

ЭКБ 21. геолога

Комитет Российской Федерации
по геологии и мониторингу недр
(Роскомнедра)
НСМ методики и техники разведки (ВИТР)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель
Ростехнадзора
России

И. П. Басылчук
25.05.1993 г.

УТВЕРДЛЮ

Первый заместитель
председателя Комитета
Российской Федерации
по геологии и монитори-
нганию недр

З. А. Окунев
09.06.1993 г.

ВРЕМЕННАЯ ИСТРИДА
по приращению ликвидационного таможенского
ремонтоградежечных санкций
в. Твердые полезные ископаемые

Санкт-Петербург
1993

Составители: Ю.Г.Рудометов, Р.А.Измайлова

Научный редактор к.т.н. И.А.Запевалов

УДК 622.245.82

Временная инструкция по проведению ликвидационного тампонирования геологоразведочных скважин на твердые подземные иско-
паемые / Сост.: Ю.Г.Рудометов, Р.А.Измайлова - СПб.: ВИТР,
1993. - 44 с.

Настоящая инструкция определяет порядок и правила прове-
дения ликвидационного тампонирования скважин, содержит требо-
вания к подбору тампонажных материалов. Дана необходимая опра-
вочная информация, приведены примеры расчетов при составлении
проекта тампонирования. Рекомендованы схемы ликвидационного
тампонирования для различных геологотехнических условий.

Ил.-9. Табл.-5.

©

ВМИ методики и техники
разведки (ВИТР), 1993

ВВЕДЕНИЕ

Ликвидационное тампонирование - это комплекс работ по заполнению ствола скважины водонепроницаемым материалом с целью предотвращения обводнения горных выработок и предупреждения загрязнения водоносных горизонтов.

При проведении геологоразведочных работ происходит разрушение водоупоров, что угрожает не только затоплением горных выработок в момент вскрытия и подработки стволов скважин, но и приводит к смешению подземных вод различных горизонтов. Через открытый ствол скважины водонесущие горизонты загрязняются пропаводственными сточными водами, включая буровой раствор с добавками химреагентов и нефтепродуктами. Как показывает практика, около 25 % пробуренных скважин после их ликвидации оказываются некачественно затампонированными и служат источниками загрязнения подземных вод.

В настоящее время в геологической отрасли действуют несколько документов, определяющих порядок и правила проводения ликвидационного тампонирования скважин. Большая часть нормативных документов были приняты 15-20 лет назад и устарела. За это время появились новые материалы для тампонирования скважин, в том числе пакетированные и таблетированные быстросхватывающиеся смеси, усовершенствованы методы и средства доставки тампонажных материалов в скважину, поискались требования к качеству ликвидационного тампонирования.

В настоящей инструкции уточнены критерии выбора тампонажных материалов для конкретных условий применения, значительное внимание удалено разобщению различных горизонтов, приведены методы контроля качества ликвидационного тампонирования, даны справочные табличные материалы, используемые при проведении расчетов тампонирования.

С введением в действие настоящей Инструкции на территории Российской Федерации теряет силу "Временная инструкция по ликвидационному тампонированию разведочных скважин из угля с применением отверждаемых глинистых растворов (ОГР) для условий Восточного Донбасса (1977 г.)", "Временная инструкция по проведению ликвидационного тампонирования геологоразведочных скважин (1970 г.)", а также "Правила ликвидационного тампонажа буровых скважин различного назначения, засыпки горных выработок и забро-

ных колодцев для предотвращения загрязнения и истощения подземных вод (1968 г.)" в части, касающейся ликвидационного тампонирования геологоразведочных скважин на твердые полезные ископа-

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Ликвидационному тампонированию подлежат геологоразведочные скважины всех типов (исключая картировочные и структурные) на любых стадиях проведения геологоразведочных работ, в числе при эксплуатации месторождений и возможном вскрытии затампонированных скважин.

1.2. Ликвидационное тампонирование проводится сразу после окончания бурения и выполнения всех мероприятий, предусмотренных проектом. Тампонирование включает в себя:

- ликвидацию ствола скважины или части его;
- изоляцию пластов полезных ископаемых и водоносных горизон-

При бурении многоствольных скважин до забурки каждого дополнительного ствола производится ликвидационное тампонирование не пробуренного.

1.3. Работы по ликвидационному тампонированию скважин подаются в строгом соответствии с утвержденным проектом на тампонирование под контролем специальной комиссии, назначаемой Государственным комитетом по организации, ведущей буровые работы. В состав комиссии включаются: лицо технического надзора, геолог и буровой мастер. Руководство ликвидационным тампонированием осуществляется техническим надзором.

1.4. Общая ответственность за организацию работ и качество ликвидационного тампонирования скважин возлагается на главного инженера и главного геолога экспедиции (партии).

1.5. Проекты тампонирования скважин, расположенных в горнорудного отвода действующих или строящихся горных предприятий их утверждения согласовываются с руководством этих предприятий и органами госгортехнадзора в соответствии с Положением оценке использования недр.

1.6. Проекты ликвидационного тампонирования скважин, расположенных в зоне действующих или проектируемых водозаборов первого и второго пояса зоны санитарной охраны) и в зоне санитарной охраны существующих и проектируемых курортов, пред-

варительно согласовываются с местными органами санэпиднадзора и с территориальными курортными управлениями.

1.7. Работы по ликвидационному тампонированию скважин должны выполняться в соответствии с "Правилами безопасности при геологоразведочных работах", утвержденными Министерством геодезии СССР 27 марта 1990 г.

1.8. Должностные лица, виновные в нарушении требований ликвидационного тампонирования скважин, несут ответственность (дисциплинарную, административную, уголовную) в соответствии с действующим законодательством.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИКВИДАЦИОННОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ

2.1. Для каждой законченной бурением скважины составляется проект ликвидационного тампонирования (прил.1).

2.2. При составлении проекта ликвидационного тампонирования скважины указывается способ тампонирования, выбирается рецептур тампонирующей смеси, проводятся необходимые расчеты потребного количества тампонажных материалов, указываются места установки разделительных изолирующих пробок.

Исходными данными для составления проекта ликвидационного тампонирования являются:

- геологическая документация скважины;
- результаты гидрогеологических и геофизических исследований - стандартный каротаж, гамма-каротаж, гамма-гамма-каротаж, кавернометрия, расходометрия и термометрия (если они проводились);
- данные бурового журнала о техническом и технологическом состоянии скважины.

2.3. При упрощенном способе ликвидационного тампонирования скважин глубиной до 30 м допускается составление проекта тампонирования для группы однотипных скважин.

2.4. Установка разделительных изолирующих пробок предусматривается в кровле и почве горных выработок, продуктивных толщ (которые рассматриваются как перспективные горные выработки) проявившихся в процессе бурения напорных и поглощающих горизонтов, на контакте короновых и покровных отложений.

Разделительные пробки могут устанавливаться и в других местах по стволу скважины в зависимости от конкретных геологических условий.

2.5. Место установки разделительной изолирующей пробки

районе горной выработки определяется мощностью зоны обрушения. Для некоторых геологических регионов установлена зависимость величины зоны обрушения от мощности разрабатываемого пласта угленного ископаемого. Так, к примеру, для Восточного Донбасса величина зоны обрушения равна сорокачетырехкратной мощности разрабатываемого угольного пласта.

2.6. В кровле водоносного горизонта разделительная изолирующая пробка устанавливается в интервале водоупорных устойчивых пород с созданием над ней моста с 10-метровым тампоном из глинистых шариков (цилиндриков). Высота моста определяется по формуле:

$$H = 10 + h_{\text{сдв}}, \quad (1)$$

где $h_{\text{сдв}}$ - дополнительная высота моста, обеспечивающая необходимое сопротивление моста сдвигу, м.

$$h_{\text{сдв}} = D_{\text{ср}} P / 4 \tau, \quad (2)$$

$D_{\text{ср}}$ - средний диаметр скважины с учетом разработки ствола над кровлей водоносного горизонта, м; τ - допустимое касательное напряжение, обеспечивающее устойчивость моста, kgs/cm^2 ($\tau = 0,1 \text{ kgs}/\text{cm}^2$); P - гидростатическое давление столба промывочной жидкости на мост, kgs/cm^2 .

$$P = (\eta_{\text{пл}} / 10) g_{\text{п.ж}}, \quad (3)$$

$\eta_{\text{пл}}$ - глубина за Jennings кровли водоносного горизонта, м; $g_{\text{п.ж}}$ - плотность промывочной жидкости, $\text{г}/\text{cm}^3$.

2.7. При темпонировании интервалов скважин, обсаженных трубами, и наличия циркуляции промывочной жидкости в затрубном пространстве в 5 метрах ниже башмака обсадной колонны устанавливается разделительная пробка с тампоном из глинистых шариков (цилиндриков) высотой 10 м.

2.8. Технологический режим тампонирования определяется следующими величинами:

- объемом тампонирующей смеси;
- объемом продавочной жидкости;
- давлением насоса при закачке продавочной жидкости.

2.9. Необходимые объемы тампонирующей смеси, расход компонентов, объемы продавочной жидкости и давление насоса при ее закачке определяются по формулам (прил.9).

