного раствора от загрязнения размываемой породой забоя скважины.

III. СВЯЗЬ МЕЖДУ ЦЕМЕНТНЫМ КАМНЕМ И СТЕНКАМИ СКВАЖИНЫ

Основным условием для получения безводной скважины является чистота ее ствола и забоя.

Чистота ствола зависит от толщины штукатурки, отлагающейся на стенках скважины, и степени загрязнения ее частицами выбуренной породы.

Чем толще штукатурка, образующаяся на стенках скважины, тем меньшую площадь будет занимать кольцо цементного камня за колонной. В случае близкого залегания верхних вод от нефтеносного пласта и наличия перепада давле-

ния (разность давлений водяного пласта и нефтяного) утолщенная штукатурка может послужить причиной прорыва верхних вод.

Опыты показывают, что глинистая штукатурка не дает резкого разграничения между глинистым раствором и пористой стенкой скважины. Существует плавный переход от твердой корки к загустевшему около нее глинистому раствору. Непосредственно у поверхности стенок корка очень тверда. Твердость ее на расстоянии 3—4 мм от стенок скважины для глинистых растворов средних качеств составляет по Бриннелю от 0,03 до 0,15 кг/мм², затем твердость ее падает и на расстоянии 20—25 мм составляет 0,01 кг/мм².

Опытами установлено, что чем выше коллоидальность глинистого раствора, тем тоньше штукатурка, откладывающаяся на стенках скважины. Это явление объясняется тем, что количество связанной воды больше в коллоидальных растворах. Связанная вода очень трудно отпрессовывается от глинистых частичек, так как сила притяжения между молекулами воды и поверхностью частиц достигает тысяч атмосфер. Опыты указывают, что большему количеству связанной воды соответствует меньшая фильтрация раствора и меньшая толщина штукатурки при одной и той же вязкости глинистого раствора.

Для уменьшения фильтрации глинистого раствора, а следовательно, уменьшения толщи-

ПОЖАЛЕНС

ны штукатурки необходимо повысить степень дисперсности частиц глинистого раствора, обуславливающую его коллоидность и степень гидратации за счет увеличения толщины водной оболочки. В этом направлении были проведены исследования, показавшие возможность уменьшения фильтрации глинистых растворов более чем в 3—4 раза путем химической обработки глинистых растворов. Обработке подвергались глинистые растворы, приготовленные из локбатанской и гюльбахской глин. Реагентами для химической обработки глинистых растворов были взяты щелочной раствор сульфит-целлюлозного экстракта и углещелочной раствор. Обработка производилась следующим образом: к глинистому раствору, обработанному и оставленному на следующий день, добавлялся густой чистый глинистый раствор из понтичской глины. Этим путем первоначальная вязкость раствора в 20—30 сек. по 5-мм трубке доводилась до 55—60 сек. через 5-мм трубку СПВ, а потом обработкой щелочным раствором сульфит-целлюлозного экстракта или бурого угля и водой в случае большой вязкости снова достигалась необходимая вязкость (30—35 сек.). Такая обработка повторялась несколько раз. Принятый метод обработки приближал лабораторные опыты к условиям обработки глинистого раствора в скважине в процессе бурения. При совместной обработке сначала применялся углещелочной раствор, затем вязкость раствора сни-

жалась щелочным раствором сульфит-целлюлозного экстракта.

Результаты обработок сведены в табл. 1, 2, 3, 4 и 5.

В табл. 1 приведены результаты обработки глинистого раствора из лок-батанской глины щелочным раствором сульфит-целлюлозного экстракта марки А. После четырехкратной обработки фильтрация исходного раствора была снижена с 720 см^3 до 270 см^3 , а толщина корки с 8 до 3 мм. В равной степени был снижен % отстоя с 3 до 1%. Количество сульфит-целлюлозного экстракта было взято до 4% (от сухого) по отношению к объему взятого для обработки глинистого раствора.

Несколько лучшие результаты были получены для лок-батанского раствора при обработке сульфит-целлюлозным экстрактом марки И. Результаты сведены в табл. 2.

При обработке глинистых растворов, приготовленных из более коллоидных глин, например, гюльбахской, результаты обработки получаются намного лучше, что видно из табл. 3.

Обработка глинистого раствора из лок-батанской глины углещелочным раствором (табл. 4) дала несколько худшие результаты в отношении толщины корки, хотя фильтрация и была доведена до показателей обработки щелочным раствором сульфит-целлюлозного экстракта, приведенных в табл. 1.

Результаты химической обработки глинистого раствора, приготовленного из док-батанской глины, щелочным раствором сульфит-целлюлозного экстракта марки «А»

Исходный раствор		Добавки			Обработанный раствор				Через сутки		Толщина корки в мм
вязкость в секундах	Ур. вес	сульфит-целлюлозный экстракт в %	концентрация в %	соотношение пудры к цеолитам	вязкость в секундах	Ур. вес	начало текучести	фильтрация	отстой в %	стабильность	
30	1,34	—	—	—	—	—	0,048	720	3	0,02	8
54	1,36	2,5	30	1 : 0,2	31	1,35	0,06	520	1,5	0,01	7
55	1,36	3,3	30	1 : 0,2	33	1,35	0,05	370	1,0	0,01	6
59	1,34	3,7	30	1 : 0,2	35	1,33	0,065	380	1,0	0,01	4
61	1,31	4,0	30	1 : 0,2	32	1,30	0,05	270	1,1	0,01	3

Таблица 2

Результаты химической обработки глинистого раствора, приготовленного
из лок-батанской глины, сульфит-целлюлозным экстрактом
марки «И»

Исходный раствор		Добавки			Обработанный раствор				Через сутки		Толщина корки в мм
вязкость в секундах	уд. вес	сульфит-целлюлозный экстракт в %	концентрация в %	соотношение мушкетера к цеолитам	вязкость в секундах	уд. вес	начало текучести	фильтрация	отстой в %	стабильность	
30	1,34	—	—	—	30	1,34	0,0047	720	3	0,02	8
52	1,35	1	30	1 : 0,2	30	1,34	0,05	450	2	0,01	6
62	1,34	1,5	30	1 : 0,2	31	1,33	0,038	350	1	0,01	5
55	1,32	1,8	30	1 : 0,2	30	1,30	0,038	350	0,5	0,0	4
60	1,25	2,0	30	1 : 0,2	31	1,24	0,029	280	0,0	0,0	3

