

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
КОЛЛОИДО-ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Л. А. ШРЕЙНЕР и К. Ф. ЖИГАЧ

БУРЕНИЕ ШУРОВ С ПРОМЫВКОЙ И ДОБАВКАМИ ПОНИЗИТЕЛЕЙ ТВЕРДОСТИ

Под редакцией
члена-корреспондента Академии Наук СССР
Н. А. РЕЙНДЕРА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Москва 1943 Ленинград

100-443887-100

1. *Journal of the American Medical Association*, 1997; 277: 1033-1038.

1. *Journal of the American Medical Association*, 277, 1996, 1000-1001.

43

... ..

Акр
6070

Л. А. ШРЕЙНЕР и К. Ф. ЖИГАЧ

БУРЕНИЕ ШПУРОВ С ПРОМЫВКОЙ И ДОБАВКАМИ ПОНИЗИТЕЛЕЙ ТВЕРДОСТИ

Под редакцией
члена-корреспондента Академии Наук СССР
П. А. РЕБИНДЕРА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Москва 1943 Ленинград

ЕВ_1943_AKS_1029



Подписано к печати 8/II—1943 г. Л-102357. Печ. л. 2, уч.-изд. 3,6.
Тираж 2000, формат бум. 80×110 ¹/₃₂. Цена 3 р.

13-я тип. ОГИЗ, Москва, Денисовский, 30

ОТ РЕДАКТОРА

Предлагаемое руководство является практическим пособием к применению нового метода «понижителей твердости» для повышения скорости бурения шпуров в твердых породах и улучшения условий бурения в горнорудной промышленности.

Сущность действия понижителей твердости и обширный экспериментальный материал, собранный при разработке метода и его применении в лабораторных условиях и при разных видах производственного бурения, излагается в нашей специальной книге «Понижители твердости в бурении». К сожалению, издание этой книги задержалось по независящим от авторов обстоятельствам. К этой книге, намеченной к изданию в ближайшее время, и следует обратиться желающим подробнее ознакомиться с научными основами действия понижителей твердости или намеревающимся применять этот метод к другим видам бурения.

Применение понижителей твердости в бурении представляет собой использование физико-химических факторов — состава промывочной жидкости для облегчения механического разрушения горных пород. Излагаемый метод был разработан на основе современных представлений физической химии и молекулярной физики. Он основан на понижении сопротивляемости твердых тел деформациям и разрушению под влиянием так называемых «поверхностно-активных» (адсорбирующихся) веществ, растворяемых в промывочной жидкости в виде малых примесей. Эти вещества, названные понижителями твердости, проникая в деформируемую зону разбуриваемой породы перед забоем шпура или скважины, понижают твердость (или крепость) породы, как бы раз-

мягчая ее и этим повышая скорость бурения при тех же механических условиях работы инструмента.

Многочисленные испытания понизителей твердости при колонковом (разведочном) бурении, при ударно-канатном и перфораторном бурении и, наконец, при бурении глубоких скважин на нефть установили эффективность предлагаемого метода. Такое простое, легко осуществимое и дешевое мероприятие, как установление наилучшего состава промывочной жидкости введением малых добавок понизителей твердости (не более 0,1—1%), вызывает повышение скорости бурения на 20—60% по сравнению с бурением при промывке одной водой, значительно уменьшая расход буровых наконечников — буров, коронок, долотьев, и улучшает процесс бурения в других отношениях. При бурении на нефть понизители твердости могут значительно улучшить качество глинистого раствора, а при перфораторном бурении шпуров их использование в дополнение к мокрому бурению является лучшим средством для полного пылеулавливания, что весьма существенно для оздоровления условий труда при подземных работах в кварцевых породах. Именно последним обстоятельством и обусловлено особое значение применения понизителей твердости в перфораторном бурении шпуров в торно-рудной и угольной промышленности СССР. Однако до последнего времени по целому ряду причин на многих шахтах и рудниках бурение шпуров ведется всухую, с продувкой сжатым воздухом, бурение же с промывкой распространяется крайне медленно. Между тем известно, что при правильной постановке процесса введение мокрого бурения уже само по себе значительно повышает эффективность, увеличивая скорость бурения шпура в кварцевых породах примерно на 20% по сравнению с сухим бурением, и, кроме того, значительно снижает запыленность забоев.

Препятствием к повсеместному бурению шпуров с промывкой служит отсутствие подводки промывочной воды к забоям, а в некоторых случаях и недостаток соответствующей (непромокаемой) спецодежды и обуви. Главной же причиной все же надо признать техническую рутину и отсутствие ясного представления о существе вопроса: так, например, предлагается и обсуждается ряд приспособлений для механического улавливания пыли при бурении всухую или ряд промежуточ-

ных способов пылеулавливания—«примочка» пыли, пенное улавливание, тогда как с несомненностью установлено, что наиболее надежным способом полного устранения пыли является очистка шпура от частиц выбуренной породы нормальной его промывкой хорошо смачивающей жидкостью. Применение понизителей твердости еще значительно повышает эффективность мокрого бурения как в отношении скорости процесса и экономии бурового инструмента, так и в отношении смачивания образующихся мельчайших частиц породы, что обеспечивает полное пылеулавливание. Поэтому систематическое применение понизителей твердости должно содействовать переходу от сухого бурения шпуров к бурению с промывкой. Этими соображениями и объясняется издание предлагаемого руководства.

Многочисленные успешные испытания понизителей твердости в горно-рудной, угольной и нефтяной промышленности, а также при геологоразведочных работах, проводились не только Коллоидо-электрохимическим институтом Академии Наук СССР, лабораторией которого и были разработаны основы данного метода, но и рядом других учреждений—Всесоюзным геологическим институтом в Ленинграде (ВСЕГЕИ) и под его руководством многочисленными геологоразведочными партиями, Геологоразведочным институтом золотой промышленности (НИГРИЗОЛОТО), Институтом редких металлов (ГИРЕДМЕТ), трестом «Союзвзрывпром» Народного комиссариата промышленности строительных материалов, предприятиями народных комиссариатов черной и цветной металлургии, восточными трестами Народного комиссариата нефтяной промышленности (в районах Второго Баку) и др.

Авторами предлагаемого руководства являются старшие научные сотрудники КЭИН Академии Наук—горный инженер Л. А. Шрейнер и физико-химик К. Ф. Жигач, принимавшие активное участие в разработке данной новой области горного дела и накопившие богатый опыт по применению понизителей твердости в различных условиях и при разных видах бурения. Им мы обязаны в значительной степени развитием метода понижения твердости пород и доведением его до практического использования.

Выпуская это руководство, редактор и авторы просят всех, применяющих понизители твердости или име-

ющих данные об их использовании, поделиться с нами своим опытом и сообщить соответствующий материал в возможно более полном виде письмом в адрес Коллоидо-электрохимического института Академии Наук СССР в г. Москву, Б. Калужская ул., д. 31 или в г. Казань, ул. Чернышевского, д. 18. По этим же адресам мы просим направлять запросы консультационного характера.

П. Ребиндер

Казань,

Коллоидо-электрохимический
институт Академии Наук СССР

I. ЗНАЧЕНИЕ БУРЕНИЯ С ПРОМЫВКОЙ И ОСНОВЫ МЕТОДА ПОНИЗИТЕЛЕЙ ТВЕРДОСТИ

Удаление частиц выбуренной породы из шпура продувкой воздухом является наиболее простым видом очистки забоя скважины при перфораторном бурении шпуров; действительно, сжатый воздух, служащий источником энергии для пневматического молотка, одновременно используется в качестве транспортера шлама; однако экономически удаление выбуренных частиц таким методом является нерациональным. Кроме того, переход на бурение шпуров с промывкой вызывается рядом технических и санитарно-гигиенических преимуществ этого способа удаления выбуренных частиц по сравнению с продувкой воздухом.

Промывочная жидкость, обычно вода, не только очищает забой шпура от выбуренных частиц, но является и активным участником самого процесса разрушения горных пород при бурении, так как проникновение воды в мельчайшие трещинки, образуемые в разрушаемом поверхностном слое породы, понижает ее прочность (твердость); поэтому для большинства горных пород применение воды для очистки шпура одновременно повышает и скорости бурения.

Вода смачивает выбуриваемые частицы, благодаря чему при бурении с промывкой пылеобразование сильно уменьшается, хотя и не устраняется полностью. Вред же, приносимый запыленностью воздуха в забое, хорошо известен, особенно при бурении в кварцевых породах: кварцевая пыль, попадая в легкие, вызывает силикоз — профессиональное заболевание горнорабочих.