2.10. Проект ликвидационного тампонирования составляется участковым геологом и технологом не позднее, чем за 3 дня до начала тампонирования, и окончательно корректируется после проведения конечного каротажа скважины.

После согласования с главным геологом и гидрогеологом проект утверждается главным инженером экспедиции (партии) и передается буровому мастеру для исполнения.

2.11. После утверждения проекта его схема переносится в геологотехнический наряд в графу "Проект тампонирования".

3. ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ И РУБОР СОСТАВОВ ДЛЯ ТАМПОНИРОВАНИЯ

3.1. Тампонажные материалы, используемые при ликвидационном тампонировании скважин, должны удовлетворять следующим требованиям:

- после доставки в скважину быстро набирать необходимую прочность;
- иметь надежное сцепление (адгезию) с горными породами;
- быть устойчивыми по отношению к различным видам химической агрессии;
- сохранять физико-механические свойства в течение длительного времени.

3.2. В качестве исходных материалов при приготовлении смесей для тампонирования используются цемент, глина, песок, суглинок, отходы бурения, зола уноса ТЭЦ и отходы ГОК (кроме токсичных), ускорители схватывания, а также добавки, улучшающие свойства тампонажного камня в различных горно-геологических условиях (прил.3).

3.2.1. Тип цемента подбирается с учетом степени минерализации и агрессивности подземных вод (прил.2). Марка цемента должна быть не ниже "400".

Стойкость цементов к коррозионному воздействию вод оценивается их качественными характеристиками, соответствием требованиям ГОСТов и технических условий и определяется по ГОСТ 4797-89 или в соответствии с Рекомендациями по методам определения коррозионной стойкости бетона (М., 1988 г., НИИЖС).

3.2.2. При проведении ликвидационного тампонирования в многогодичномерзлых породах для ускорения схватывания цементного раствора рекомендуются добавки хлористого кальция и хлористого

и в количестве 6-12 % от массы цемента. Соотношение $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ от 5:1 до 2:1.

3.2.3. Для приготовления тампонирующих смесей, кроме слутампонирования соленосных пород, применяется вода с водоним показателем pH не менее 4 и с содержанием сульфатов в расчете на SO_4^{2-} не более 1300 мг/л.

3.2.4. Для изготовления глиняных шариков или получения чистого раствора следует испо. зовать комовые, каолиновые или минеральные глины с числом пластичности 6-23 и содержанием SiO_2 не более 8 %.

3.2.5. Используемые в тампонирующих смесях суглинки должны соответствовать гранулометрическому составу:

- песчаных частиц 1+0,05 мм - 20+35 %,
- пылеватых частиц 0,05+0,005 мм - 35+70 %,
- глинистых частиц менее 0,005 мм - 18+45 %.

Число пластичности не должно превышать 18.

Песок мелкозернистый, кварцевый.

3.3. При тампонировании соленосных пород в качестве воды обрения цемента используется насыщенный солевой раствор концентрированности 1240-1260 кг/м³.

3.4. Глинистые растворы, используемые для приготовления оцементных тампонирующих составов, должны иметь следующие меры:

плотность, ρ , кг/м ³	1180-1400
условная вязкость по СПВ-5, с,	30-90
водоотдача по ВИ-6, В, см ³ /30 мин	25-45
статическое напряжение сдвига через 1 мин, θ , мГ/см.....	50-150
содержание песка, П, %	<5

3.5. Все материалы, используемые при тампонировании скважин, должны иметь качественные характеристики, соответствующие требованиям ГОСТов, технических условий и других нормативных документов.

Новые материалы, не прошедшие санитарно-гигиеническую и экологическую оценку, к использованию запрещаются.

3.6. Рекомендуемые рецептуры смесей для ликвидационного тампонирования скважин приведены в прил.3. Возможно использование других тампонирующих смесей как на основе рекомендуемыхной инструкцией, так и других материалов, при условии соблюдения требований пп.3.1 и 3.5.

4. СПОСОБЫ ЛИКВИДАЦИОННОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ СКВАЖИН

4.1. В зависимости от горных, геологических и гидрогеологических условий разведуемой площади и глубин скважин ликвидационное тампонирование производится упрощенным или специальным способами.

4.2. Упрощенный способ тампонирования применяется при ликвидации скважин, не вскрытых в процессе бурения горные выработки и не пересекших водоносных или поглощающих горизонты; а также в случаях, когда вскрытые горизонты изолированы до проведения ликвидационных работ.

4.3. Упрощенный способ тампонирования заключается в полном заполнении всего объема скважины от забоя до устья тампонирующей смесь.

При нагнетании тампонирующей смеси через опущенную в скважину колонну бурильных труб производится последующая заливка этой смеси через устье скважины и опрессовка под давлением 3,0 МПа в течение 20-30 мин. Опрессовка производится на всех скважинах, кроме случаев использования в качестве тампонажного материала глиняных шариков (п.5.5).

4.4. Специальный способ тампонирования применяется при ликвидации скважин, имеющих не изолированные в процессе бурения проницаемые поглощающие или водопроявляющие горизонты (в том числе различные по гидрохимическому составу вод зоны одного горизонта), не изолированные обсадными трубами вскрытые в процессе бурения горные выработки, а также продуктивные толщи, рассмотриваемые как перспективные горные выработки.

Специальный способ применяется также при ликвидации скважин, пересекающих залежи солей.

4.5. Специальный способ тампонирования заключается в полном заполнении всего объема скважины тампонирующей смесью и установке разделительных пробок. При этом водопроницаемые интервалы, горные выработки и зоны их влияния заполняются глиной с порейсовым трамбованием.

4.6. Ликвидационное тампонирование скважин, вскрытых приточные воды и эксплуатируемые водоносные горизонты, а также самозаливающихся скважин производится с выполнением дополнительных требований.

4.6.1. В скважинах, расположенных в первом поясе зон санитарной охраны и вблизи действующих скважин, независимо от глубины залегания водоносного горизонта, кроме установки разделительных пробок производится сплошная заливка через бурильные трубы глиноцементного или песчано-цементного раствора (составы I и 8, прил.3).

4.6.2. При вскрытии скважиной эксплуатируемых водоносных горизонтов или питьевых вод интервал скважины между разделительными пробками, установленными в кровле и почве водоносного горизонта, обрабатывается раствором хлорной извести (из расчета 125 мг активного хлора на 1 л воды) и заполняется чистым песком или щебнем.

Масса хлорной извести Р, кг, подсчитывается по формуле:

$$P = \frac{m \cdot V}{S \cdot 10^4} . \quad (4)$$

где m - количество активного хлора на 1 л воды, мг; V - объем воды, л; S - содержание активного хлора в хлорной извести (обычно 20-25), %.

4.6.3. При вскрытии напорного водоносного горизонта самоизлив из скважины, как правило, должен быть прекращен до начала дальнейшей углубки скважины за счет повышения плотности промывочной жидкости.

4.6.4. При ликвидационном тампонировании самоизливающихся скважин, когда пьезометрический уровень над устьем скважины не превышает 1,5 м, на обсадную колонну навинчивается патрубок длиной, обеспечивающей прекращение самоизлива. Дальнейшие операции по тампонированию проводятся в соответствии с утвержденным проектом.

4.6.5. В случае, когда пьезометрический уровень над устьем скважины превышает 1,5 м, в скважину через загерметизированное устье или по бурильным трубам с использованием стальных ликерующих устройств нагнетается утяжеленный глинистый раствор под давлением, превышающим напор воды. При невозможности герметизации устья или установки пакера утяжеленный глинистый раствор нагнетается в скважину через колонну бурильных труб, опущенную в скважину на глубину на 1-1,5 м выше забоя, с расходом, пропорциональным дебит скважины.

4.6.6. Ранее пробуренные самоизливающиеся скважины ликвидируются по специальным проектам, отражающим их техническое состояние на момент ликвидации.

4.7. Ликвидационное тампонирование на месторождениях минеральных солей, склонных к выщелачиванию, должно предотвратить опасность обводнения и обеспечить надежную изоляцию полезного ископаемого на контакте с вмещающими породами.

4.7.1. Над разделительными пробками, устанавливаемыми в кровле и почве соленосного пласта, создается тампон из глины высотой 10 м.

4.7.2. Для тампонирования собственно соленесных отложений (карналлит, сильвинит, бишофит и др.) используются магнезиальные цементы на основе каустического магнезитового порошка (составы I, II, прил.3). В качестве жидкости затворения используется насыщенный раствор $MgCl_2$, или природного бишофита. При этом непосредственно перед подачей в скважину цементного раствора прокачивается буферная жидкость, которая по своему составу, как и продавочная, должна соответствовать жидкости затворения.

Прокачиваемость цементного раствора определяется временем, за которое тампонирующая смесь набирает пластическую прочность в 100 г/см².

4.7.3. При тампонировании пластов каменной соли может использоваться тампонажный цемент, который затворяется на насыщенном растворе $NaCl$. Для снижения водопроницаемости тампонажного камня в раствор добавляется бентонитовый глинопорошок в количестве до 10 % от массы цемента.

4.7.4. Тампонирование соленесных отложений может осуществляться с использованием обезвоженных солей.