Таблица 3

Результаты химической обработки глинистого раствора, приготовленного из гильбахской глины, сульфит-целиюлозным экстрактом

Исходный раствор	Добавки					Обработанный раствор				Через сутки		Тол- щина корки в мм
	вязкость в секундах	УД. вес	сульфит-цел- люлозный экстракт в %	концентра- ция в %	соотношение пудбител и щелочи	вязкость в секундах	УД. вес	начало текуче- сти	фильтрация	отстой %	стабиль- ность	
22	—	—	—	—	—	22	1,22	0,027	480	—	—	5
70	—	—	1,2	30	1:0,2	30	1,30	0,052	300	0	0	4
70	—	—	2,0	30	1:0,2	30	1,31	0,043	260	0	0	4
75	—	—	2,5	30	1:0,2	35	1,31	0,023	160	0	0	3
76	—	—	3,5	30	1:0,2	35	1,30	0,0195	130	0	0	2
78	—	—	4,0	30	1:0,2	36	1,31	0,0170	70	0	0	1

Таблица 4

Результаты химической обработки глинистого раствора,
приготовленного из ло-к-батанской глины, углещелочным
раствором

Исходный раствор	Добавки				Обработанный раствор				Через сутки		Тол- щина корки в мм	
	вязкость в секундах	УЛ. вес	бурый уголь	вода в несо- вых %	вязкость по добавлению воды в секун- дах	вязкость после доба- вления воды в секундах	УЛ. вес	начало теку- чести	фильтрация	остаток в %		стабиль- ность
30	1,34	Добавляется из расчета 100 см ³ на 1 л. раств.	1	—	—	—	—	0,047	720	3	0,02	8
62	1,36		6	76	32	32	1,32	0,07	620	3	0,02	8
62	1,34		7	73	32	32	1,29	0,066	600	2	0,01	7
52	1,32		3	38	32	32	1,28	0,06	500	2	0,01	5
51	1,30		0	32	32	32	1,27	0,038	350	1,5	0,01	5
60	1,29		5,5	42	35	35	1,26	0,037	270	0	0	4

Бурый уголь вводился в глинистый раствор в виде углещелочного раствора, будучи приготовлен на морской воде следующим образом: 100 частей воды, 10 частей угля (считая на сухой) и 3—4 части щелочи.

Промышленное испытание одного бурого угля в районах Орджоникидзе-нефть и Сталиннефть показало сильное загустевание глинистого раствора в скважинах.

Явление загустевания глинистых растворов в скважинах во время спуско-подъемных операций может послужить причиной высоких продажных давлений. В целях смягчения указанного явления были поставлены опыты первичной обработки углещелочными растворами и повторных обработок щелочными растворами сульфит-целлюлозных экстрактов.

Результаты обработки приведены в табл. 5.

Толщина штукатурки в конечном результате обработки равнялась 2 мм. Отстой и стабильность, начиная с третьей обработки, были равны нулю. Показания во всех случаях оказались лучше, чем в табл. 4.

На основании проведенной работы можно сделать следующие выводы: химическая обработка глинистых растворов улучшает качественные показатели растворов: уменьшаются показатели фильтрации и отстоя и раствор делается стабильным. Уменьшение фильтрации и увеличение гидратации глинистых частиц дает уменьшение глинистой корки. Лабораторные

Таблица 5

**Результаты комбинированной обработки глинистого раствора
углещелочным раствором и щелочным раствором сульфит-целлюлозного
экстракта**

Исходный раствор		Добавки			Обработанный раствор				Через сутки	
вязкость в секундах	уд. вес	бурый улов	вязкость в секундах	сульфит-целлюлозный экстракт в %	вязкость в секундах	уд. вес	начало текучести	фильтрация	отстой в %	стабильность
30	1,34	Добавка 50 см ³ на 1 л глинистого раствора в виде углекислотного раствора	—	—	—	—	0,047	720	3	0,02
60	1,35		Не течет		30	1,33	0,06	560	1,0	0,01
64	1,35		67	0,8	30	1,33	0,05	350	0	0
67	1,35		78	2	31	1,33	0,04	300	0	0
70	1,32		51	1,2	31	1,30	0,04	240	0	0

опыты подтверждаются и практикой химической обработки на буровых. Так, например, химическая обработка на буровой № 739 Ясамальской долины снизила фильтрацию глинистого раствора с 52 см³ до 25 см³. Это снижение фильтрации за счет химической обработки привело к тому, что резко снизилось добавление воды и нормального глинистого раствора в скважину.

Вторым условием для получения чистой скважины является обеспечение своевременной очистки глинистого раствора от выбуренной породы.

Для обеспечения этого условия глинистый раствор должен быть очищен от выбуренной породы до поступления его в прием насоса.

Конструкция очистной системы должна обеспечить:

а) очистку породы из желобов без остановки бурения;

б) поплавковую скорость движения раствора не выше 15—18 см/сек;

в) разрушение структуры раствора для обеспечения лучшего освобождения породы.

Этим требованиям удовлетворяет желобная система Линевского.

Для предохранения скважины от загрязнения выбуренной породой необходимо, чтобы скорости движения глинистого раствора в кольцевом пространстве после спуска кондуктора были не менее 0,25 м/сек. С этой же целью время пребывания выбуренной породы в скважине должно быть ограничено во избежание налипа-

ния частиц породы на стенки скважины под действием центробежных сил, вызываемых вращением инструмента.

Для обеспечения чистоты ствола скважины и предохранения его от каверн бурение необходимо производить без добавок нефти, поскольку нефть не улучшает качества глинистого раствора, а только влияет на коэффициент трения, уменьшая затяжки инструмента. Загрязнение скважины при добавках нефти находит себе объяснение в том, что нефть, отлагаясь в капиллярах штукатурки, вызывает отставание последней на отдельных участках от стенок вместе с песком, в результате чего поврежденные участки штукатурки в силу резкого снижения коэффициента трения между отдельными песчинками легко размываются раствором под влиянием вращающихся бурильных труб.