При продувке воздухом головка бура, или коронка, в процессе бурения может нагреться до температуры отпуска, так как воздух не обладает достаточной охлаждающей способностью. Вследствие этого твердость коронки резко падает, а при бурении коронками, армированными твердыми сплавами, повышение температуры может повести, хотя это случается и редко, к выплавлению пластинки твердого сплава и раздроблению его. Вода в процессе бурения все время интенсивно охлаждает коронку, что предупреждает возможность повышения ее температуры.

Таким образом, вода в процессе бурения: 1) очищает забой от выбуренных частиц, 2) понижает сопротивление пород разрушению, 3) смачивает мелкие частицы, содействуя пылеулавливанию, и 4) охлаждает режущий инструмент.

Применение твердых сплавов при бурении шпуров несколько уменьшило значение воды как охлаждающей жидкости; поэтому с момента внедрения твердых сплавов в горную промышленность внимание к бурению шпуров с промывкой ослабло, а роли воды как жидкости, понижающей твердость породы и содействующей пылеулавливанию, не придавалось значения.

Необходимо отметить, что у нас наблюдается чрезмерное увлечение твердыми сплавами для перфораторного бурения шпуров, несмотря на то, что твердые сплавы по своим физическим свойствам, а именно хрупкости, мало отвечают условиям ударного бурения, особенно в очень твердых породах. Твердые сплавы для перфораторного бурения содержат большое количество крайне дефицитного кобальта, что еще сильнее ограничивает возможность обеспечения всех предприятий горной промышленности сплавами этого типа. В США твердые сплавы при бурении шпуров вообще применяются в ограниченном количестве.

Сплавы РЭ-12 и РЭ-15, хотя и содержат большое количество кобальта, все же еще довольно хрупки, поэтому их возможно применять только при бурении молотками легкого типа, что несомненно понижает эффективность бурения. Твердые сплавы следует применять во всех тех случаях, когда они дают максимальный эффект.

Скорости бурения шпуров можно значительно повысить, а расход режущего инструмента сократить при

помощи ряда других мероприятий, одним из которых и является переход на бурение шпуров с промывкой.

За последние годы в Коллоидо-электрохимическом институте (КЭИН) Академии Наук СССР под руководством проф. П. А. Ребиндера был разработан новый метод повышения скоростей бурения при помощи добавок к промывочной воде некоторых химических веществ, названных понизителями твердости. Понизители твердости, растворимые в воде, проникают вместе с ней в поры и трещины породы, уже имеющиеся или образующиеся в ней в процессе бурения. Роль понизителей твердости заключается в том, что они увеличивают смачивающую способность воды, поэтому вода глубже и быстрее проникает в мельчайшие трещинки породы и увеличивает прочность сцепления воды с поверхностью этих трещинок. Такие пленки воды с растворенными в ней понизителями твердости действуют в трещинках наподобие «клиньев», которые препятствуют смыканию трещинок, возникающих в процессе бурения — «самозалечиванию» их под действием молекулярных сил сцепления. Пленки чистой воды без понизителей твердости легко и быстро выжимаются из трещинок при их смыкании после снятия внешних усилий, например, в промежутки между двумя ударами по одному и тому же месту забоя. Понизители твердости, адсорбируясь на поверхностях трещинок, прочно удерживают пленки воды и препятствуют быстрому выдавливанию их.

Таким образом, пленки воды с растворенными в ней понизителями твердости как бы разрыхляют поверхностный слой породы в процессах механического разрушения, увеличивают сеть мельчайших невидимых трещинок, вследствие чего твердость породы понижается, а скорость бурения возрастает.

Так как понизители твердости увеличивают трещиноватость, то средний размер выбуриваемых частиц получается меньшим, чем при бурении с чистой водой, причем измельчение идет за счет частиц средних размеров, а не наименьших, дающих пыль. Более тонкое измельчение породы при бурении и рыхлость (малая прочность образующегося осадка шлама) облегчает очистку шпура при промывке, препятствуя образованию плотного осадка, что также благоприятно сказывается на скоростях бурения, особенно при бурении глубоких шпуров.

Результаты промышленного применения понизителей твердости при перфораторном бурении шпуров

Порода, ее характеристика и месторождение	Понизитель твердости	Характеристика бурения и бурового инструмента	Скорость проходки мм/мин		Повышение скорости бурения, %	Дополнительные данные	Авторы испытаний, источник (литературные указания)
			с подой	с понизителем твердости			
1. Кварцит железистый высшей крепости (ажеспилит) а) Кривой Рог, шахта им. Орджоникидзе Ленинского рудника б) Кривой Рог, шахта им. Коминтерна Октябрьского рудника	Хлористый алюминий 0,1—0,15%	Перфоратор тяжелого типа ПС, коронки углеродистой стали диаметром 63—47 мм	29	44	52	Сокращение расхода коронки на 1 шпурометр на 26% под влиянием понизителей твердости	КЭИАН СССР, К. Ф. Жигач и Л. А. Шрейнер и НИГРИ (Кривой Рог), Горный журнал, № 10 (1938 г.)
	То же		33	44	33		
2. Кварцит, Урал, Кочкарь-золото, шахта им. К. Маркса	Поваренная соль 0,25%	Перфоратор колонковый, буры углеродистой стали	68	102	16—38		КЭИАН СССР, Н. И. Голованов, Горный журнал, № 8—9 (1938 г.) Гиредмет и Донецкий Институт гигиены труда, К. В. Павлов, Золотая промышленность
3. Песчаник кварцевый, Никитовский ртутный рудник	Хлористый алюминий 0,1—0,4%	Перфоратор НР-2, буры, армированные твердым сплавом РЭ-15 диаметром	97	144	17—52	Значительное снижение запяленности под влиянием понизителей твердости	

4. То же	Сода 0,5% Мылонафт 0,04—0,32% + сода 0,5% Хлористый алюминий 0,3%	метром 40—36 мм	104 91	139 118—126	20 28—38	досто- верно с про- мывкой водою Мылонафт пол- ностью устра- няет запылен- ность	ленность, № 8, (1940 г.)
5. „							
7. Песчаник квар- цевый мелкозер- нистый, Урал, Ки- зельшхтстрой, шах- та № 6, забой № 2, горизонт 376 м		Перфоратор НР-2, буры, ар- мированные твердым спла- вом, и буры углеродистой стали	91 34	120 47	30—35		Высокая эффек- тивность самой шахтной воды сра- внительно с сухим бурением, а также малая эффектив- ность хлористого алюминия и др. солей в низких концентрациях объясняется мине- рализацией воды карбонатами и сульфатами (ще- лочная реакция).
8. То же	Сода 0,3—0,5% Мылонафт 0,1% Вода (сравни- тельно с сухим бурением)		97 71 54 30 24—32 (всухую)	110 81 65 40—60 (с про- мывкой шахтной водою)	12—16 15—20 70	Износ твердых сплавов умень- шается в 2,5 раза, а чистая скорость бурения возрастает в 2 раза по сравнению с су- хим бурением.	
9. „							
10. „							

Порода, ее характеристика и месторождение	Понижитель твердости	Характеристика бурения и бурового инструмента	Скорость проходки мм/мин		Повышение скорости бурения, %	Дополнительные данные	Авторы испытаний, источник (литературные указания)
			с водой	с понижа-телем твердости			
11. Роговик-микрокварцит, Риддер, Иннокентьевская линза	Хлористый алюминий 0,1%	Перфоратор колонковый НК-1	45	66,5	48		Отчетные данные Главцинксви-нец, 1940 г., Ф. С. Власов.
12. Гранит плагиоклазовый, Урал, Кочкарь-золото, шахта им. Фрунзе	Хлористый алюминий 0,02—0,1%	Перфоратор НР-2 на авто-подачке Любимова, буры, армированные твердым сплавом РЭ-15	49	68	35—39		ПЭУ Союзвзрывпрома. Отчет В. Г. Павлова, 1939 г.
13. То же	Сода 0,25%	То же	59	71	20		То же.
14. .	Поваренная соль 0,2%	"	59	67	13		"
15. Туфопесчаник мелкозернистый, Казахстан, прииск Степняк,	Хлористый алюминий 0,2—0,48%	Перфоратор СР-5 (Чикаго-пневматик),	105	194	61—85		НИГРИЗОЛОТО, 1937 г., М. В. Ефимов и Р. Я. Копьев,

рудник им. III Интернационала (трест Каззолото)

16. Диорит, месторождение то же, что в 10

17. То же

18. Диабаз плотный, Урал, Миасс-золото, рудник Мелентьевский

19. Нефелино-апатитовая порода, рудник им. Кирова

19. То же

Хлористый алюминий 0,2%

Сода 0,5%

Хлористый алюминий 0,17—0,22%

Хлористый алюминий 0,01%

Сода 0,2%

буры углеродистой стали

То же

"

Перфоратор типа Лайнер, буры углеродистой стали, диаметр 51—41 мм

61

61

150

93,5

—

88

68

192—276

123

—

44

11

40

31

21

Золотая промывленность, № 3, 1939 г.