4.7.4.1. Обезвоженные соли и их низшие гидраты в присутствии растворов или твердой фазы других солей переходят в кристаллогидраты высшего порядка, которые вместе с высаженными из раствора солями образуют плотную водонепроницаемую массу, обладающую хорошей адгезией с соляными породами.

4.7.4.2. Для тампонирования соленесных отложений рекомендуются тампонирующие смеси на основе обезвоженных солей магния.

Содержание основного влажущего вещества ($MgCl_2$ или $MgSO_4$) может изменяться от 30 до 100 % по массе, а в качестве наполнителя используется молотая каменная соль. Соотношение компонентов тампонирующей смеси подбираются с учетом химического состава соляных пород.

4.7.4.3. В процессе ликвидационного тампонирования интервал скважины в пределах соляной залежи заполняется тампонирующей смесью на основе обезвоженной соли.

Доставка в интервал тампонирования сухой тампонирующей смеси производится в герметичном снаряде типа СТС.

4.7.4.4. При большой мощности солинской залежи темпопонирующей смесью на основе обезвоженных солей магния заполняется интервал скважины на высоту мощности залежи, подлежащей подземной отработке. Верхняя часть залежи тампонируется магнезиальным цементом или тампонажным цементом, затвердевшим на насыщенном растворе NaCl .

4.7.5. Каверны и карстовые полости, встречающиеся в процессе бурения, должны быть ликвидированы сразу после проходки всей толщи полезного ископаемого.

4.7.6.1. Для ликвидации каверн в толще легко растворимых солей используется цементный раствор на основе каустического магнезитового порошка.

4.7.6.2. Для ликвидации каверн и карстовых полостей в других породах может использоваться таблетированная быстросхватывающаяся тампонирующая смесь ПГЗ, представляющая собой гидравлическое вяжущее, получаемое путем совместного измельчения и перемешивания портландцемента, гипса и минеральных отходов производства с последующим таблетированием.

4.7.6.3. Доставка в скважину таблетированной тампонирующей смеси производится в герметичном контейнере с пористовой граммовкой до полного заполнения каверны.

4.8. Места установки разделительных пробок и их количество определяются геологической службой экспедиции (партии) с учетом данных кавернометрии и предусматриваются проектом ликвидационного тампонирования.

При наличии сближенных изолируемых горизонтов разделительные пробки устанавливаются в подошве каждого из горизонтов и в кровле вышележащего горизонта.

4.9. Тип и конструкция разделительных изолирующих пробок выбираются технологической службой геологоразведочной экспедиции (партии) и предусматриваются проектом ликвидационного тампонирования (прил.8).

5. ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИОННОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ СКВАЖИН

5.1. До начала работ по ликвидационному тампонированию определяются стволы разработки ствола скважин, а при специальном способе тампонирования выполняется также и расходометрия для уточнения мощности и местоположения неизолированных водопроявляющих и поглощающих горизонтов.

5.2. Перед тампонированием скважина промывается промывочной жидкостью, с использованием которой осуществлялось бурение. Объем жидкости должен быть не менее двойного объема скважины. Промывка осуществляется до выравнивания параметров промывочной жидкости.

5.3. Приготовление тампонирующих смесей с добавками песка осуществляется только в механических растворомешалках, а без песка - с применением гидромесильных устройств.

5.4. При использовании для ликвидационного тампонирования глиноцементных растворов с добавками жидкого стекла рекомендуется применять цементировочные агрегаты, оборудованные вставным клапаном к насосу (прил.4).

5.5. При упрощенном способе тампонирования для ликвидации скважин глубиной до 50 м в качестве тампонажного материала могут использоваться глиняные шарики. Шарики изготавливаются из жирной глины размером 0,7-0,8 диаметра скважины и доставляются в скважину порционно по 25-30 шт., после чего трамбуются.

5.6. При упрощенном способе ликвидационного тампонирования разовый объем приготовления тампонирующей смеси определяется из расчета на всю глубину скважины или поинтервального заполнения объема скважины (прил. 10-И).

5.7. При специальном способе тампонирования разовый объем приготовления тампонирующей смеси и мощность тампонируемого интервала определяются местом установки разделительных изоляционных пробок.

5.8. Закачка тампонирующей смеси в скважину производится через колонну бурильных труб, нижний конец которых должен располагаться не выше 1-2 м от подошвы тампонируемого интервала. При необходимости создания в скважине дополнительного давления могут применяться нагружающие устройства.

5.9. Предельное время тампонирования отдельного интервала скважины не должно превышать 75 % времени до начала схватывания тампонирующей смеси, считая от момента затворения цемента.

5.10. Для вытеснения тампонирующей смеси из колонны бурильных труб в качестве продавочной жидкости применяется техническая вода или используемая при бурении промывочная жидкость.

5.11. При определении объема продавочной жидкости принимается во внимание, что одна-две нижних бурильных трубы должны оставаться заполненными тампонирующей смесью.

5.12. Для ликвидации устья скважины проходится шурф на глубину 1 м с размером в плане IxI м.

5.12.1. Устье скважины перекрывается бетонной плитой размером 0,8х0,8х0,15 м, на которой фиксируются данные по скважине (номер и глубина, год ликвидации, краткое название геологической организации). При этом шурф засыпается землей.

5.12.2. При наличии обсадной трубы, последняя срезается на 0,8 м ниже уровня земли и устанавливается металлический репер в виде приглаженной заглушки с аналогичной надписью. Верхний конец репера должен быть ниже уровня земли не менее, чем на 0,6 м.

Допускается установка репера другой конструкции, обеспечивающей фиксацию местоположения скважины и надежное перекрытие устья.

5.13. По окончании ликвидационного тампонирования комиссией составляется акт (прил.5), в котором кратко излагается перечень выполненных работ, производится состав тампонирующей смеси, отмечается отступления от утвержденного проекта. Подлинник акта ликвидационного тампонирования хранится в архиве в деле скважины.

5.14. Копии актов на ликвидационное тампонирование по скважинам, пробуренным на полях действующих или строящихся горнодобывающих предприятий, передаются в эти организации в течение 10 дней после окончания работ.

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТАМПОНИРОВАНИЯ

6.1. Контроль качества ликвидационного тампонирования осуществляется на всех стадиях проведения работ.

6.2. После выбора тампонирующих смесей и уточнения их рецептур проверяется качество исходных материалов и соответствие ГОСТам и техническим условиям.

6.3. В процессе приготовления тампонирующих смесей контролируются основные параметры, такие как плотность, растекаемость, разировка материалов в соответствии с принятой рецептурой. Для цементных растворов контролируется также плотность и вязкость исходного глинистого раствора.

6.3.1. Контрольные пробы (не менее трех) отбираются из каждой вновь приготовленной порции тампонирующей смеси перед ее закачкой в скважину.

6.3.2. Растворимость тампонирующей смеси, исходя из условий прокачиваемости насосом, должна быть 18-24 см по конусу Аэши (ГОСТ 26798.1-85).

6.4. В процессе нагнетания тампонирующей смеси качество тампонирования оценивается путем сравнения рассчитанного по данным кавернometрии объема скважины и фактического расхода тампонирующей смеси. После тампонирования каждого интервала скважины проверяется местоположение верхнего уровня тампонажного камня.

Качество тампонирования глиноцементным раствором оценивается соответствие фактического конечного давления нагнетания расчетному, а также набором пластической прочности во времени.

6.5. Время фактического начала и конца схватывания тампонирующей смеси должно быть близким к расчетным показателям.

6.6. При специальном способе тампонирования через 1-3 ч после отверждения проб, отобранных в процессе приготовления тампонирующей смеси, из скважины отбираются образцы тампонажного камня для проверки качества. Количество и места взятия образцов определяются проектом тампонирования.

6.7. Устойчивость тампонажного камня на сдвиг должна быть такой, чтобы противостоять гидростатическому напору подземных вод в случае вскрытия скважины горной выработкой. В проекте ликвидационного тампонирования это определяется созданием моста требуемой мощности.

6.7.1. Прочность тампонажного камня на сжатие должна быть не ниже 1 МПа через 24 ч. Определение прочности тампонажного камня производится в лабораторных условиях по ГОСТ 26798.2-85.

6.7.2. При использовании нетвердеющих глиноцементных растворов пластическая прочность через 1 мин после приготовления должна быть в пределах 1,5-5,0 г/см², а через 240 мин - не ниже 130 г/см².

Определение пластической прочности контрольных проб глиноцементного раствора осуществляется по методике, приведенной в прил.6.

6.8. Конструкция разделительных изолирующих пробок должна обеспечивать надежность их фиксирования в заданном интервале скважины и устойчивость при возможных нагрузках. Несящая способность (устойчивость) моста проверяется путем создания бурильной колонной осевой нагрузки на мост, соответствующей гидростатическому давлению столба жидкости в скважине (с учетом установки вышеуказанного моста).

6.9. Контроль качества выполненных работ по ликвидационному тампонированию осуществляется путем разбуривания контрольных скважин. Необходимость проведения разбуривания, количество скважин, объем и виды выполняемых при этом работ определяются геологической службой и предусматривается в проектах на глубогоразведочные работы. После проведения контрольного обследования скважина подлежит ликвидации в соответствии с настоящей инструкцией.