В целях борьбы с обводнением необходимо уделять максимум внимания систематической и правильной очистке скважины от выбуренной породы, обеспечению наибольшей скорости движения в кольцевом пространстве и химической обработке раствора.

При отсутствии возможности для производства химической обработки, необходимо принять все меры к тому, чтобы, насколько возможно, ослабить вредное влияние толстой глинистой корки на стенках скважины на успех тампонажа. Таким предварительным мероприятием является проработка ствола скважины перед спуском ко-

лонны, имеющая целью удалить со ствола скважины неплотный поверхностный осадок, отлагающийся по всему стволу скважины. Слой глинистой штукатурки, прилегающей непосредственно к стенке скважины, образовавшийся в результате фильтрации глинистого раствора, представляет плотную глинистую корку, которая не может помешать достаточному уплотнению между цементным камнем и стенками скважины. Неплотная же, поверхностная часть ее, если она останется между цементным камнем и стенкой скважины, может служить причиной поступления воды в нефтеносный пласт и поэтому удаление ее считается необходимым.

Проработка, как правило, должна вестись с соблюдением следующих условий:

1) Проработка производится пикообразным долотом с боковыми поверхностями, заправленными твердым сплавом, и с установленным выше долота шарошечным расширителем ФД. Размеры пикообразного долота и расширителя ФД берутся такие же, как и при бурении.

2) Подача инструмента при расширении должна быть равномерной, обеспечивающей отделение осадка по всему стволу скважины без пропусков.

3) Проработка должна сопровождаться интенсивной промывкой, продолжительность которой определяется временем, необходимым для выноса снятой глинистой корки на поверхность.

Необходимо в течение всего времени проработки подачу инструмента вести с таким расчетом, чтобы показатели глинистого раствора, выходящего из скважины, в отношении вязкости не были выше показателей, указанных в геолого-техническом наряде для работы в эксплуатационном объекте.

4) Проработку ствола скважины необходимо производить на всю высоту подъема цемента, но не выше чем на 500 м от башмака колонны.

5) Проработка должна производиться непосредственно перед спуском колонны, заменяя тем самым промывку скважины перед спуском колонны.

Помимо причин технологического порядка успех закрытия воды в большой мере зависит от технической характеристики оборудования и самой организации работ. Анализ существующего в этом отношении положения приводит к выводу о необходимости проведения ряда мероприятий, способствующих улучшению конструкций заливочного оборудования и самой техники заливочных операций.

IV. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЗАЛИВКИ

Заливочная головка

Применяющаяся в настоящее время на промыслах нефтетрестов Азнефтекомбината головка типа «Азнефть» не отвечает всем предъявляемым к ней требованиям. В частности во время

снятия крышки заливочной головки при зарядке верхней пробки происходит засасывание в скважину значительного количества воздуха, частично остающегося в глинистом растворе в растворенном состоянии, частично, возможно, протекающего в затрубное пространство через неплотности в соединениях.

При этом не исключена возможность создания дополнительного давления (помимо давления, обусловливаемого температурным фактором) в процессе твердения цемента, за счет поднятия пузырьков воздуха кверху, что в большинстве случаев и наблюдается на манометре заливочной головки через некоторое время после заливки скважины.

Изготавливаемая на заводах треста «Азнефтемаш» заливочная головка типа «Азинмаш», устраняющая указанное засасывание воздуха, не нашла, однако, себе применения на промыслах большинства нефтетрестов, так как конструкция последней имеет следующие недостатки:

1) для зарядки нижней пробки требуется снятие не крышки, как это производится при обычной головке типа «Азнефть», а всей головки, что связано с разъединением соединительных линий (жестких) и шланг от заливочных агрегатов и с их вторичным соединением и опрессовкой, на что задалживается значительное количество времени при уже спущенной нижней пробке;

2) не представляется возможности быстрой и удобной промывки соединительных линий и шланг;

3) габариты головки «Азинмаш» дают возможность зарядки лишь одной верхней пробки, между тем как в большинстве нефтетрестов в настоящее время при заливке применяются две верхние пробки, а в некоторых нефтетрестах сверх пробок дополнительно спускается еще мешок с глиной.

Из изложенного ясно, что одним из условий улучшения техники процесса заливки является изготовление нового типа головки, дающей возможность предварительной зарядки как нижней, так и верхней пробок, а также быстрой и удобной промывки шланг.

Заливочные пробки

Применяющиеся в настоящее время заливочные пробки дают возможность получения «удара». Тем не менее все же имеют место, правда, крайне редко, случаи перекачки цементного раствора выше башмака колонны, что свидетельствует о недостаточной стойкости манжета, изготавливающегося обычно из старого прорезиненного ремня. Вот почему на промыслах и стали применять две верхние пробки, как уже указывалось выше, а иногда дополнительно сверх пробок и мешок с глиной.

Для лучшего разделения цементного и глинистого растворов и обеспечения схождения

пробок при одной верхней пробке (дабы не увеличивать чрезмерно высоту заливочной головки) необходимо снабжать пробки самоуплотняющимися резиновыми манжетами.

Заслуживает внимания предложение—вместо прорезиненных ремней надевать на нижние торцевые части пробок разрезанные кольца Беттиса.

Шланги

Качество прорезиненных шланг высокого давления, изготавливаемых заводами Главрезины, за последнее время значительно улучшилось, но все еще не отвечает предъявляемым им требованиям. До сих пор имеют место разрывы шланг во время заливок при давлении 50—60 ат, несмотря на то, что завод-изготовитель гарантирует значительно более высокое давление.

Из-за неуверенности в качестве шланг тампонажники проводят на ответственных заливках, как правило, две жесткие линии от заливочной головки к агрегатам, что усложняет монтаж линий и лишает возможности расхаживать колонну в тех случаях, когда это желательно и допустимо.

Необходимо в наискратчайший срок организовать выпуск гибких шланг высокого давления (порядка 130—150 ат), обеспечивающих предъявляемые тампонажниками требования.