То же

НИГРИЗОЛОТО, 1938 г. М. В. Ефимов и В. Я. Копьев, Золотая промывленность, № 3, 1939 г.

ПЭУ Союзвзрывпрома. Отчет В. Г. Павлова, 1940 г.

Примечание. При промышленных испытаниях, результаты которых сведены в данной таблице, обшая проходка в шпурометрах, подвергавшаяся обмеру и анализу, составляет около 800 м, из которых около 400 м пройдено с применением пониженной твердости и столько же при контрольном бурении с промывкой водой.

Эффективность действия понизителей твердости в сильной степени зависит от их концентрации в промывочной жидкости, поэтому понизители твердости следует всегда применять в тех оптимальных концентрациях, которые рекомендуются для пород данного петрографического состава. Повышение концентрации сверх рекомендуемых ведет к непроизводительному расходу понизителей твердости и часто уменьшает их эффективность.

Скорости бурения при применении понизителей твердости, как это показали многочисленные промышленные испытания, увеличиваются на 20—60%, а расход режущего инструмента (коронки, буров) соответственно уменьшается на 10—35% по сравнению с промывкой чистой водой. Кроме того, понизители твердости повышают смачивающую способность воды, т. е. способствуют смачиванию каждой частицы породы при ее образовании и этим еще сильнее снижают пылеобразование при бурении, а некоторые из них почти полностью его устраняют.

В табл. 1 приведены результаты применения понизителей твердости при перфораторном бурении.

В качестве примера приведем данные Государственного института редких металлов и Донецкого института гигиены труда о запыленности забоя при бурении шпуров на Никитовском руднике (по статье К. В. Павлова, Золотая промышленность, № 8, 1940 и технико-производственному сборнику Главзолота № 7, 1941). Породы рудника (кварцевые песчаники) содержат в среднем 80% свободного кремнезема. Запыленность атмосферы рудника при сухом бурении доходила до 35 000 пылинок, а при бурении с промывкой водой только до 1300—1700 пылинок в 1 см³. Состав пыли по размерам частиц распределяется следующим образом: до 1 микрона — 80%, от 1 до 3 микронов — 15%, свыше 3 микронов — 5%. Смачиваемость пыли водой составляет около 64%*.

Допустимым пределом концентрации пыли в рудничном воздухе при породах, содержащих более 10% свободного кремнезема, считается наличие 353 частиц в 1 см³,

* Это означает, что при осторожном насыпании пыли на поверхность воды в сосуде 64% пыли по весу „проваливается“ в воду через определенное время (по методу, разработанному М. Е. Липец в КЭИН Академии Наук СССР).

для чисто кварцевых пород — 177 частиц в 1 см³. Таким образом, в условиях Никитовского рудника обычный метод бурения с промывкой чистой водой не удовлетворяет требованиям борьбы с силикозом. При прибавлении же к воде понизителей твердости, рекомендованных КЭИН Академии Наук СССР, — хлористого натрия (NaCl) или соды (Na₂CO₃) — смачиваемость пыли увеличивается до 94%. Еще более активным понизителем твердости и пылеулавливателем является хлористый алюминий AlCl₃ в концентрации 0,1—0,4%, дающий повышение скорости бурения на 50% по сравнению со скоростью при промывке водою. Особенно сильным смачивателем (пылеулавливателем) и понизителем твердости для кварцсодержащих пород является нафтеное мыло (мылонафт) в слабо-щелочном (содовом) растворе. Испытания на Никитовском руднике показали, что добавка к воде нафтового мыла повышает скорость бурения на 28—38% и дает полное улавливание пыли в процессе бурения до пределов, соответствующих обезвреживанию рудничной атмосферы в отношении заболевания силикозом.

Таким образом внедрение понизителей твердости при перфораторном бурении должно в еще большей степени способствовать переходу на бурение шпуров с промывкой, повышая техническую и экономическую эффективность такого перехода; бурение шпуров с промывкой водными растворами понизителей твердости является технически более совершенным и более производительным способом бурения шпуров. Применение понизителей твердости при налаженном процессе бурения шпуров с промывкой никаких затруднений не представляет.

Применение понизителей твердости должно также содействовать и переходу на вращательное бурение (сверление) шпуров с промывкой даже в сравнительно твердых породах, за исключением пород с высоким содержанием кварца, в которых вращательное бурение шпуров нецелесообразно.

II. ОРГАНИЗАЦИЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ С ПРОМЫВКОЙ

1. Основное требование при организации бурения шпуров с промывкой заключается в обеспечении бесперебойной подачи промывочной жидкости к месту ра-

боты перфораторных молотков. Все необходимое оборудование (перфораторные молотки, бачки, вентили и т. д.) должно всегда находиться в полной исправности. Течь и разбрызгивание жидкости являются, так же как и перебои в подаче жидкости, основными причинами, по которым многие бурильщики отрицательно относятся к бурению с промывкой. Эти недостатки вполне устранимы при внимательном и бережном отношении к оборудованию, особенно со стороны самих бурильщиков, и при своевременном его ремонте.

2. Подачу жидкости (воды или растворов-понижителей твердости) к перфораторным молоткам можно производить или в централизованном порядке, для чего по всем выработкам прокладываются водопроводные трубы, или в индивидуальном порядке из бачков, расположенных в забоях недалеко от перфораторных молотков. В случае недостатка водопроводных труб можно также применять полуцентрализованную систему подачи промывочной жидкости, для чего водопроводная сеть прокладывается только по основным горным выработкам, например по квершлагам.

3. При централизованной системе перерывы в подаче жидкости сводятся к минимуму, а при использовании понижителей твердости, кроме того, упрощается и приготовление растворов заданной концентрации и контроль за концентрацией раствора.

Емкость напорных резервуаров для централизованного снабжения должна быть возможно большей, чтобы обеспечить промывочной жидкостью бурение хотя бы в продолжение одной смены. Резервуары следует устанавливать на вышележащих горизонтах, но при этом надо учитывать, что гидравлический напор должен быть не меньше 30—40 м (3—4 атм) и не больше 60 м (6 атм). Установка напорных резервуаров на поверхности допускается лишь для неглубокозалегающих горизонтов. Напоры свыше 60 м требуют прокладки труб более высокого давления, что нужно считать нерациональным. Число напорных резервуаров зависит от числа разрабатываемых горизонтов.

4. Напорные резервуары можно делать деревянными или металлическими, круглой, квадратной или прямоугольной формы, в зависимости от емкости и имеющихся материалов, или для этой цели можно забетонировать часть выработки.

К каждому напорному резервуару должна быть подведена специальная водопроводная линия с поверхности, или, если для промывки может быть применена шахтная вода, то от нагнетательной линии водоотливной установки.

Для того чтобы в нагнетательную линию не попали посторонние предметы, могущие закупорить трубы или уменьшить площадь их поперечного сечения, на нагне-