Комитет Российской Федерации
по геологии и использованию
недр

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

" " 19 г.

.....ГРФ

ПРОЕКТ
ликвидационного тампонирования скважины №

Участок.....

Буровой мастер.....

Конструкция скважины

Диаметр бурения, мм	Интервал бурения, м	Угол наклона скважины, град	Диаметр обсадных труб, мм	Интервал обсадки, м
.....

Дополнительные стволы:

диаметр мм в интервале от до, м
 диаметр мм в интервале от до, м

Тампонирование скважины должно производиться согласно схеме, представленной на фактическом геологическом разрезе, с учетом следующих данных:

1. Синонимика перебуренных тел полезного ископаемого.....
2. Вскрытые горные выработки.....
3. Водоносные горизонты, выявленные в процессе бурения.....
4. Данные кавернометрии.....
5. Способ тампонирования.....

6. Состав и характеристика тампонирующей смеси

Интервал ампони- рования, м		Наимено- вание компонентов смеси	Расход	Характеристика смеси		Глубина уста- новки раздели- тельных изолиру- ющих пробок, их тип			
T	до		на 1 м ³ смеси	на объ- ем тампо- ниро- вания	рас- те- кае- мость	плот- ность	Сроки схватыва- ния, час-мин	на- чало	ко- нец

7. Перед тампонированием скважину промыть.....
 плотностью г/см³, вязкостью с
 8. Образцы тампонажного камня отобрать с глубины.....
 9. После извлечения бурильных труб скважину заполнить
 до устья тампонирующей смесью, произвести опрессовку под
 давлением 3,0 МПа в течение 20 мин.
 10. В устье скважины на глубине не менее 0,8 м установить репер.

Проект составили:

Участковый геолог.....

Технолог.....

Согласовано:

Главный геолог.....

Гидрогеолог.....

Проект к исполнению принял:

Буровой мастер (бригадир спецбригады).....

" " 19 г.

(распись при получении)

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОВЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЦЕМЕНТОВ

Тип цемента	Область применения	Дополнительные условия
Портландцемент тампонажный ГОСТ 1581-85	Отсутствие агрессивных подземных вод	При температуре свыше 100 °С с активными минеральными добавками (кварцевый песок)
Сульфатостойкий портландцемент ГОСТ 22266-76	Агрессивные сульфатные подземные воды	При тампонировании соленосных пород рекомендуются использовать с ускорителем схватывания
Пуццолановый сульфатостойкий портландцемент ГОСТ 22266-76	Агрессивные сульфатные и мягкие подземные воды	При температуре менее 40 °С только с ускорителями схватывания
Шлакопортландцемент ГОСТ 10178-76	Агрессивные магнезиальные подземные воды	При температуре до 100 °С
Шлакопесчаный цемент ТУ 39-9-27-71	Сероводородная агрессия	При температуре до 250 °С
Магнезиальный цемент (на основе каустического магнезитового порошка) ГОСТ 1216-75	Соленосные отложения	Затворяется на насыщенным растворе $MgCl_2$
Вяжущее тампонирующее закладочное ТУ 41-13-74-90	Ликвидация каверн и карстовых полостей	Применяется в таблетированном виде

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СОСТАВЫ СМЕСЕЙ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТАКТИРОВАНИЯ

№	Состав в весовых частях						Характеристика смеси			Предел прочности при сжатии через 2 сут., кг/см ²	
	Цемент	Суглинок	Песок	Глина	Мелкое стекло	Вода	Плот- ность, кг/м ³	Расте- каемость, см	Сроки схватыва- ния, час-мин		
									начало	конец	
I.	I	I	-	-	-	0,8	1670	20	2-10	18-00	46
2.	I	2	-	-	-	1,5	1500	18	2-40	36-00	34
3.	I	3	-	-	-	2,5	1620	18	3-10	47-00	12
4.	I	-	I	-	-	0,8	1850	23	9-15	10-00	120
5.	I	-	2	-	2	1,0	1950	24	10-00	14-00	55
6.	I	-	-	0,21	-	0,96	1500	15	10-00	14-00	21
7.	I	-	0,5	0,22	-	0,96	1750	14	7-40	8-40	22
8.	I	-	-	4,30	0,1	7,7	1230	-	-	-	-
9.	-	-	-	0,86	-	1,0	1300	не тестят	-	-	-
10.	I(кауст.магн.) порошок	0,5	0,1	-	0,6	1790	20	5-40	6-25	86	
II.	I(кауст.магн.) порошок	I	0,1	-	0,9	1520	21	6-50	7-15	81	

Примечания: 1. Составы 1-3 для ускорения схватывания могут обрабатываться хлористым калием до 40 % от массы цемента.

2. Состав 8 должен иметь пластическую прочность через 1 мин - 1,5-5 г/см², через 240 мин - не менее 130 г/см².

3. Составы 10 и II затворяются на магнезиальном растворе MgO_2 .

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ДВУХРАСТВОРНАЯ СХЕМА ТАМПОНИРОВАНИЯ СКВАЖИН
ГЛЮНОЦЕМЕНТНЫМ РАСТВОРОМ

При использовании глиноцементных растворов наиболее технологичной является двухрастворная схема тампонирования. Непосредственно на скважине приготавливаются цементный и глинистый раствор (с жидким стеклом). Исходный глинистый раствор должен иметь следующие параметры:

плотность, ρ , кг/м ³	1180-1400
условная вязкость по GIB-5, Т, с.....	30-90
водосод瘩ча по ВМ-6, В, см ³ /30 мин.....	25-45
статическое напряжение сдвига через 21 мин, θ , мг/см ²	50-150

Цементный раствор приготавливается при В/Ц = 0,5.

Составные части глиноцементного раствора, взятые в отдельности, обладают малой вязкостью и легко прокачиваются насосом. Поэтому оба раствора (глинистый и цементный) могут одновременно закачиваться в скважину одним буровым насосом или насосом цементировочного агрегата. Это обеспечивается за счет использования вставного клапана (рис.1). При этом три клапана насоса работают на глинистом растворе, а один, дополнительный вставной клапан, используется для закачки цементного раствора. Смешивание растворов проходит в нагнетательном трубопроводе, где образуется высоковязкий глиноцементный раствор, который и подается через бурильную колонну в интервал тампонирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ДВУХРАСТВОРНАЯ СХЕМА ТАМПОНИРОВАНИЯ СКВАЖИН ГЛИНОЦЕМЕНТНЫМ РАСТВОРОМ

При использовании глиноцементных растворов наиболее технологичной является двухрастворная схема тампонирования. Необходимо на скважине приготавливается цементный и глинистый раствор (с жидким стеклом). Исходный глинистый раствор должен иметь следующие параметры:

плотность, ρ , кг/м ³	1180-1400
удовлетворительная вязкость по СНВ-5, Т, с.....	30-90
водосодача по ВМ-6, В, см ³ /30 мин.....	25-45
статическое напряжение сдвига через 1 мин, θ , мг/см ²	50-150

Цементный раствор приготавливается при В/Ц = 0,6.

Составные части глиноцементного раствора, взятые в отдельности, обладают малой вязкостью и легко прокачиваются насосом. Поэтому оба раствора (глинистый и цементный) могут одновременно закачиваться в скважину одним бурозым насосом или насосом цементировочного агрегата. Это обеспечивается за счет использования вставного клапана (рис. I). При этом три клапана насоса работают на глинистом растворе, а один, дополнительный вставной клапан, используется для закачки цементного раствора. Смешивание растворов происходит в нагнетательном трубопроводе, где образуется высоковязкий глиноцементный раствор, который и подается черезouriльную колонку в интервал тампонирования.

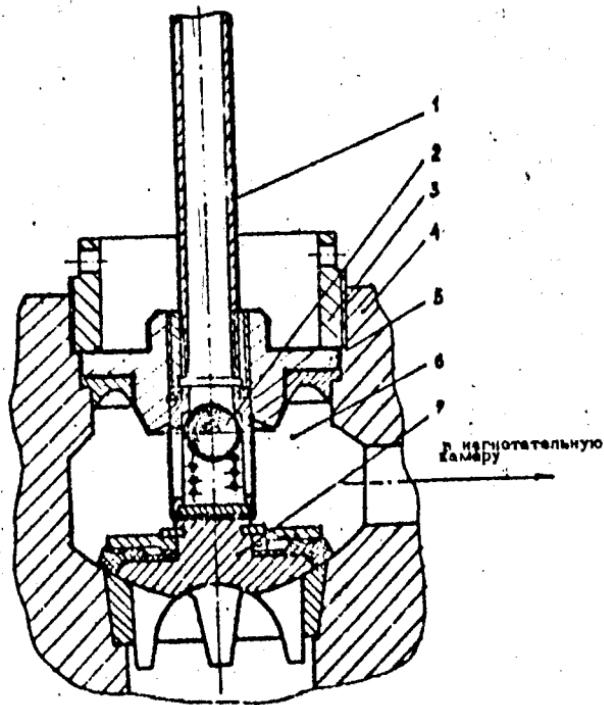


Рис. 1. Вставной клапан в насосе цементировочного агрегата:

- 1 - патрубок;
- 2 - вставной клапан;
- 3 - гайка;
- 4 - корпус насоса;
- 5 - корпус вставного клапана;
- 6 - всасывающая камера насоса;
- 7 - корпус вставного клапана.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Комитет Российской Федерации
по геологии и использованию
недр

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер

" " 19 г.
200

.....ГРЭ

А К Т
о ликвидационном тампонировании скважины №
участок.....
" 19 г.