Затворение цемента

Общеизвестно, что с увеличением количества воды в цементном растворе качество последнего

ухудшается. Засыпка цемента из мешков в воронки цементосмесителей заливочных агрегатов производится в настоящее время вручную. Таким образом, качество цементного раствора зависит во многом от опытности, сноровки и физической силы задалживаемых на прокачке цемента рабочих. Правда, удельный вес прокачиваемого в скважину цементного раствора в течение всего времени прокачки контролируется и обычно принимаются все меры, чтобы удельный вес раствора был не менее 1,85—1,95. Тем не менее необходимо добиться совершенно однородного по удельному весу цементного раствора, а также возможности регулировки в определенных пределах % воды в нем (чтобы иметь возможность последнюю, наиболее ответственную часть цемента прокачивать более густой консистенции). Указанные обстоятельства диктуют неотложную необходимость механизации процесса засыпки цемента в воронки цементных смесителей заливочных агрегатов.

Механизация заливочных операций должна предусмотреть возможность прокачки цементного раствора непосредственно в скважину «сифоном», что обеспечит большую производительность, а следовательно, и большую скорость движения цементного раствора в процессе его закачки.

Заливочный агрегат

Применяющийся в течение последних 7 лет заливочный агрегат ЦА-80 в настоящее время;

В связи с ростом глубин бурящихся скважин, явно не удовлетворяет предъявляемым ему практикой заливочным требованиям как в отношении развиваемого давления, так и в части потребной производительности.

Между тем потребности промыслов в мощных агрегатах растут с каждым днем, так как последние применяются не только при ответственных заливках в бурении, но и для продавок в глубоких аварийных скважинах, в эксплуатации — при освоении глубоких скважин и в изоляционных скважинах — при заливках по способу Скотта.

Из изложенного ясно, насколько важным, крайне срочным и буквально жизненно необходимым является выпуск в самом ближайшем будущем мощных заливочных агрегатов.

Пути улучшения техники проведения заливки при помощи имеющихся в настоящее время оборудования и аппаратуры

Одним из решающих факторов, влияющих на успешность тампонажа, является скорость струи цементного раствора в затрубном пространстве.

Чем больше скорость струи цементного раствора, выходящей из башмака колонны, и чем больше скорость раствора в кольцевом пространстве, тем больший слой осадка (корки) будет смыт со стенок скважины и тем лучшие условия будут созданы для образования плотной цемент-

ной перемычки, препятствующей проникновению воды в эксплуатационный объект.

Подсчитаем скорость движения струн цементного раствора в скважинах, пробуренных по наиболее распространенной на практике одноколонной конструкции долотьями $11\frac{3}{4}"$ и $10\frac{3}{4}"$ и двухколонной конструкции — долотом $9\frac{3}{4}"$ при спущенной 6" колонне.

В нормальной «чистой» скважине прокачка цемента начинается обычно при давлении 15—20 ат (конечное давление при промывке скважины перед заливкой); вскоре после прокачки 4—5 м³ цементного раствора (при 4 агрегатах через 1,5—2 мин.) давление падает до 0 вследствие уравнивания гидравлических сопротивлений разностью гидростатических давлений цементного и глинистого растворов высотой в 200—300 м, как это следует из соотношений:

$$\frac{(200 \div 300) \cdot (1,9 - 1,2)}{10} \cong 15 \div 20 \text{ ат},$$

где 1,9 — удельный вес цементного раствора,
1,2 — » » глинистого раствора.

В дальнейшем скорость движения цементного раствора в колонне равна:

$$v = \frac{Q\gamma_1}{S\gamma_2} \text{ м/сек},$$

где Q — производительность 4 заливочных агрегатов (обычно заливка глубоких скважин производится 4 агрегатами);

S — площадь сечения 6" колонны;
 γ_1 — удельный вес цементного раствора;
 γ_2 — » » глинистого раствора.

При заливке 6" колонны в скважине глубиной 2200—2400 м (при объеме колонны в 40—42 м³), пробуренной долотом диаметром 11³/₄" и подъеме цемента на 760 м применяют обычно 300—320 бочек цемента, т. е.

$\frac{320}{8} = 40$ м³ цементного раствора. Следовательно, к концу прокачки цементного раствора последний уже будет выходит за башмак колонны в затрубное пространство (приняв во внимание указанную выше увеличенную скорость движения цементного раствора в колонне по сравнению со скоростью подачи последнего агрегатами).

Приняв среднюю производительность 4 заливочных агрегатов $= 0,5 \cdot 4 = 2$ м³/мин, получим среднюю скорость движения цементного раствора в затрубном пространстве:

$$v_{cp} = \frac{Q}{S} = \frac{2}{0,058} = 0,6 \text{ м/сек},$$

и максимальную скорость (без учета сопротивлений)

$$v_{max} = \frac{Q}{S} \cdot \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{2}{0,058} \cdot \frac{1,9}{1,2} = 0,9 \text{ м/сек}.$$

Скорость эта будет достигать больших значений в скважинах, пробуренных диаметром

10 $\frac{3}{4}$ " и 9 $\frac{3}{4}$ ", как видно из следующей таблицы:

Таблица 6

Диаметр скважины в дюймах	Площадь затрубного пространства в м ²	Средняя скорость движения цементного раствора в м/сек	Максимальная скорость движения цементного раствора в м/сек
11 $\frac{3}{4}$	0,058	0,6	0,9
10 $\frac{3}{4}$	0,036	0,9	1,4
9 $\frac{3}{4}$	0,026	1,3	2

Однако, если учесть, что после установления равновесия гидростатических столбов жидкости в колонне и затрубном пространстве давление в связи с имеющими место сопротивлениями будет все время увеличиваться, скорость движения цементного раствора будет уменьшаться по затухающей кривой; значения ее будут значительно меньше средних скоростей, указанных в табл. 6, и ни в коей мере не обеспечат создание вполне надежной цементной перемычки.

В практике тампонажа на промыслах США цементный раствор прокачивают в затрубное пространство со значительно большими скоростями, достигающими до 2,7 м/сек.

Некоторым изменением организации работ при заливке скважин при использовании имею-

щихся резервов можно увеличить данную скорость почти в два раза.

С этой целью необходимо использовать для продавки цементного раствора имеющиеся в каждой буровой глубокого бурения два грязевых насоса. В настоящее время грязевые насосы используются при заливках скважин совершенно непроизводительно, только для подачи глинистого раствора в баки заливочных агрегатов лишь потому, что 1) таким путем легче вести учет прокачиваемой в скважину жидкости и 2) при большом давлении в конце продавки грязевые насосы могут выйти из строя.