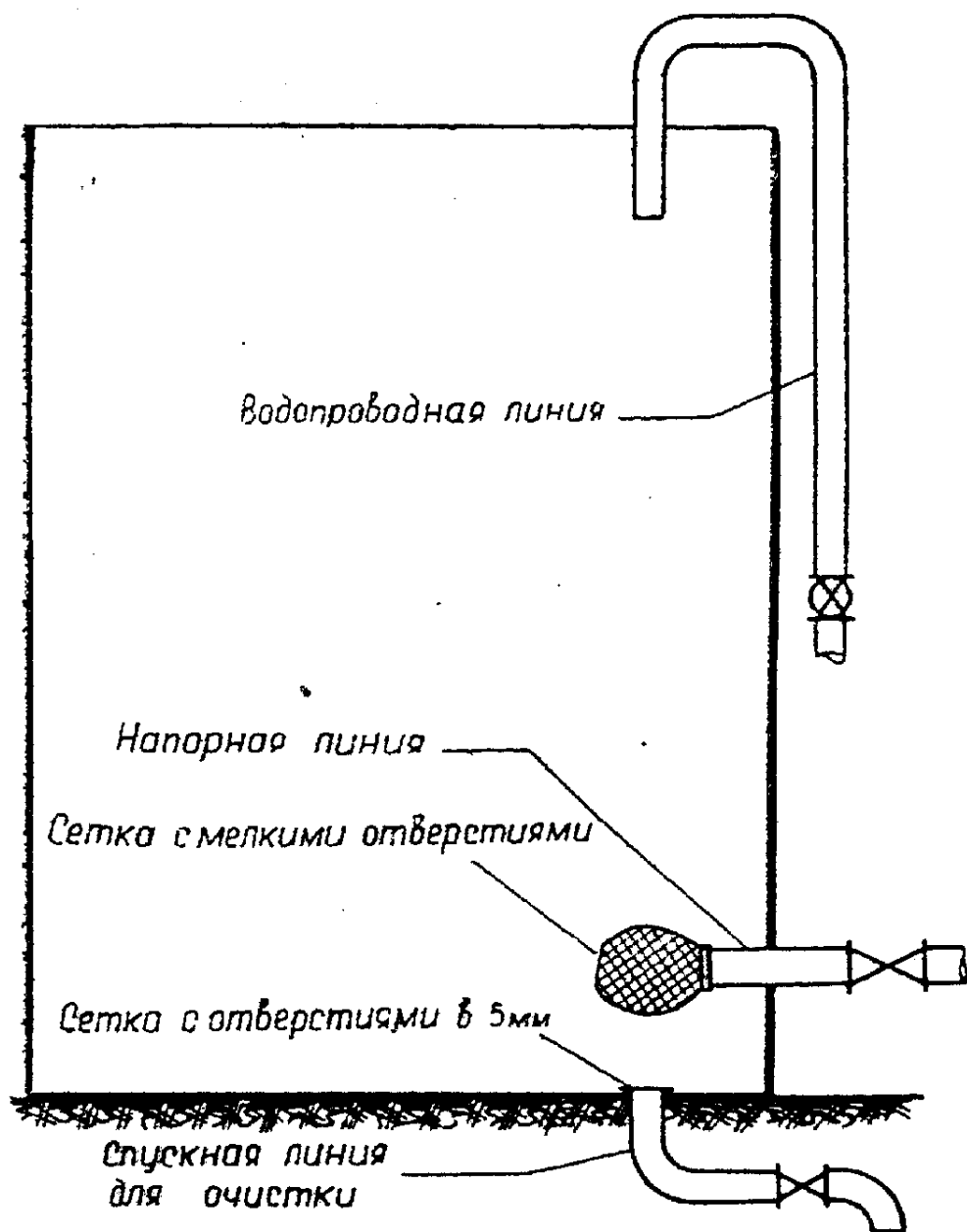


Рис. 1. Схема оборудования напорного резервуара.

тательную линию, входящую внутрь резервуара, на специальном каркасе устанавливается сетка с мелкими отверстиями. Для очистки резервуаров большой емкости следует делать люк, а для резервуаров малой емкости до 10 м³ можно ограничиться только спускной линией с задвижкой.

Схема оборудования напорного резервуара указана

на рис. 1, а схема подачи промывочной жидкости в забое при централизованном снабжении — на рис. 2.

5. При расчете диаметра труб нагнетательной линии нужно исходить из расхода жидкости при одновременной работе всех молотков, работающих на данном горизонте, с некоторым запасом. При этом следует также принимать, что давление жидкости у мест потребления при бурении должно быть не менее 2 атм.

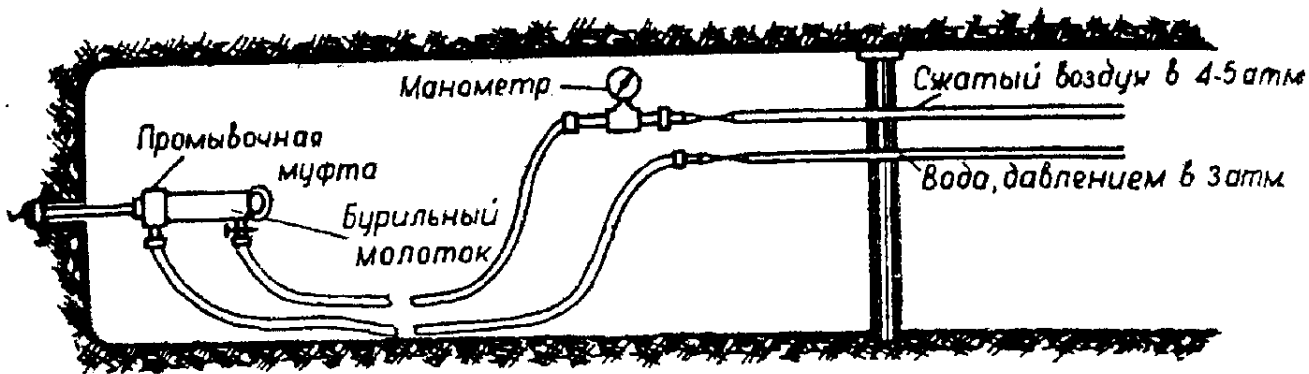


Рис. 2. Подвод промывочной жидкости к перфораторам при централизованном снабжении.

6. При бурении с понизителями твердости приготовление растворов следует производить в одном месте, предпочтительно на поверхности, если имеется возможность отопить резервуары для растворов или если этому благоприятствуют климатические условия. В крайнем случае резервуары следует установить на верхнем горизонте.

7. Установка для приготовления растворов состоит из 2 питательных резервуаров с раствором и одной мешалки (см. рис. 3). Емкость каждого из резервуаров должна обеспечить шахту промывочной жидкостью, хотя бы в продолжение работы одной смены. В то время, когда жидкость из одного резервуара поступает в шахту, другой резервуар очищается от осадка, промывается и в нем готовится раствор понизителя твердости заданной концентрации (см. далее раздел о приготовлении растворов). Система из 2 резервуаров дает возможность избежать перерывов в подаче промывочной жидкости к забоям. На уровне верхней части резервуаров устанавливается мешалка, в которой производится перемешивание понизителей твердости с водой при их растворении. Водопроводные трубы подводятся к каждому резервуару и мешалке. При использовании шахтной воды, чего следует избегать, вода, поступающая в ре-