Комиссия в составе: Ответственного руководителя работ...,
....., геолога.....,
бурового мастера....., бурильщиков.....
....., составила настоящий акт на выполнение ра-
бот по ликвидационному тампонированию скважины №, на-
чатой бурением 19 г. и законченной..
..... 19 г. с фактической глубиной.....м.

Дополнительные стволы скважины ватампонированы (не за-
тампонированы):

диаметр мм в интервале от до м;
диаметр мм в интервале от до м.

В скважине остались неизвлечеными:

	Интервал, м	Диаметр, мм	Интервал, м	Диаметр, мм
Бурильные трубы				
Обсадные трубы				

Затрубное пространство зацементировано в интервалах.....
.....

Тампонирование выполнено в соответствии с проектом, ут-
вержденным " " 200-19 г.

Перед тампонированием скважина промыта технической водой
(глинистым раствором вязкостью с, в течение ч)

Для приготовления тампонирующей смеси израсходовано мате-
риалов:.....

Основной текст - стр. 13

Всего было приготовлено и вакачано в скважину м³
тампонажной смеси:

Интервал тампонажирования, м	Состав и соотношение компонентов смеси в зерновых частях	Объем зачушки, м	Характеристика смеси		Роспись исполнителя работ
			растекаемость, см	плотность, кг/м ³	
6 СТРОК					

Продолжительность выдержки тампонажной смеси ч.

Время схватывания образцов тампонажной смеси, отобранных на поверхности: начало, конец

При проверке из скважины поднят образец тампонажного камня с глубины м. Всего пробурено м, поднято карна м.

Отобранный образец тампонажного камня задокументирован и оставлен на хранение.

По стволу скважины установлены разделительные изолирующие пробки на отметках: м, м. Пространство между пробками в интервалах заполнено тампонажной смесью (шебнем, песком, глиной и т.д.).

Ликвидация устья скважины произведена следующим образом:

При тампонировании скважины допущены отклонения от проекта санкционированные

К акту прилагается разрез по скважине.

Ответственный руководитель работ

Геолог

Буровой мастер
Бурильщики

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

МЕТОДИКА определения пластической прочности глиноцементного тампонирующего раствора

Для определения пластической прочности нетвердевающего тампонирующего раствора используется прибор ИВ-2. Вместо иглы прибор снабжается комплектом конусов из алюминия с углами при вершине 30, 45, 60 и 90 град.

Измерения проводятся по методике академика П.А.Ребиндера, усовершенствованной М.С.Винарским. Кольцо 3 высотой 40 мм (рис.2), установленное на поддоне 2, заполняется тампонирующим раствором, поверхность тщательно выравнивается. Конус устанавливается таким образом, чтобы его вершина едва касалась поверхности раствора, и фиксируется стопором 7. Через требуемое время стопор опускается и конус погружается в тампонирующий раствор. Величина погружения фиксируется по шкале 6. Обычно измерения производятся через 1, 10, 30, 60, 120, 240 мин и далее через каждые сутки до полной стабилизации раствора.

После измерения конус поднимается, насухо протирается и устанавливается в исходное положение. Кольцо 3 с пробой тампонирующего раствора вместе с пластиной 2 смешается по плите 1 таким

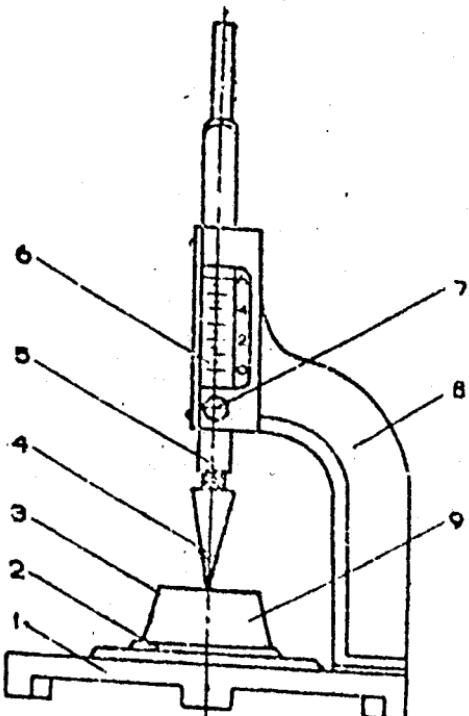


Рис. 2. Общий вид прибора ИВ-2 :

- 1 - подстанок;
- 2 - пластина;
- 3 - кольцо;
- 4 - конус;
- 5 - шток подвижной системы;
- 6 - шкала;
- 7 - стопор;
- 8 - треугольник;
- 9 - тампонажный раствор

образом, чтобы после очередного погружения конуса центры лунок находились на расстоянии не менее 3-х диаметров предыдущей лунки. Через заданное время выдержки производится очередное измерение глубины погружения конуса.

Величина пластической прочности тампонирующего раствора P_m , Па, определяется по формуле:

$$P_m = K_d (F/h^2), \quad (5)$$

где F - нагрузка на конус, Н; h - глубина погружения конуса в тампонирующий раствор, м; K_d - коэффициент, зависящий от угла конуса при вершине,

$$K_d = (1/\pi) \cos^2(\alpha/2) \operatorname{ctg}(\alpha/2), \quad (6)$$

α - угол при вершине конуса, град.

С целью сохранения естественного состояния образцов в течение двух часов они должны храниться вместе с поддоном в водяной бане и извлекаться за 3-4 мин до измерения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТАМПОНИРОВАНИЯ ГЛИНЯНЫМИ ШАРИКАМИ

Методика основана на сравнении величин теоретического объема тампонируемого интервала скважины и фактического объема использованной глины.

Теоретический объем скважины V_T определяется по формуле:

$$V_T = K \pi r^2 h, \quad (7)$$

где K - коэффициент разработки ствола скважины; r - радиус бурового наконечника; h - высота интервала тампонирования.

Фактический объем использованной глины V_ϕ определяется по формуле:

$$V_\phi = 4/3 \pi r_w^3 n, \quad (8)$$

где r_w - радиус глиняных шариков ($r_w \approx 2/3 r$); n - количество использованных шариков.

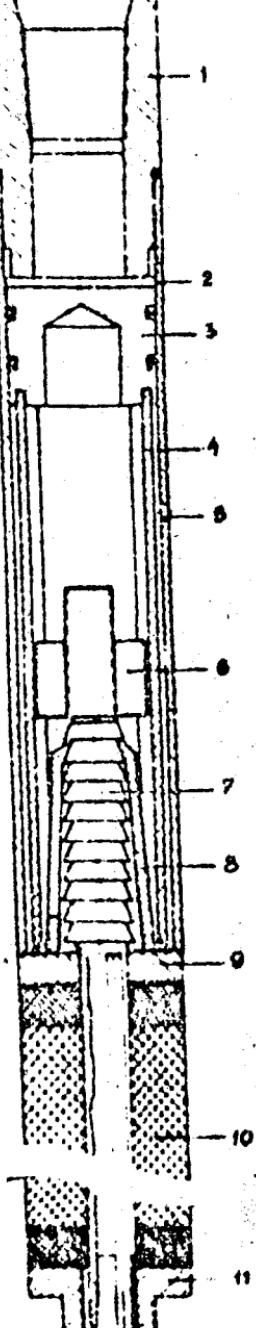
Тампонирование считается выполненным качественно, если соблюдено условие

$$V_\phi > V_T. \quad (9)$$

Исходя из этого, потребное для качественного тампонирования количество глиняных шариков должно быть:

$$n > 2,53 (K h / r_w). \quad (10)$$

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ МОСТОВ В СКВАЖИНАХ



I. Резиновая пробка-мост конструкции В.П.П.Р (рис.3) выполнен из двух частей: извлекаемой и собственно пробки-моста. В извлекаемой части (механизм постановки пробки) находится переходник 1, корпус 2, силовой поршень 3, толкатель 4 и гайка 6, жестко связанная с корпусом. Пробка-мост состоит из сердечника 7, фиксирующей цанги 8, нажимного фланца 9, набора резиновых колец 10 и упорного фланца II.

Пробка опускается в скважину на колонне бурильных труб. На заданной глубине давлением промывочной жидкости 15-25 даН/см² силовой поршень 3 перемещается вниз, передавая усилие через толкатель 4 на фланец 9. В результате уплотняющий элемент 10 сжимается, а цанга 8, смещаясь вниз по сердечнику 7, фиксирует это положение. За счет расширения уплотняющего резинового элемента пробка-мост перекрывает ствол скважины..

После достижения максимального перепада давления на манометре насоса подача промывочной жидкости прекращается. Постепенно разгружая бурильную колонну, сообщают ей правое вращение и извлекают механизм постановки на поверхность.