На самом деле учет прокачиваемой в скважину жидкости и при этом способе не находится на должной высоте, поскольку ошибки при подсчете достигают обычно 8—10% от объема прокачиваемого глинистого раствора вследствие неточностей в подсчете остатка раствора в баках, наличия воздуха и газа в глинистом растворе и установки агрегатов не в строго горизонтальном положении.

При установке в приемном и запасных чанах реек с делениями по примеру имеющихся в баках агрегатов и дополнительном контроле количества прокачиваемой жидкости по производительности грязевых насосов можно добиться подсчета прокачиваемой ими жидкости с такой же точностью, как и при прокачке заливочными агрегатами.

Что же касается выхода из строя грязевых насосов при большом давлении, то во избежание этого последние следует выключать при давлении 30—40 ат, что будет иметь место в нормальной «чистой» скважине, при подъеме цементного раствора до 700 м, незадолго до окончания продавки, а последние несколько кубических метров глинистого раствора прокачивать заливочными агрегатами.

Таким образом, в организацию процесса заливки должны быть внесены следующие изменения:

- 1) после спуска колонны и промывки скважины через обычную однокранную заливочную головку, последняя снимается и взамен ее устанавливается пятикранная заливочная головка;

- 2) соединив заливочную головку с 4 агрегатами и грязевыми насосами, продолжать промывку скважины последними, одновременно производя опрессовку 4 соединительных линий к заливочным агрегатам (грязевые насосы, как правило, должны быть опрессованы еще до начала спуска колонны);

- 3) остановив грязевые насосы, произвести зарядку нижней пробки и приступить к закачке в скважину цементного раствора;

- 4) после окончания закачки цементного раствора производить зарядку верхних пробок и одновременно заполнять баки заливочных агрегатов, после чего приступить к продавке цементного раствора;

5) продавку производить одновременно двумя грязевыми насосами и четырьмя заливочными агрегатами общей производительностью около $4 \text{ м}^3/\text{м}$ (принимая производительность двух грязевых насосов «Красный молот» даже при втулках малого диаметра на одном из насосов равной $2 \text{ м}^3/\text{мин}$ и четырех заливочных агрегатов в среднем — $2 \text{ м}^3/\text{мин}$).

Это мероприятие дает возможность увеличить скорость движения цементного раствора в два раза по сравнению со скоростями, имеющими место в настоящее время.

В практике проведения данного мероприятия могут быть два варианта:

1) Заливка скважины на разбуриваемом участке, где по соседству находятся другие бурящиеся скважины.

В этом наиболее благоприятном случае имеется возможность, соединив заливочные агрегаты с одной из соседних буровых и глинозаводом, прокачивать глинистый раствор одновременно двумя грязевыми насосами и четырьмя агрегатами почти до окончания продавки (останавливая грязевые насосы при давлении 30—40 ат, когда остается прокачать немного глинистого раствора).

2) Заливка в отдаленном разведочном районе. В этом случае продавка может быть произведена в следующем порядке:

Вначале, как и в первом случае, продавка производится двумя грязевыми насосами и че-

тырьмя заливочными агрегатами. После освобождения одного отделения на каждом из заливочных агрегатов, т. е. после прокачки 10 м^3 заливочными насосами и 10 м^3 грязевыми насосами, последние переключаются на подачу глинистого раствора в баки заливочных агрегатов, которые прокачивают остальные $20\text{—}25 \text{ м}^3$ глинистого раствора.

Таким образом и в этом наиболее неблагоприятном случае все же имеется возможность путем использования имеющихся резервов значительно увеличить скорости движения цементного раствора в затрубном пространстве.

V. ТАМПОНАЖНЫЙ ЦЕМЕНТ

На промыслах Азнефтекомбината в настоящее время применяются цементы 2 заводов — Грузцементзавода им. т. Сталина (на ст. Каспи) и Бакинского завода им. т. Воровского. Каспский цемент, в основном, идет на заливку мелких скважин, кондукторов или технических колонн в неглубоких скважинах. Цемент бакинского завода идет исключительно на заливку глубоких скважин, а также технических колонн, если глубина забоя требует применения именно этого цемента. Помимо высокой прочности при высокой температуре этот цемент отличается от других цементов своим замедленным схватыванием при температуре 75°C , что предупреждает его преждевременное схватывание до конца процесса заливки.

Однако, применяемый для тампонажа чистый портланд-цемент, т. е. цемент, состоящий из молотого цементного клинкера с соответствующей добавкой гипса, по своим качествам не соответствует условиям его применения в отношении сопротивляемости его действию минерализованных агрессивных вод. Этот сорт цемента сравнительно легко подвергается коррозии под действием минерализованных подземных вод даже при сравнительно небольшом содержании в них солей, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

И действительно, в нефтяной практике иногда бывают случаи, когда скважина, дающая в течение какого-то времени нефть, неожиданно переходит на воду. Одной из существенных причин, вызывающих такое явление, и может служить коррозия цементного камня под действием на него агрессивных буровых вод.

В буровых водах чаще всего встречаются соли магния, натрия, кальция и их хлористые соединения, а также углекислые соли кальция и магния. Наиболее опасными для цемента являются сернокислые соли кальция и натрия, а также магниевые соли. Углекислые соли на бетон не оказывают никакого действия. Хлористые соли NaCl и CaCl_2 — мало активны. Сернокислые же соли могут вызвать разрушение цемента в сравнительно короткие сроки. Возникает необходимость в проведении меро-

приятный, способствующих увеличению срока службы цемента в скважине и тем самым к увеличению сроков нормальной эксплуатации скважин.

В строительной практике у нас в Союзе для всех гидротехнических сооружений является обязательным применение пуццоланового портланд-цемента — продукта, получаемого путем совместного тонкого помола портланд-цементного клинкера и кислой гидравлической добавки (пуццолан, трасс, трепел, диатомит и др.) в соответствующей пропорции. Каждая скважина фактически представляет собой дорогостоящее гидротехническое сооружение, подвергающееся длительному воздействию минерализованных буровых вод. Таким образом, напрашивается вопрос о возможности применения цемента с гидравлическими добавками для тампонажа скважин.