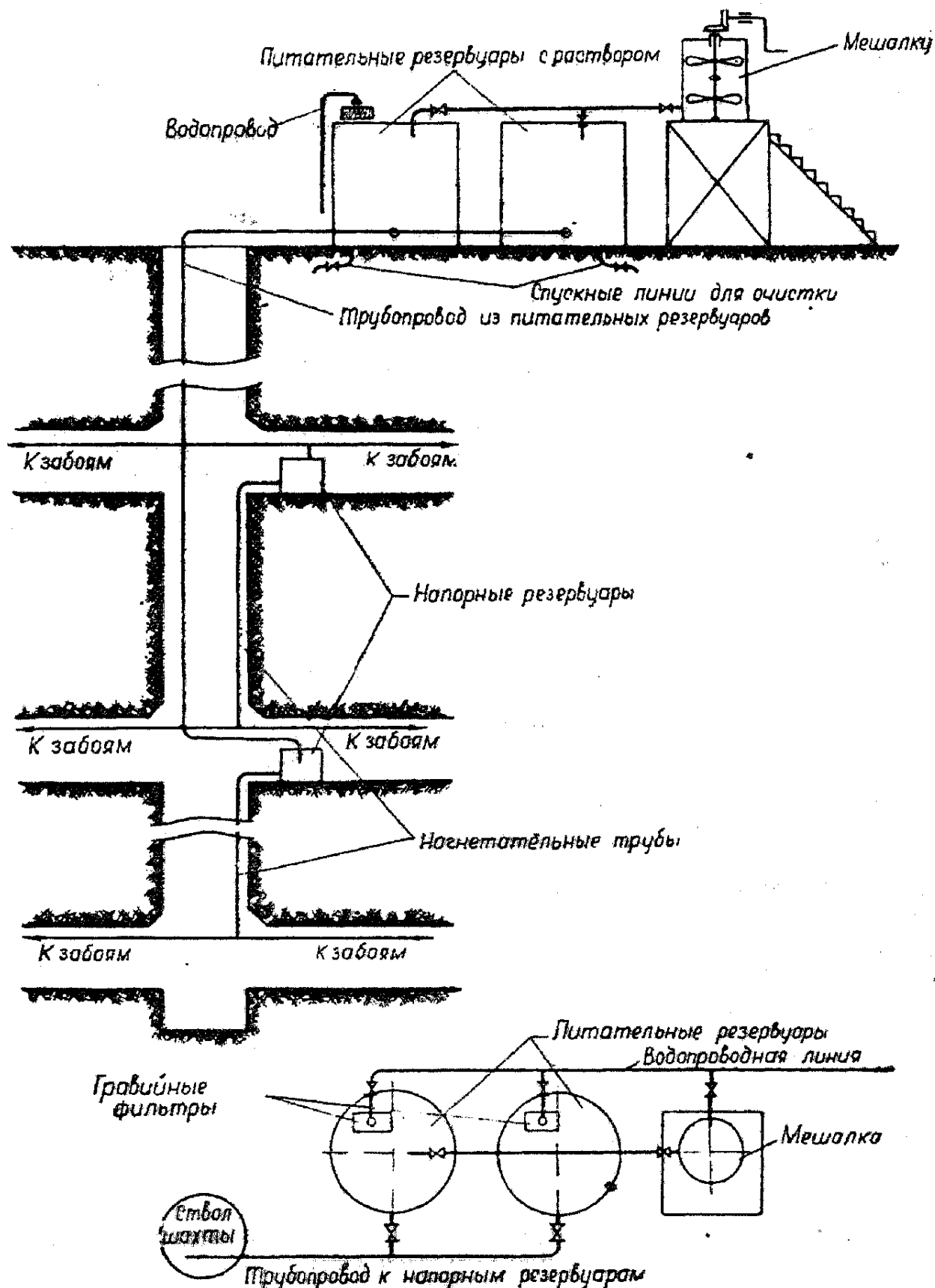


Рис. 3. Схема централизованного снабжения забоев промывочной жидкостью с напорными резервуарами.

резервуары и мешалку, должна очищаться от имеющегося в ней шлама при помощи гравийно-песчаных фильтров.

Приготовленный раствор поступает по трубопроводу из питательных резервуаров в напорные резервуары,

установленные на промежуточных горизонтах. Из каждого напорного резервуара промывочная жидкость поступает к забоям соответствующего горизонта. Промывочный раствор для забоев, расположенных в первом горизонте, может поступать непосредственно из трубопровода от питательных резервуаров.

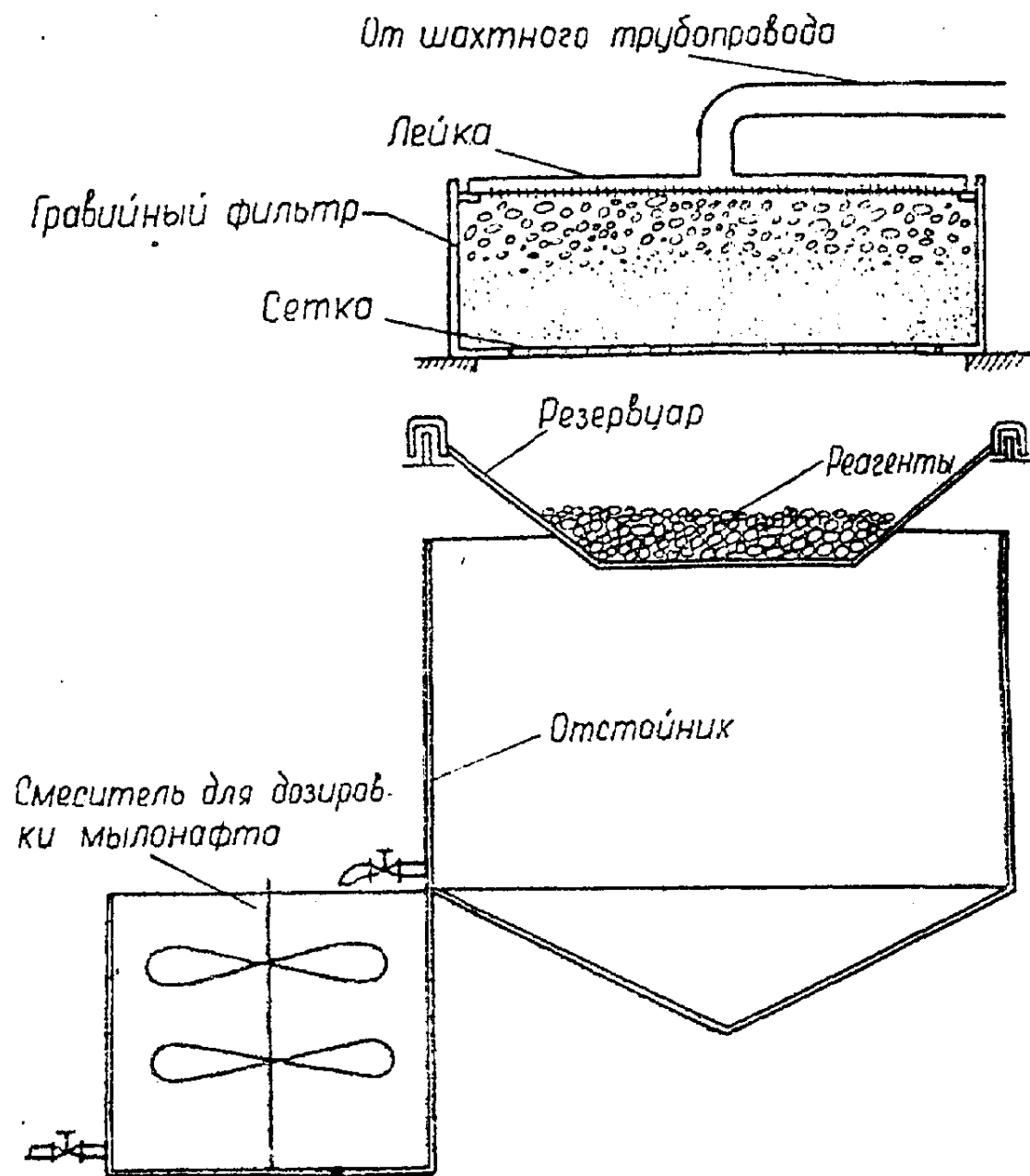


Рис. 4. Установка для приготовления растворов мылонафта по схеме Криворожского НИГРИ.

8. Криворожским НИГРИ предложена специальная установка для приготовления растворов мылонафта (см. рис. 4) с системой напорных резервуаров. Недостатком этой схемы являются, при значительных расходах промывочного раствора, большие размеры смесительной установки. Кроме того, осадок, образующийся вследствие жесткости воды, будет частично поступать вместе с раствором (см. приготовление растворов).