Рис. 3. Резиновая пробка-мост с механизмом постановки

- 1 - переходник; 2 - корпус; 3 - поршень; 4 - толкатель;
- 5 - отверстие для слива жидкости; 6 - гайка с тарелкой;
- 7 - сердечник; 8 - фиксирующая цанга; 9, II - нажимной и упорный фланцы; 10 - набор резиновых колец.

2. Разрезная пробка-шайба

пробка-шайба выполнена в виде разрезанного в продольном направлении на две равные половины цилиндра с закругленным нижним концом (рис.4). Шайба 1 из жесткой резины скрепляет обе половинки цилиндра, между которыми в специальных углублениях установлена распорная пружина 4. Под шайбой 1 закреплены концы резиновой ленты 3, охватывающей клин 6 и стремящейся втянуть его между половинками цилиндра.

Пробка с сомкнутыми половинками вставляется в колонковую трубу, поверх нее зачищается щебень, плотная глина или таблетированная БСС. Последняя должна доставляться в герметичном контейнере специального устройства УТГК (рис.6). В собранном виде колонковая труба на колонне бурильных труб опускается в заданный интервал, где давлением промывочной жидкости пробка вместе с содержимым колонковой трубы выдавливается. Надежность закрепления разделительной пробки проверяется статической бурового снаряда с нагрузкой 512 кг.

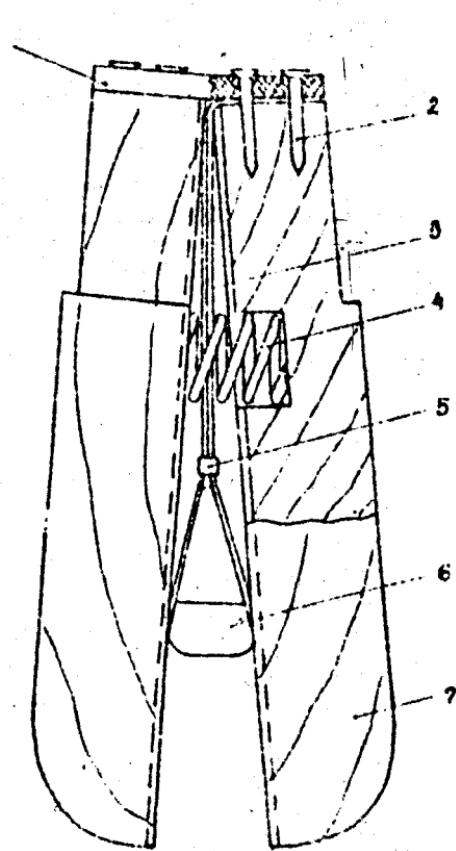


Рис. 4. Разрезная пробка-шайба:

1 - шайба; 2 - кратильник смактор; 3 - резиновая лента; 4 - пружина; 5 - фиксирующее устройство; 6 - клин; 7 - пробка-шайба

3. Разделительная пробка со стальными ершами (рис.5) длиной не менее 0,8 м изготавливается из дерева по диаметру скважины и пронизывается прядями стального каната. Для установки пробки в заданном интервале используется специальный снаряд.

Сборка снаряда для установки разделительной пробки производится следующим образом. К пробке 9 с помощью шпилей крепится кольцо 8, которое левой резьбой соединяется с колонковой трубой 4. Поверх пробки колонковая труба заполняется керном на 2,5-3 м, длина кусков которого в 1,5-2 раза превышает его диаметр. Затем в колонковую трубу вставляется разделительный пыж (резиновый или металлический). Выше пыжа засыпается щебень на высоту 2,5-3 м и устанавливается второй пыж. На трубу навинчивается переходник 2 и снаряд на колонне бурильных труб 1 опускается в скважину на нужную глубину.

Установка пробки осуществляется вращением колонны труб по левой резьбе кольца 8. Пряди каната при этом обеспечивают достаточное закрепление за стенки скважины. Пробка может оснащаться ершами в 2-3 яруса (по 3 ерша в ярусе). Содержимое колонковой трубы выдавливается с помощью бурового насоса и производится проверка надежности установки пробки путем постановки бурового снаряда на щебень.

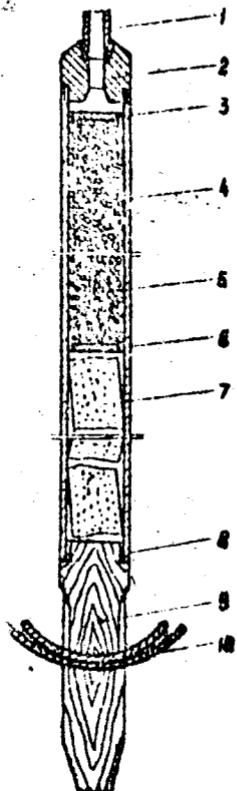


Рис. 5. Разделительная пробка со стальными ершами

1 - бурильная труба; 2 - переходники; 3, 6 - разделительные пыжи; 4 - колонковая труба; 5 - щебень; 7 - керн; 8 - кольцо; 9 - деревянная пробка; 10 - пряди стального каната

4. Тампонирующее устройство с герметичным контейнером УТГК (рис.6) состоит из трех основных частей: клапанного узла, поршня-долота и контейнера. В клапанный узел входит переходник 1, клапан 3, уплотнения 2 и 4, седло клапана 5. При выполнении доставки таблетированной смеси в зону тампонирования клапан перекрывает отверстие в переходнике 1, обеспечивая герметизацию контейнера.

В состав поршня-долота входит собственно поршень-долото (корпус) 7, подпружиненные фиксаторы 6 и клапан сброса 8. Поршень-долото обеспечивает выдавливание таблетированной смеси из контейнера, ее переработка в зоне тампонирования осуществляется нижней частью корпуса 7, имеющей прямоугольное сечение. С помощью фиксаторов 6 осуществляется закрепление поршня-долота в нижней части контейнера в переходнике 10.

После заполнения таблетированной смесью контейнер доставляется в зону тампонирования. Выдавливание смеси осуществляется с помощью бурового насоса, при этом промывочная жидкость воздействует на поршень-долото, проходя через вертикальные отверстия в клапане 3. После фиксации поршня-долота в нижнем положении буровой насос переключается на производительность 0-20 л/мин и производится разбуривание и затворение таблетированной смеси.

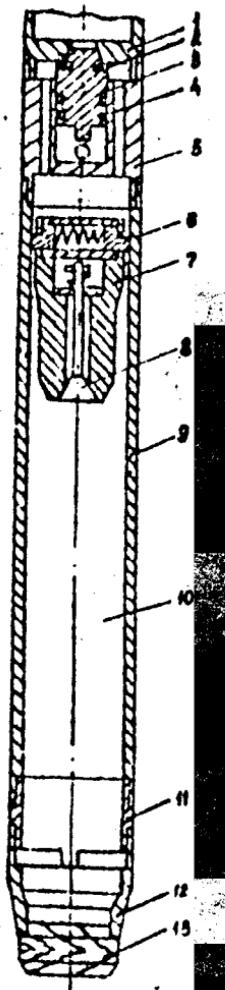
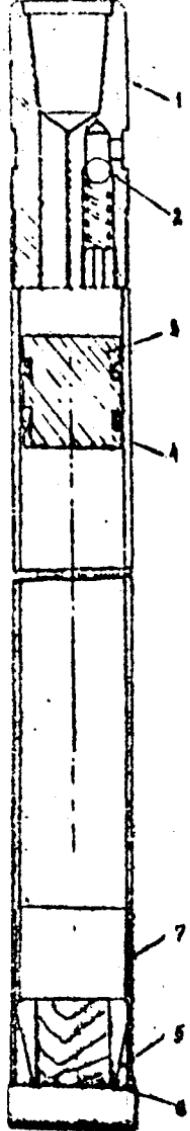


Рис. 6. Тампонирующее устройство с герметичным контейнером УТГК :

- 1 - переходник;
- 2, 4 - уплотнения;
- 3 - клапан;
- 5 - седло клапана;
- 6 - подпружиненные фиксаторы;
- 7 - поршень-долото;
- 8 - клапан сброса;
- 9 - контейнер;
- 10 - переходник фиксации;
- 11 - тулька;
- 12 - пробка;
- 13 - таблетированная смесь.



3. Специальный тампонажный спаряд (СТС) состоит из переходника 1 с обратным клапаном 2, корпуса (кордниковой трубы) 4, поршня 3, ниппеля 7 с ножами 6 и деревянной пробки 5 (рис.?).

Тампонирующая смесь в герметичных пакетах помещается в контейнер-колонковую трубу и доставляется в зону тампонирования. С помощью бурового насоса смесь выдавливается из контейнера. При этом полиэтиленовая оболочка пакетов, проходя через ниппель с ножами, разрезается.

Рис. 7. Специальный тампонажный спаряд (СТС):

1 - переходник; 2 - обратный клапан; 3 - поршень;
4 - корпус; 5 - резинка; 6 - ножи; 7 - ниппель

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

РАСЧЕТЫ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОЕКТА ДИСПЕРСИОННОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ

1. Расчет объема тампонирующей смеси

$$V = 0,785 (d_1^2 K_1^2 d_1 + d_2^2 K_2^2 d_2 + \dots + d_n^2 K_n^2 d_n), \quad (II)$$

где d_1, d_2, \dots, d_n - диаметр скважины, м; K_1, K_2, \dots, K_n - коэффициент разработки ствола скважин; d_1, d_2, \dots, d_n - высота интервала тампонирования, м.