Опыты инженера В. В. Клода, поставленные им для установления влияния сернокислых солей на портланд-цемент и пуццолановые портланд-цементы, показали, что в насыщенном растворе гипса (в 1 л насыщенного раствора при 180° С содержится 2,110 г CaSO_4) образцы портланд-цемента (новороссийского и щуровского) сравнительно быстро разрушались, в то время как образцы пуццоланового портланд-цемента хорошо противостояли действию раствора CaSO_4 , не обнаружив после 90 дней хранения в растворе никакого снижения механической прочности.

Какой цемент	Цемент Каспи при t 20—22° С; проба № 1				
	сопротивление разрыву в кг/см ²			начало схватывания	конец схватывания
	2 суток	7 суток	28 суток		
Без добавки	14,5	25,9	30,7	6 ч. 10 м.	8 ч. 00 м.
С 10% пемзы	11,9	20,9	25,8	6 ч. 25 м.	8 ч. 15 м.
С 15% »	11,2	16,9	25,9	6 ч. 30 м.	8 ч. 20 м.
С 20% »	7,5	15,0	23,6	6 ч. 50 м.	8 ч. 30 м.

При температуре — 75—80° С

Без добавки	24,5	27,6	27,2	1 ч. 10 м.	2 ч. 00 м.
С 10 % пемзы	18,2	26,3	25,5	1 ч. 15 м.	2 ч. 10 м.
С 15 % »	27,0	26,5	32,5	1 ч. 25 м.	1 ч. 55 м.
С 20 % »	19,0	27,6	22,2	1 ч. 36 м.	2 ч. 10 м.

Примечание. Все растворы тампонажной консистенции

Таблица 7

Цемент Каспи при t 20—22° С; проба № 2

сопротивление разрыву в кг/см			начало схваты- вания	конец схваты- вания
2 суток	7 суток	28 суток		
10,8	21,3	28,5	4 ч. 20 м.	5 ч. 10 м.
12,7	17,7	23,7	3 ч. 40 м.	4 ч. 45 м.
9,3	17,6	20,1	3 ч. 50 м.	4 ч. 45 м.
8,9	13,9	20,7	5 ч. 20 м.	6 ч. 30 м.

20,7	24,3	28,0	1 ч. 10 м.	1 ч. 25 м.
19,3	22,7	26,3	1 ч. 15 м.	1 ч. 30 м.
19,8	25,9	28,2	0 ч. 50 м.	1 ч. 20 м.
26,0	24,4	20,9	1 ч. 10 м.	1 ч. 40 м.

стенции,

Какой цемент	Цемент бакинский при t 20—22° С, проба № 1			
	сопротивление разрыву в кг/см		начало схва- тывания	конец схваты- вания
	2 суток	7 суток		
Без добавки	11,4	27,8	7 ч. 50 м.	10 ч. 00 м.
С 10% пемзы	14,1	22,1	10 ч. 15 м.	12 ч. 10 м.
С 15% »	11,6	18,0	10 ч. 20 м.	12 ч. 05 м.
С 20% »	11,8	21,1	9 ч. 20 м.	12 ч. 20 м.

При t 75 — 80° С

Без добавки	29,6	26,0	1 ч. 55 м.	2 ч. 10 м.
С 10% пемзы	34,0	29,2	1 ч. 50 м.	2 ч. 20 м.
С 15% »	23,4	34,0	2 ч. 00 м.	2 ч. 15 м.
С 20% »	28,8	31,4	2 ч. 00 м.	2 ч. 35 м.

Таблица 8

Цемент бакинский при t 20—22° С, проба № 2

сопротивление раз- рыву в кг/см		начало схватывания	конец схватывания
2 суток	7 суток		
18,2	27,4	7 ч. 55 м.	10 ч. 45 м.
15,0	29,2	10 ч. 45 м.	12 ч. 05 м.
14,2	26,9	11 ч. 50 м.	13 ч. 40 м.
13,1	26,6	8 ч. 15 м.	11 ч. 15 м.
26,5	28,2	1 ч. 35 м.	2 ч. 20 м.
25,9	35,1	2 ч. 00 м.	2 ч. 40 м.
23,3	31,1	2 ч. 10 м.	2 ч. 55 м.
26,1	30,4	1 ч. 45 м.	2 ч. 15 м.

В 10% растворе сернокислого натрия (Na_2SO_4) портланд-цементы разрушались довольно быстро. Пуццолановые же портланд-цементы в этом растворе показали себя очень стойкими и с течением времени прочность их все время повышалась.

В работе этого же автора «Действие слабых растворов сернокислых солей» указывается, что пуццолановые портланд-цементы в слабых растворах сернокислых солей показали себя весьма стойкими. В течение 6 месяцев испытания образцы не обнаружили никаких признаков разрушения и их прочность все время повышалась, в то время, как высокосортный портланд-цемент уже после одного месяца хранения в растворах CaSO_4 и Na_2SO_4 дает снижение прочности.

В АзНИИ была проведена специальная работа по выяснению возможности применения цемента с кислыми гидравлическими добавками для тампонажа скважин.

В качестве гидравлической добавки к цементу применялась пемза из месторождения близ с. Ани Армянской ССР. Ниже приводятся некоторые данные, полученные в результате этой работы (табл. 7 и 8).

Приведенные данные со всей убедительностью говорят о том, что применение цемента с гидравлическими добавками для целей тампонажа вполне возможно и целесообразно.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЗАКРЫТИЯ ВОДЫ

1. Разгрузка колонн при посадке на забой

В настоящее время цементировки в глубоких скважинах производятся с разгрузкой колонн до 10% от ее веса. В этом случае колонна башмаком опирается на забой и нижняя часть колонны на протяжении 150—200 м находится под действием веса в состоянии продольного изгиба.

Разгрузка колонны делается из опасения, что от дополнительных растягивающих усилий, возникающих при схождении пробок, может получиться разрыв колонны.

Однако эти опасения мало обоснованы; производить такую значительную разгрузку колонны и тем в известной степени ухудшать работу фонарей нет необходимости. Если взять «скачок» давления на манометре при «ударе» в момент схождения пробок в 20 ат (обычно он меньше), то при 6" колонне с внутренним диаметром в 15 см это вызовет дополнительное растягивающее усилие в колонне, равное

$$P_p = \frac{\pi}{4} \cdot 15^2 \cdot 20 = 3500 \text{ кг.}$$

При общем весе колонны в 2000 м, равном около 100 000 кг, это дает сравнительно небольшое увеличение растягивающих усилий и не может значительно снизить запас прочности 1,8—2, с которым спускаются наши колонны.