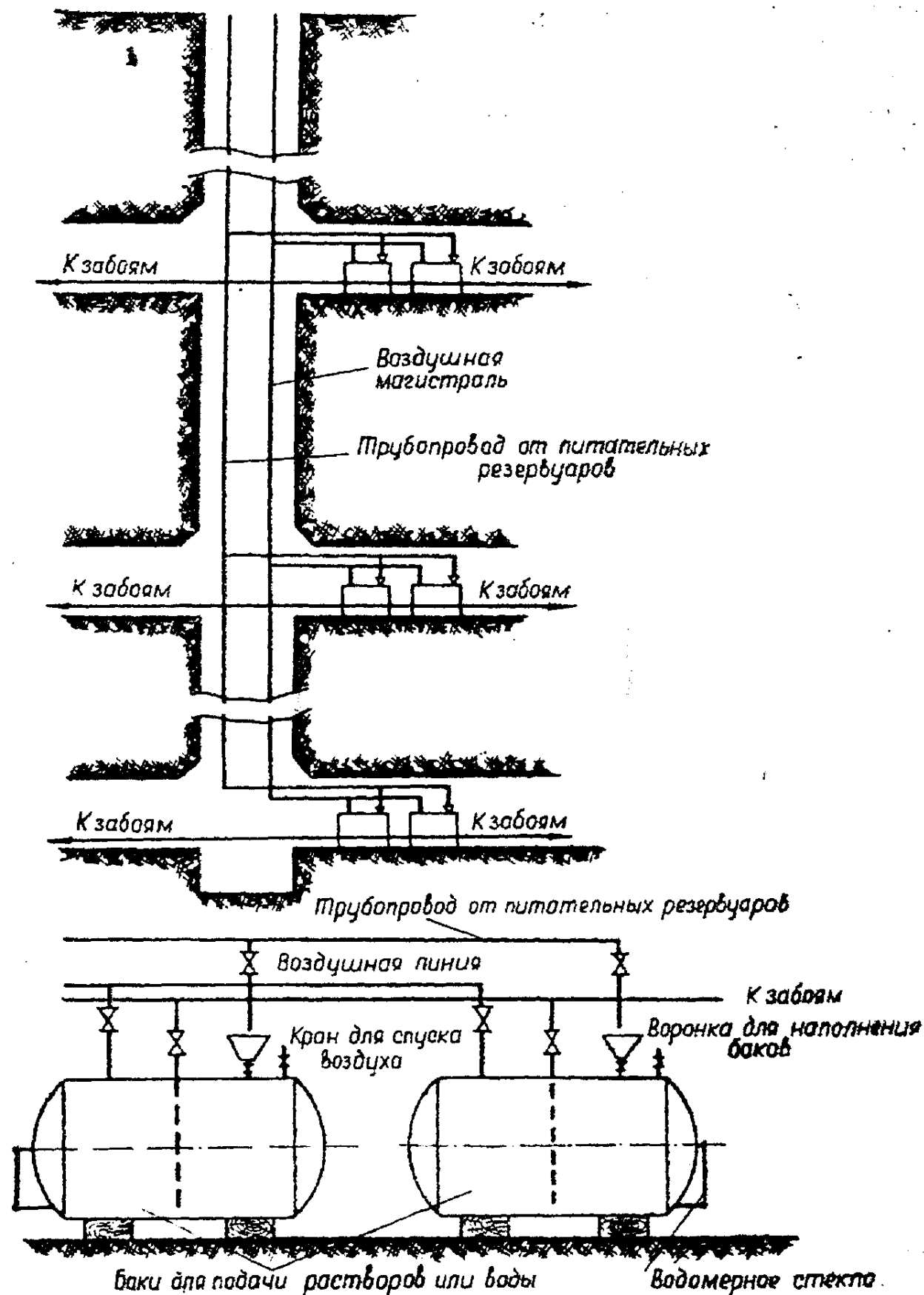


Рис. 5. Схема централизованного снабжения забоев промывочной жидкостью с помощью сжатого воздуха.

9. Если по каким-либо причинам напорные резервуары ставить неудобно, то можно применить другую систему для централизованного снабжения забоев промывочной жидкостью с помощью сжатого воздуха.

вочным раствором при помощи сжатого воздуха, как и при индивидуальном снабжении. По предлагаемой системе на каждом горизонте устанавливается 2 бака—емкость каждого не меньше 1 м³ (см. рис. 5). В баки жидкость поступает через воронку или из трубопровода

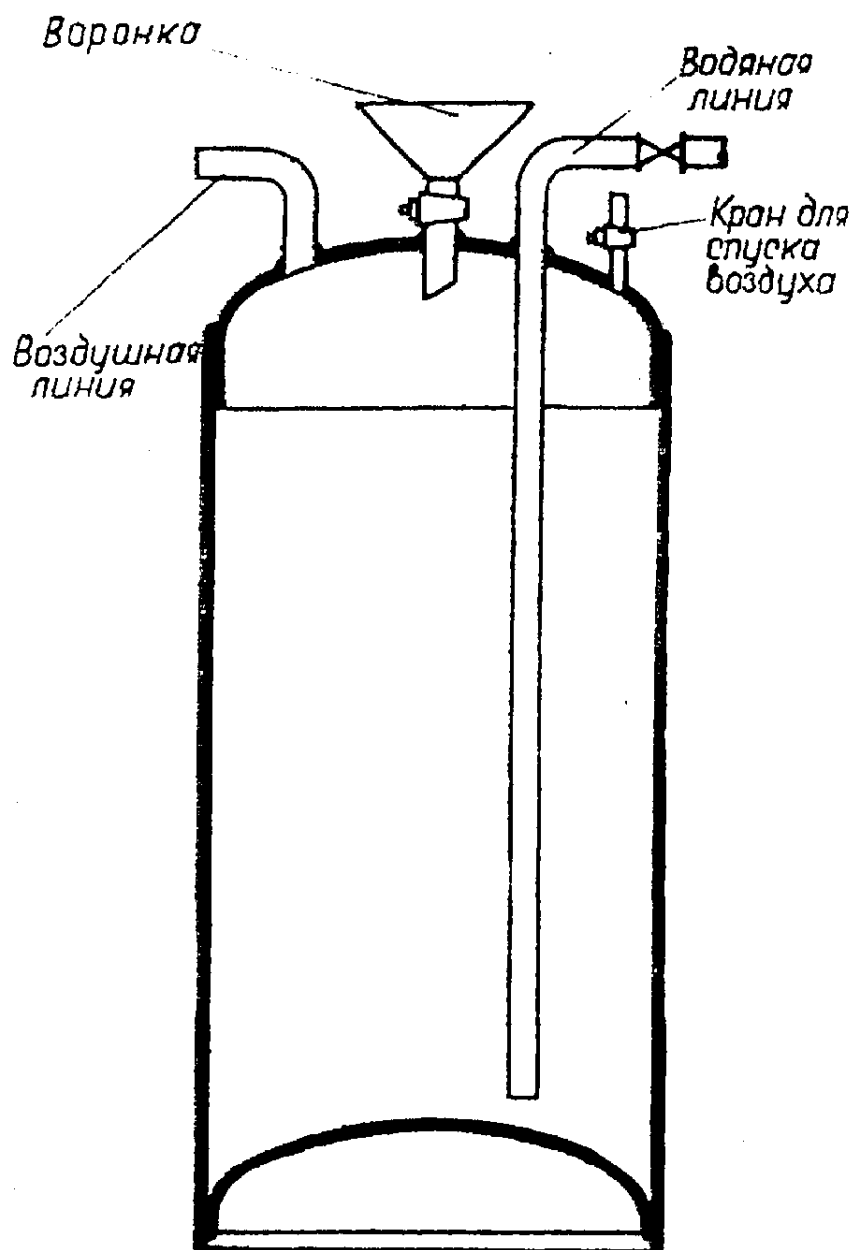


Рис. 6. Оборудование бачка емкостью в 100—120 литров.

от питательных резервуаров (при бурении с понизителями твердости) или из водопровода (при бурении с водой). Присоединять баки непосредственно к водопроводу или трубопроводу от питательных резервуаров нельзя, так как баки рассчитываются на максимальное давление в 6 атм, а давление в водопровode может достигать десятков атмосфер. К бакам подводится сжатый воздух от магистрали. Промывочный раствор из баков посту-

нает к забоям того же горизонта, на котором они установлены, под давлением сжатого воздуха. Жидкость в забой из баков поступает попеременно, чтобы избежать перебоев в подаче жидкости. В нижней половине баков устанавливаются водомерные стекла такого же типа, какие употребляются на паровых котлах.

10. При полуцентрализованной системе водопроводная сеть проходит только по основным выработкам, и