2. Потребное количество исходных компонентов для приготовления 1 м³ смеси

$$M_1 = (f_{cm} x_1) / (x_1 + x_2 + \dots + x_n), \quad (III)$$

где M_1 - масса одного из компонентов, кг; f_{cm} - плотность тампонирующей смеси, кг/м³; x_1, x_2, \dots, x_n - значение весовой части компонента.

3. Расчет объема продавочной жидкости

$$V_{pr} = 0,785 d^2 (d - l) + V_m, \quad (IV)$$

где d - внутренний диаметр валивочных труб, м; d - диаметр колонны валивочных труб, м; l - длина валивочных труб, в которых остается тампонированная смесь (10-15 м); V_m - объем продавочной жидкости, помещающийся в связке бурового насоса, м³.

4. Расчет давления насоса в конце продавки

$$P_h = P_1 + P_2, \quad (V)$$

где P_1 - давление, обусловленное равенством плотностей тампонирующей смеси и продавочной жидкости, кгс/см²,

$$P_1 = 1/10 [(d - l) (f_{cm} - f_x)], \quad (VI)$$

d - высота интервала тампонирования, м; l - высота тампонирующей смеси, оставшейся в бурильных трубах, м; f_{cm} - плотность тампонирующей смеси, г/см³; f_x - плотность продавочной жидкости, г/см³.

P_2 - давление, необходимое для преодоления гидравлических сопротивлений, кгс/см², определяется:

а) для скважин глубиной до 1000 м

$$P_2 = 0.01 H + 8, \quad (I6)$$

H - глубина скважины, м;

б) для скважин глубиной выше 1000 м

$$P_2 = 0.01 H + 16. \quad (I7)$$

Давление, раздываемое насосом при продавке глиноцементного раствора, определяется:

$$P_H = 4HP_m / d_o, \quad (I8)$$

P_m - пластическая прочность структуры глиноцементного раствора к моменту закачки продавочной жидкости, кгс/см²; d_o - внутренний диаметр бурильных труб, м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ПОТРЕБНОЕ КОЛИЧЕСТВО МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ 1 м³ ГЛЯНЦИСТОГО РАСТВОРА

Плот- ность гланистого раствора, кг/м ³	Материал, м ³	Плотность исходного глинистого сырья, кг/м ³										
		1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	
1180	глина	0,225	0,200	0,180	0,164	0,150	0,138	0,129	0,120	0,112	0,106	0,100
	вода	0,850	0,880	0,900	0,920	0,940	0,950	0,960	0,970	0,980	0,990	0,990
1200	глина	0,250	0,222	0,200	0,182	0,167	0,154	0,143	0,133	0,125	0,116	0,111
	вода	0,830	0,860	0,880	0,900	0,920	0,930	0,940	0,950	0,960	0,970	0,980
1220	глина	0,275	0,244	0,220	0,200	0,183	0,169	0,157	0,147	0,137	0,129	0,122
	вода	0,800	0,830	0,860	0,880	0,900	0,910	0,930	0,940	0,950	0,960	0,970
1240	глина	0,300	0,267	0,240	0,218	0,200	0,185	0,171	0,160	0,150	0,141	0,133
	вода	0,770	0,810	0,840	0,860	0,880	0,890	0,910	0,920	0,940	0,940	0,950
1250	глина	0,325	0,289	0,260	0,236	0,217	0,198	0,186	0,173	0,162	0,153	0,144
	вода	0,740	0,780	0,810	0,840	0,860	0,880	0,900	0,910	0,920	0,930	0,940
1280	глина	0,350	0,311	0,280	0,254	0,233	0,215	0,200	0,187	0,175	0,165	0,155
	вода	0,720	0,760	0,790	0,820	0,840	0,860	0,880	0,900	0,910	0,920	0,930
1300	глина	0,375	0,333	0,300	0,272	0,250	0,231	0,221	0,200	0,187	0,176	0,167
	вода	0,690	0,730	0,770	0,800	0,830	0,840	0,860	0,880	0,900	0,910	0,920

ПРИЛОЖЕНИЕ II

ОБЪЕМ СКВАЖИНЫ, м³

Глубина, м	Диаметр породоразрушающего инструмента, мм					
	59	76	93	112	132	152
10	0,027	0,045	0,068	0,098	0,137	0,181
20	0,054	0,090	0,136	0,197	0,274	0,363
30	0,081	0,135	0,204	0,295	0,410	0,544
40	0,109	0,180	0,271	0,393	0,547	0,725
50	0,137	0,225	0,339	0,492	0,684	0,907
100	0,273	0,450	0,679	0,985	1,379	1,814
200	0,546	0,900	1,358	1,969	2,758	3,627
300	0,819	1,350	2,037	2,954	4,137	5,441
400	1,092	1,800	2,716	3,939	5,479	7,256
500	1,365	2,250	3,395	4,924	6,846	9,070
600	1,638	2,700	4,074	5,908	8,207	10,844
700	1,911	3,150	4,753	6,893	9,574	12,698
800	2,184	3,600	5,432	7,971	11,170	14,512
900	2,457	4,060	6,111	8,862	12,566	16,326
1000	2,730	4,500	6,789	9,847	13,799	18,140

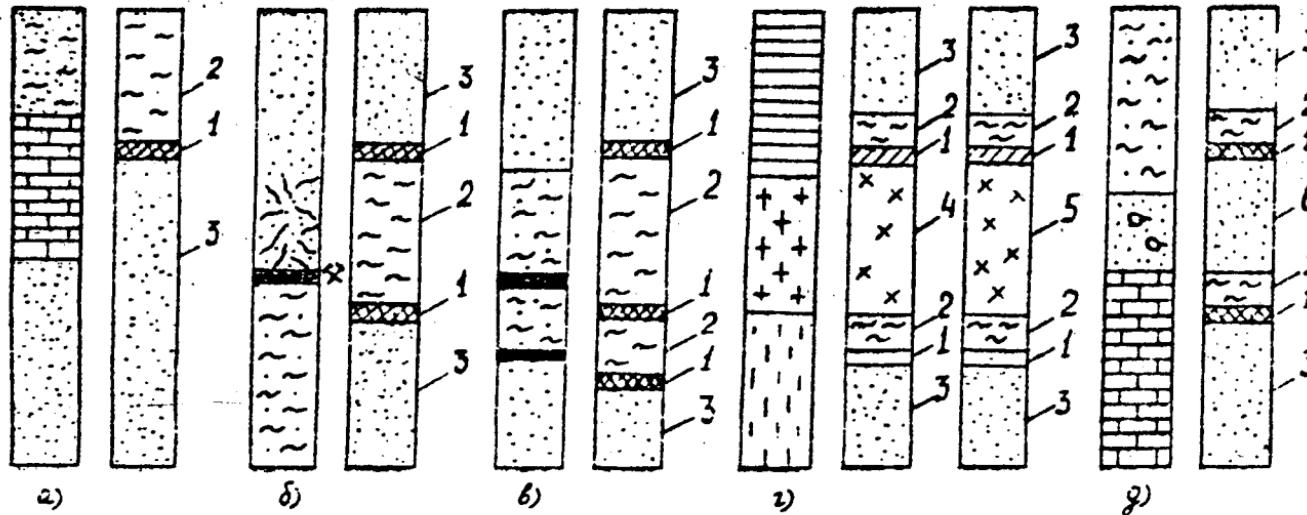
ПРИЛОЖЕНИЕ 12

ВНУТРЕННИЙ ОБЪЕМ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ, м^3

Длина, м	Тип и диаметр бурильных труб, мм				
	42	50	ССК-59	ССК-76	МССК-76
10	0,008	0,012	0,016	0,029	0,028
100	0,080	0,119	0,161	0,286	0,282
200	0,160	0,238	0,322	0,572	0,564
300	0,240	0,358	0,483	0,858	0,846
400	0,320	0,477	0,644	1,144	1,128
500	0,402	0,596	0,805	1,430	1,410
1000	0,805	1,192	1,610	2,860	2,820

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СХЕМЫ ТАМПОНИРОВАНИЯ С УСТАНОВКОЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПРОБОК



- a) - на границах коренных и вторичных отважек; б) - в зоне горной выработки;
 в) - в стыке сближенных пластов полевого шпатолавового; г) - в солией толще;
 д) - в зоне водоснабжения горизонте;
 1 - разделительная пробка, 2 - глина, 3 - тампонирующая смесь, 4 - магни-
 зиальный элемент, 5 - обезвоженная соль, 6 - кесок

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

ПРИМЕР РАСЧЕТОВ ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ПРОЕКТА ЛИКВИДАЦИОННОГО ТАМПОНИРОВАНИЯ

На угольном месторождении (рис.8 а)

Исходные данные: глубина скважины - 550 м, диаметр - 76 мм, на глубине 300 м перебуруен угольный пласт мощностью 0,6 м и на глубине 535 м угольный пласт нерабочей мощности. Коэффициент, учитывающий разработку ствола скважины, составляет по данным каворнометрии 1,1.