Разгрузка колонны при установке ее на клинья должна быть не больше 2—3 делений по дриллометру.

2. Разбуривание цементной пробки в колонне

В некоторых трестах разбуривание цементной пробки в колонне производится в два приема. Вначале разбуривание производится долотом на $\frac{1}{2}$ " меньше диаметра колонны и затем уже пускается полное долото на $\frac{1}{4}$ " больше предыдущего. Делается это в целях уменьшения возможности повредить цементное кольцо за колонной.

Основным фактором, могущим вызвать повреждение цементного кольца за колонной, являются удары замков бурильных труб о колонну и потому этот способ разбуривания должен быть признан нерациональным.

Цементная пробка должна разбуриваться сразу полным долотом, диаметром на $\frac{1}{4}$ " меньше диаметра колонны.

3. Установка упорного кольца на колонне

В целях избежания перекачки цементного раствора за колонну, а также оставления в последней возможно загрязненной части цементного раствора, упорное кольцо стараются ставить как можно выше от башмака, доводя это расстояние до 50—60 м.

В такой высокой установке колец, вызывающих излишнее разбуривание цемента в колон-

нах, нет необходимости. Место установки упорного кольца должно находиться в пределах 20—30 м от башмака.

4. Закачка в скважину воды перед цементировкой

Это мероприятие следует признать целесообразным, так как вода смывает с колонны и стенок скважины налет глинистого раствора и несколько снижает давление при продажке.

5. Совмещение цементировки колонны с задавкой специального башмака над эксплуатационным горизонтом

Это мероприятие при правильном его проведении может создать лучшие условия для закрытия воды. Главнейшее затруднение, которое может при этом иметь место, это возможное зарезание башмака в стенку скважины и заполнение башмака глиной. В первом случае колонна вообще не дойдет до назначенного места, во втором — цемент не удастся прокачать через башмак.

В целях выяснения, насколько эти опасения основательны, необходимы экспериментальные работы (пробный спуск башмака на бурильных трубах).

6. Закрытие воды цементировками под давлением по методу Скотта

Изоляционные работы по закрытию вод в скважинах занимают видное место в работах

нефтяной промышленности. Работы эти имеют своей целью предотвратить поступление вод в нефтеносные горизонты и отдельные скважины. Особое место в этих работах занимают работы по закрытию верхних вод как в скважинах новых, вышедших из бурения, так и в старых — эксплуатационных. Несмотря на столь важное значение изоляционных работ, до настоящего времени не уделяется достаточного внимания этому вопросу. Работы по закрытию верхних вод по методу Скотта проводятся во всех трестах различно; опыт работ не изучается и не обобщается. В результате имеют место частые случаи неудовлетворительного проведения этих работ (прихват труб в процессе цементировки, неосвоение скважины в результате цементации нефтеносного пласта и т. д.).

Основные осложнения, имеющие место при заливках по способу Скотта, следующие:

- 1) прихват заливочных трубок цементом;
- 2) проникновение цементного раствора в эксплуатационный объект и в связи с этим вынужденный возврат скважины на вышележащие горизонты;

- 3) вынужденные повторные заливки;

- 4) деформации колонн при заливках.

- 1) Прихват заливочных трубок цементом происходит вследствие проникновения цементного раствора в межтрубное пространство при цементировке. При одностороннем прилегании заливочных трубок в колонне цементный раствор

при промывке не удаляется полностью, остается на муфтах заливочных трубок, в узком пространстве между колонной и заливочными трубками, что и ведет к их прихвату.

Основной причиной проникновения цемента в межтрубное пространство служит запоздалая герметизация межтрубного пространства. Задвижка на устье скважины, перекрывающая межтрубное пространство, закрывается тогда, когда остается прокачать до полного объема заливочных трубок около 1 м³ жидкости. Считается, что в этот момент закачиваемый цементный раствор приближается к башмаку заливочных трубок. При этом, однако, совершенно не учитывается, что цементный раствор при закачке движется почти с удвоенной скоростью вследствие разности удельных весов воды и цементного раствора. В то время, когда по такому предположению цементный раствор только подходит к башмаку, он в действительности уже вышел из башмака и поднимается по открытому в это время межтрубному пространству.

Поэтому герметизацию межтрубного пространства необходимо производить, исходя из расчета, что движение цементного раствора в заливочных трубках идет почти с удвоенной скоростью, по сравнению со скоростью, определяемой подачей насоса агрегатов. Задвижка должна закрываться тогда, когда цементный раствор в заливочных трубках находится на

расстоянии 100 м при 4" заливочных трубках и 300 м при 2 1/2" трубках.

При цементировках в скважинах с низким уровнем (при отсутствии циркуляции), после продавки цемента, следует закачать в межтрубное пространство воду в объеме кольцевого пространства.

2) Проникновение цементного раствора в эксплуатационный объект является весьма большим осложнением при цементировках по Скотту. Это явление объясняется тем, что цементный раствор благодаря дренажу пласта идет по путям, по которым шло поступление нефти в скважину, закрывает эти ходы и цементирует пласт. Это осложнение в большинстве случаев может быть ликвидировано применением для заливок специальных видов цемента — волокнистого или гельцемента.

3) Вынужденные повторные заливки являются следствием неизученности индивидуального режима каждой скважины и наличия крайне дренированных пластов.

Из мероприятий, могущих способствовать устранению данного осложнения, следует рекомендовать применение волокнистого цемента.

4) Деформация колонны — явление при заливках весьма редкое.

Причины все же имеющих место смятий колонн при цементировках по Скотту до сих пор мало изучены и нуждаются в специальных исследованиях.

Настоящие материалы бригады АзНИИ по,
ложены в основу приводимой ниже инструкции-
утвержденной Наркоматом нефтяной промыш-
ленности, обязательной к исполнению всеми
конторами бурения НКНП.

Утверждаю как обязательные к исполнению всеми конторами бурения Наркомнефти.