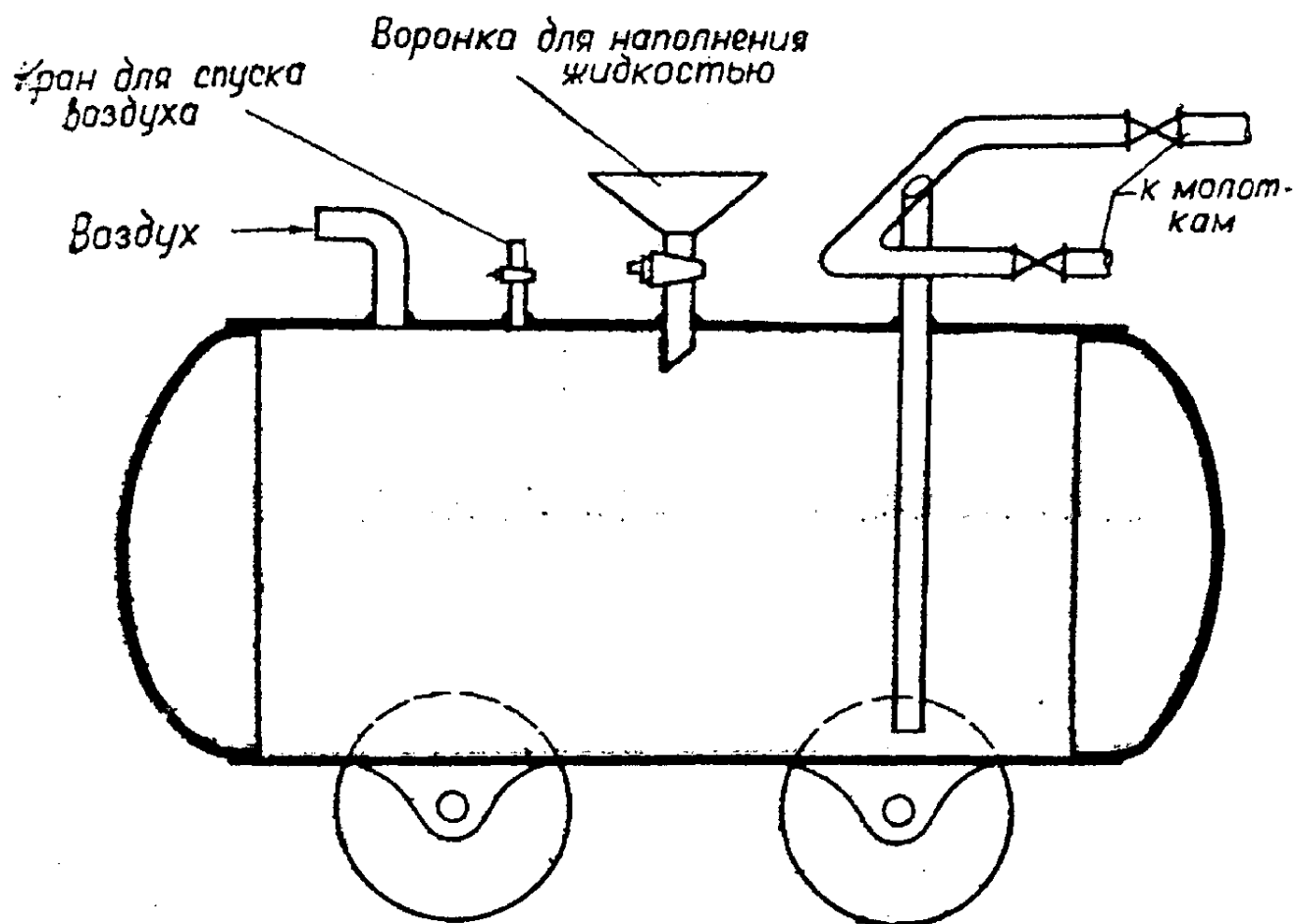


Рис. 7. Сбродование бачка емкостью в 0,5 м³.

на ней устанавливаются стояки с вентилями в тех местах, где предполагается производить отбор жидкости. Жидкость от стояков набирается в бачки, установленные на вагонных скатах, и отвозится к месту работы.

11. При индивидуальной и полуцентрализованной системах в забоях устанавливаются бачки. Бачки должны иметь емкость, обеспечивающую промывочной жидкостью обуривание всего забоя или хотя бы работу одной смены. Применение бачков небольшой емкости в 70—100 литров не рекомендуется, потому что остановки, связанные с их наполнением, снижают производительность труда бурильщика. Емкость бачков должна быть 0,20—0,50 м³ и выше, в зависимости от числа од-

новременно работающих молотков и скорости бурения. Бачки подобного типа должны быть съемными и устанавливаться на вагонных скатах.

Схема оборудования бачка небольшой емкости до 100—120 литров изображена на рис. 6, а большой емкости на скатах — на рис. 7.

Бачки делаются цилиндрическими из котельного железа, днища выпуклые или вогнутые, в зависимости от рабочего положения бачка. Бачки после изготовления должны испытываться гидравлическим давлением примерно при 10 атм (при максимальном рабочем давлении воздуха в забое в 6 атм.).

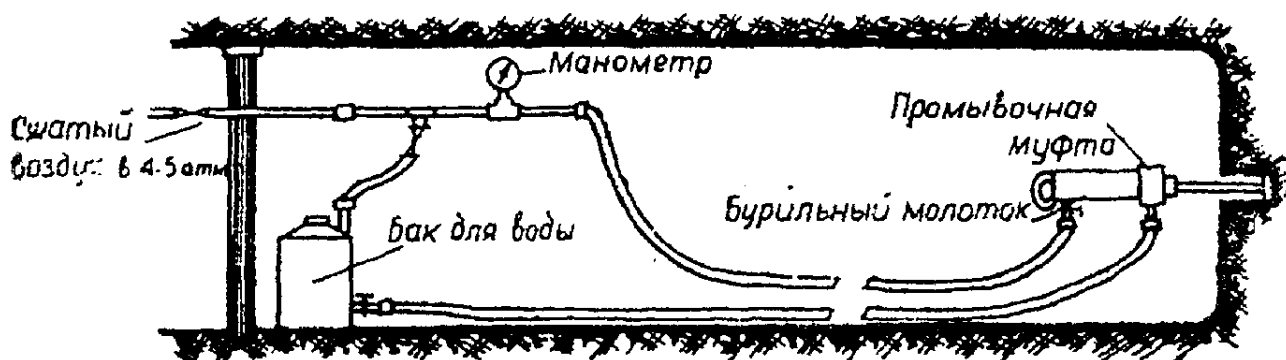


Рис. 8. Подвод промывочной жидкости к перфораторам при индивидуальном снабжении.

К каждому бачку подводится сжатый воздух при помощи резинового шланга небольшого диаметра. Для присоединения шланга к верхней части бачка приваривается патрубок в виде колена. Труба, служащая для подачи жидкости, проходит через крышку бачка и доходит почти до дна или приваривается в нижней части бачка сбоку. Число водяных линий зависит от числа молотков, обслуживаемых бачком. Вентиль на воздушной линии к бачку устанавливается вблизи воздушной магистрали. На водяной линии вентиль устанавливается у бачка и кран у молотка.

Кроме того, в верхней части бачка приваривают патрубок с вентилем и воронкой для наполнения бачка водой и продувной кран для спуска воздуха.

Воздух, поступающий в бачок, давит на жидкость и вытесняет ее по трубе и шлангу к молотку.

Схема подачи жидкости из бачка к молотку указана на рис. 8.

12. Промывочная жидкость подается в шпур или непосредственно через молоток (перфораторные молотки с промывкой) или через специальные промывочные

муфты, применение которых дает возможность бурить шуры с промывкой молотками любого типа.

При бурении с промывочными муфтами возникают дополнительные затраты энергии на вращение бура из-за потерь на трение в сальнике промывочной муфты; поэтому при выборе тех или иных конструкций муфт следует учитывать, что сопротивления, возникающие при вращении бура в сальнике муфты, должны быть небольшими. Это требование имеет особенно большое значение при бурении молотками легкого типа, у которых

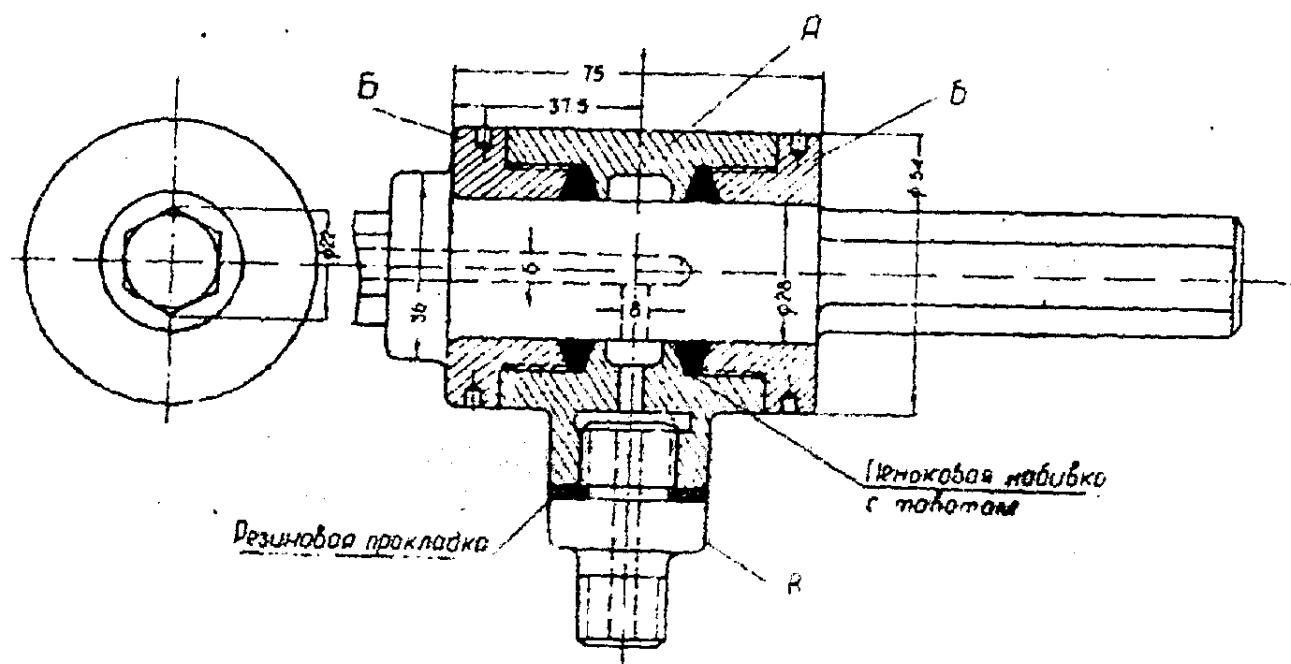


Рис. 9. Конструкция промывочной муфты.