Интервал скважины от 550 до 307 м тампонируется составом I (прил.3), используется тампонажный цемент марки "500". Объем тампонирующей смеси, закачиваемой через колонну бурильных труб, определяется по формуле (11):

$$V_t = 0,785 (76 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,1 \cdot 243 = 1,21 \text{ м}^3.$$

Потребное количество цемента на 1 м³ смеси

$$M_c = 1670,1 / (1+1+0,8) = 600 \text{ кг.}$$

Потребное количество компонентов для приготовления 1,21 м³ тампонирующей смеси, кг:

Цемент..... 276

Сулинск..... 726

CaCl₂ (4 % от массы цемента)..... 29

Объем продавочной жидкости определяется по формуле (13):

$$V_{pr} = 0,785 (39 \cdot 10^{-3})^2 (550-10)+0,2 = 0,85 \text{ м}^3.$$

Давление насоса P, кгс/см² при эзакачке продавочной жидкости определяется по формулам (14)-(16):

$$P_h = P_1 + P_2 = 11 + 13,5 = 24,5 ,$$

$$P_1 = 1/10 (243-10) (1,67-1,2) = 11 ,$$

$$P_2 = 0,01 \cdot 550 + 8 = 13,5$$

Интервал скважины между разделительными пробками заполняется глиной с портновским трамбованием. Высота интервала определяется предполагаемой мощностью зоны обрушения. В данном случае она должна быть не менее 41-кратной мощности угольного пласта, что составляет 26,4 м над кровлей угольного пласта. Расход глины - 315 кг.

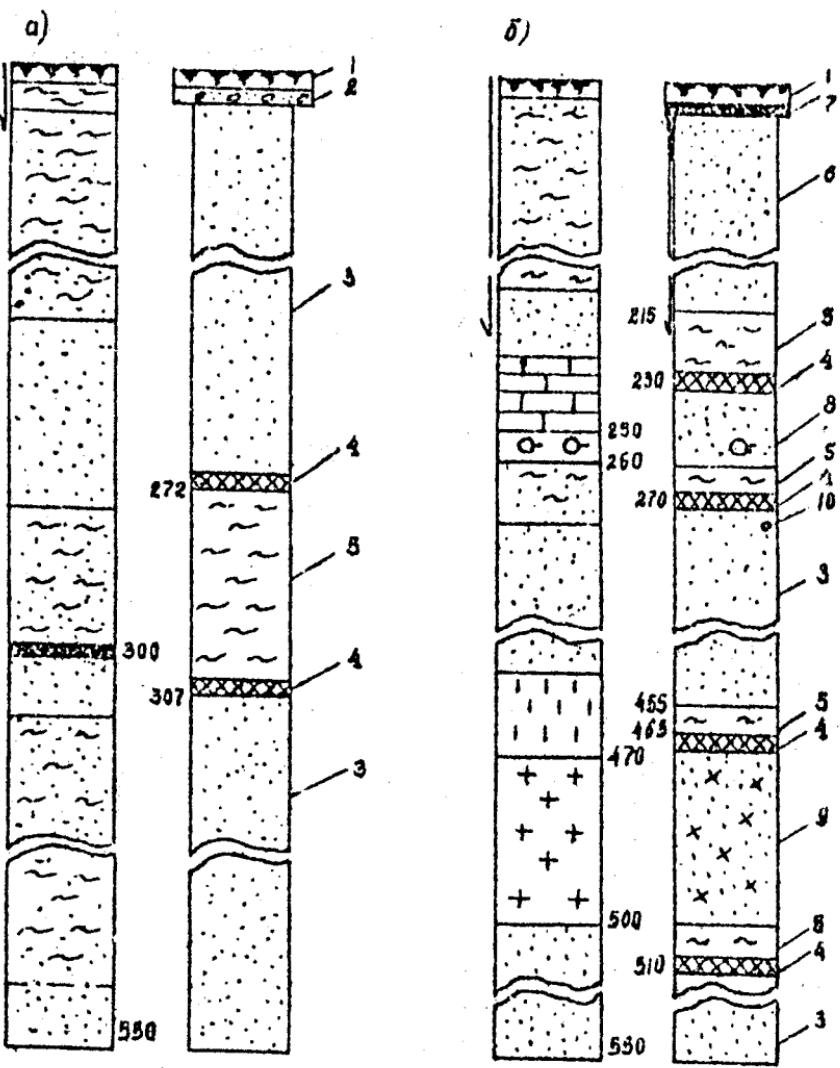


Рис. 8. Схема ликвидационного тектонирования:

- а) на угольном месторождении, б) на месторождении соли;
 1 - почвенный слой, 2 - резер (бетонная плита), 3 - тектонизирующая смесь (состав 1),
 4 - разделительная пробка, 5 - глина, 6 - тектонизирующая смесь (состав 3), 7 - роллер
 (механическая вальцушка), 8 - песок, 9 - тектонизирующая смесь (состав 10), 10 - место
 отбора пробы тектонизированного камня

Интервал скважины от глубины 272 м до устья тампонируется составом I. Объем тампонирующей смеси равен:

$$V_2 = 0,785 (76 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,1 \cdot 272 = 1,35 \text{ м}^3.$$

Потребное количество компонентов для приготовления 1,35 м³ тампонирующей смеси, кг:

Цемент..... 810

Суглинок..... 810

Объем продавочной жидкости

$$V_{np} = 0,785 (39 \cdot 10^{-3})^2 (272-10) + 0,2 = 0,5 \text{ м}^3.$$

На месторождении соли (рис. 8 б)

Исходные данные: глубина скважины - 550 м, диаметр бурения - 93 мм, до глубины 220 м скважина обсажена трубами диаметром 108 мм при диаметре бурения 112 мм. В интервале глубин 250-260 м имеется водоносный горизонт, в интервале 470-500 м перебурена залежь калийной соли. Коэффициент разработки ствола скважины составляет 1,1 по данным кавернометрии, а в интервале залежи калийной соли - 1,5.

Интервал скважины от 550 до 510 м тампонируется составом I. Объем тампонирующей смеси

$$V_1 = 0,785 (93 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,1 \cdot 40 = 0,3 \text{ м}^3.$$

Потребное количество компонентов, кг:

Цемент..... 180

Суглинок..... 180

CaCl₂ 7

Объем продавочной жидкости

$$V_{np} = 0,785 (39 \cdot 10^{-3})^2 (550-10) + 0,2 = 0,85 \text{ м}^3.$$

Давление насоса Р, кгс/см² при закачке продавочной жидкости:

$$P_H = 1,5 + 13,5 = 15,$$

$$P_1 = 1/10 (40-10) (1,67-1,2) = 1,5,$$

$$P_2 = 0,01 \cdot 550 + 8 = 13,5$$

Интервал скважины от 500 до 465 м тампонируется составом IO. Объем тампонирующей смеси

$$V_2 = 0,785 (93 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1,5 \cdot 35 = 0,35 \text{ м}^3.$$

Потребное количество компонентов, кг:

Наутический магнезитовый порошок.....	260
Песок.....	130
Глина.....	26
Насыщенный раствор $MgCl_2$	200 л

Объем продавочной жидкости

$$V_{pp} = 0,785(39 \cdot 10^{-3})^2 (500 - 10) + 0,2 = 0,8 \text{ м}^3.$$

Интервал скважины от 455 до 270 м тампонируется составом 1.

Объем тампонирующей смеси

$$V_g = 0,785(39 \cdot 10^{-3})^2 1,1 \cdot 185 = 1,38 \text{ м}^3.$$

Потребное количество компонентов, кг:

Цемент.....	830
Суглинок.....	830
$CaCl_2$	33

Объем продавочной жидкости

$$V_{pp} = 0,785(39 \cdot 10^{-3})^2 (455 - 10) + 0,2 = 0,75 \text{ м}^3.$$

После схватывания проб, отобранных на поверхности из этой порции тампонирующей смеси, производится отбор пробы тампонажного камня из скважины в интервале глубин 270-271 м.

Интервал скважины от 260 до 230 м тампонируется песком.
Разход песка 650 кг.

Интервал скважины от 210 м до устья (в обсадных трубах)
тампонируется составом 3. Объем тампонирующей смеси

$$V_4 = 0,785(99 \cdot 10^{-3})^2 210 = 1,6 \text{ м}^3.$$

Потребное количество компонентов, кг:

Цемент	250
Суглинок.....	750

Объем продавочной жидкости

$$V_{pp} = 0,785(39 \cdot 10^{-3}) (210 - 10) + 0,2 = 0,45 \text{ м}^3.$$

Оглавление

Введение
1. Общие положения
2. Проектирование ликвидационного тампонирования
3. Характеристика материалов и выбор составов для тампо- рования
4. Способы ликвидационного тампонирования скважин
5. Техника и технология ликвидационного тампонирования скважин
6. Контроль качества тампонирования
Приложение 1
Приложение 2
Приложение 3
Приложение 4
Приложение 5
Приложение 6
Приложение 7
Приложение 8
Приложение 9
Приложение 10
Приложение 11
Приложение 12
Приложение 13
Приложение 14