Зам. наркома нефтяной промышленности — **БАЙБАКОВ**
21/V 1940 г.

ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ТАМПОНАЖА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН

Причиной прорыва верхних вод в нефтяных скважинах является неудовлетворительный тампонаж при бурении, в основе которого лежат:

- 1) грязное состояние ствола скважин к моменту цементировки;
- 2) недостаточные скорости движения глинистого раствора в процессе бурения и недопустимая малая скорость глинистого и цементного растворов в процессе цементировки и

3) нецентричное положение колонны в скважине.
Для устранения этого необходимо проводить следующие мероприятия:

1. Бурение скважин проводить по возможности уменьшенными диаметрами долотьев, в частности под 6" эксплуатационную колонну считать наиболее рациональным применение долота диаметром $10\frac{3}{4}"$, а не $11\frac{3}{4}"$, как это имеет место в настоящее время.

2. Эксплуатационные колонны должны спускаться с направляющими фонарями.

3. Фонари должны устанавливаться по колонне на расстоянии не более 5—6 м и иметь возможность перемещения в этих пределах; число их должно быть не меньше 4. Место их установки выбирается с таким расчетом, чтобы 2 фонаря после спуска колонны находились ниже, а 2 выше кровли эксплуатационного горизонта.

4. Наружный диаметр фонарей должен равняться номинальному диаметру скважины минус 2" (50 мм).

5. При невозможности установки фонарей (когда номинальный диаметр скважины только на $3\frac{3}{4}$ " больше диаметра колонны) колонну в пределах кровли эксплуатационного горизонта составлять из коротких труб длиной 5—6 м; число таких труб должно быть не меньше 6 (три трубы над и три — под кровлей эксплуатационного горизонта).

6. Конструкция ныне применяемых фонарей должна быть изменена в сторону усиления их обтекаемости и меньшего заполнения поперечного сечения скважины.

Рекомендуется конструкция фонаря, разработанная АЗНИИ.

7. Упорное кольцо должно устанавливаться в пределах 20—30 м от башмака колонны.

8. Сечение дыр в башмачном патрубке должно быть таким, чтобы скорость выхода струи через них не превышала 20 м/сек.

9. Струе жидкости, выходящей из заливочных отверстий, должно быть обеспечено завихрение в целях предупреждения размыва стенок.

10. Разгрузка колонны при посадке на забой не должна быть больше 2—3 дефений по манометру.

11. Проработку ствола скважины следует производить на всю высоту подъема цемента, но не выше 500 м от башмака колонны. Проработку производить пикобразным долотом с расширителем того же диаметра, что и при бурении.

12. Подача инструмента при проработке ствола скважины должна быть равномерной и без пропусков.

Проработка должна сопровождаться интенсивной промывкой.

Показатели качества глинистого раствора, выходящего из скважины, в течение всей проработки в отношении удельного веса и вязкости не должны быть выше показателей, указанных в геолого-техническом наряде для работы в эксплуатационном объекте.

13. Качество глинистого раствора должно обеспечить чистоту ствола скважины в течение всего процесса бурения. Для обеспечения этого глинистый раствор:

а) должен непрерывно очищаться в циркуляционной системе от выбуренной породы;

б) должен иметь скорость движения в кольцевом пространстве после спуска кондуктора не менее 0,25 м/сек;

в) должен быть по возможности химически обработан с целью уменьшения глинистой корки на стенках скважины.

14. Начало химической обработки ствола (по глубине) должно быть установлено по каждой скважине в зависимости от условий бурения, но не менее чем на 200 м выше кровли эксплуатационного горизонта.

15. Желобная система инж. Линевского должна быть установлена в каждой глубокой буровой, так как она обеспечивает наиболее полное выделение выбуренной породы из раствора и допускает непрерывную очистку желобов без остановки бурения.

16. Добавка нефти в раствор вредно отражается на состоянии стенок скважины. Это мероприятие, применяемое в целях предупреждения прихвата инструмента, допускается как временное пока проведение в жизнь мероприятий за номерами 13, 14 и 15 не сделает таковое излишним.

17. Показатели качества глинистого раствора должны устанавливаться в зависимости от условий бурения на данной площади, конструкции скважины и скорости движения раствора в кольцевом пространстве; загрязненность раствора не должна превышать 4%.

18. При тампонаже глубоких скважин продавку цементного раствора для получения максимальных скоростей жидкости за колонной производить совместно — заливочными агрегатами и грязевыми насосами.

19. Применять заливочные головки, особенно при тампонаже глубоких скважин, дающие возможность предварительно заряжать нижние и верхние пробки и промывать соединительные линии и шланги.

20. Разделительные пробки применять улучшенного качества с самоуплотняющимися резиновыми манжетами.

21. Разбуривание цемента в колонне должно вестись пикообразным долотом, диаметром на $\frac{1}{4}$ " меньше диаметра колонны.

22. Провести испытания в скважинах новых марок цемента по мере их выпуска в 1940 г.:

а) волокнистого тампонажного цемента с добавками асбесто-отходов, производства Бакинского цементного завода;

б) гель-цемента и цемента с добавкой 20% анетской пемзы производства Бакинского цементного завода;

в) утяжеленного бариевого цемента, производства Грузинского цементного завода;

г) цемента с добавкой 15% тедзамского туфа, производства Грузинского цементного завода.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
I. Центричное положение колонны в скважине	5
II. Сплошное заполнение кольцевого пространства цементным раствором	16
III. Связь между цементным камнем и стенками скважины	18
IV. Оборудование для заливки	31
V. Тампонажный цемент	43
Дополнительные мероприятия по улучшению закрытия воды	51
Практические мероприятия по улучшению тампонажа нефтяных скважин	58

Редактор *Романюк Ф. И.*

Технич. редактор *Модель Б. И.*

Индекс 20-5-3.

Сдано в набор 26/X 1940 г.

Тираж 1500 экз.

Тип. зн. в 1 печ. л. 43648.

Объем { 2 уч.-авт. л.
2 печ. л.

Заказ № 1290.

Подписано к печати 26/XII
1940 г.

Формат бумаги 60X92¹/₃₂.

Л 69897

Изд. № 123.

Учетный № 2068.

Тип. «Красный Печатник», Ленинград, Международный пр., 75а.