крутящий момент мал, например, молотки типа БМ-17.

В качестве примеров приведены конструкции двух промывочных муфт.

На рис. 9 изображена конструкция муфты с пеньковой набивкой сальника. Часть хвостовика бура под муфту увеличивают в диаметре электронаваркой и затем обтачивают на токарном станке до внутреннего диаметра муфты. Отверстие в хвостовике бура заваривают или плотно забивают деревянной пробкой, а сбоку, по центру муфты, просверливают отверстие до внутреннего отверстия в буре.

Муфта состоит из корпуса А, двух прижимных гаек Б, имеющих различную нарезку (правую и левую), и штуцера для подвода жидкости В. Для уменьшения потерь на трение при вращении бура в сальнике пеньковая набивка смазывается тавотом.

Одним из недостатков этой муфты является ее громоздкость.

Более совершенной является шарнирная гидромуфта Супруна, схема которой представлена на рис. 10. Ниже хвостовика бур утолщается электронаваркой и затем обтачивается на токарном станке. В выточенный паз укладывается резиновая прокладка, которая имеет внутреннюю выточку. Углубление в полосе резины делается при обточке по углу точильного камня. Резиновая прокладка удерживается в пазе при помощи шарнирного корпуса муфты, который скользит по бортам выточки на буре. На одном конце корпуса имеется шарнир, а на другом — откидная гайка. Штуцер для подачи жидкости проходит сквозь муфту и резиновую прокладку, вследствие чего прокладка не может скользить в пазе бура во время работы, а при снятии муфты она не вываливается и может быть быстро надета на другой бур вместе с муфтой. Резиновая прокладка при поступлении воды раздается во все стороны и закрывает все неплотности и тем предупреждает протекание жидкости.

13. Количество промывочной жидкости (подаваемой за 1 минуту чистого времени бурения), необходимое для очистки шпура, зависит от многих факторов: диаметра и глубины шпура, скорости бурения, наклона шпуров и т. д. Обычно расход жидкости составляет от 1 до 3 л и выше в 1 минуту чистого бурения. Если исходить из скоростей бурения, то при скоростях до 50 мм/мин расход жидкости должен составлять 1 л/мин, от 50—100 мм/мин — 2 л/мин и свыше 100 мм/мин около 3 л/мин. При бурении восстающих шпуров расход жидкости может быть снижен, а при бурении шпуров, направленных вниз, должен быть увеличен.

При бурении нельзя допускать, чтобы шлам, выходящий из шпура, имел консистенцию очень густой массы; он должен выходить в виде жидкой кашицы. Количество подаваемой жидкости в 1 минуту должно быть таким, чтобы в выходящем из шпура растворе содержалось не больше 5—10% по объему твердой фазы, т. е. шлама. Средний расход подаваемой жидкости q — в л/мин можно вычислить по следующей формуле:

$$q = 20 \frac{\pi d^2 v}{4 \cdot 1000} \text{ л/мин} = \frac{\pi d^2 v}{200} \text{ л/мин},$$

где: d — диаметр шпура в см, v — скорость бурения в см/мин.

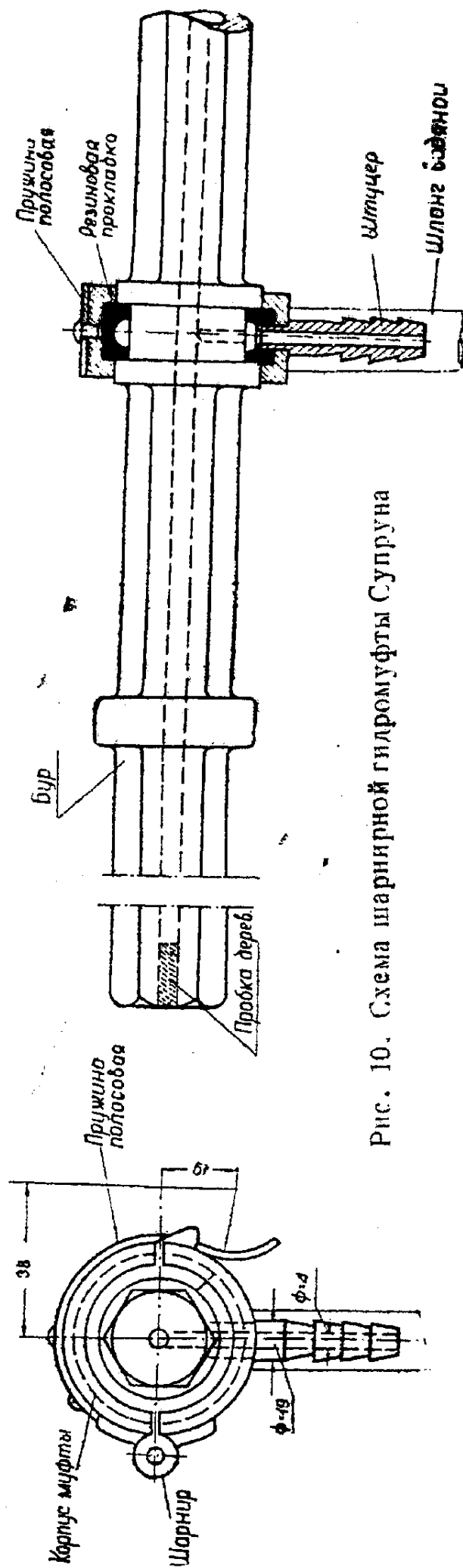


Рис. 10. Схема шарнирной гидромуфты Супруна

Для регулирования расхода подаваемой жидкости и напора ее у молотка, вблизи муфты, устанавливается кран.

III. ПОДБОР ПОНИЗИТЕЛЕЙ ТВЕРДОСТИ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

1. Промывка при перфораторном бурении отличается от промывки при других видах бурения тем, что промывочная жидкость, один раз пройдя через скважину, вновь в нее не попадает, т. е. забой шпура всегда омывается свежим раствором. Такой вид промывки значительно облегчает применение понизителей твердости при перфораторном бурении, так как отпадает контроль за концентрацией в процессе бурения, который необходим при промывке с замкнутой циркуляцией при других видах бурения. При перфораторном бурении необходимо стремиться к тому, чтобы расход жидкости не был излишне большим, и применять понизители твердости в более низких концентрациях.

2. При бурении в породах малой твердости понизители твердости следует применять не во всех случаях, потому что общий эффект будет незначительным. В породах малой твердости применение понизителей твердости рационально только при бурении глубоких шпуров, если при этом наблюдается прихват буров. При бурении с понизителями твердости шлам получается рыхлым, не дающим прочных осадков, вследствие чего возможность застревания буров значительно уменьшается.

3. При подборе понизителей твердости необходимо исходить из минералогического состава пород.

В настоящее время для перфораторного бурения для различных горных пород могут быть рекомендованы в основном следующие понизители твердости (см. табл. 2): 1) хлористый натрий — поваренная соль (NaCl), 2) хлористый алюминий (AlCl_3), 3) углекислый натрий — кальцинированная сода (Na_2CO_3) и 4) мылонафт (нафтеносодержащие мыла).

Породы с высоким содержанием кварца

При бурении в кварцитах, гранитах и подобных им породах следует в основном применять хлориды и нафтеносодержащие мыла. Так как при бурении в этих породах борьба с запыленностью воздуха особенно необходима,

то в качестве понизителей твердости лучше применять нафтеновые мыла (мылонафт) или хлористый алюминий, а при отсутствии их, в крайнем случае, можно пользоваться хлористым натрием (поваренная соль).

Песчаники обладают наиболее благоприятной структурой для действия понизителей твердости, а именно значительной пористостью, поэтому промывочная жидкость даже при очень больших скоростях бурения успевает проникать в глубь породы до момента ее разрушения.

Для подбора понизителей твердости при бурении в песчаниках нужно исходить не столько из минералогического состава зерен песка, которые по преимуществу являются зернами кварца, сколько из состава цементирующего вещества, так как цементы являются переменной составной частью песчаников.

Цементы бывают глинистые (наиболее слабые виды песчаников), известковистые и кремнеземистые.

При бурении в песчаниках с глинистым цементом следует применять хлористый натрий в концентрации 0,25%. Если глинистый цемент в значительной степени известковистый (известковистые глины), то следует применять смесь, состоящую из хлористого натрия в концентрации 0,25% и кальцинированной соды 0,1—0,25%.

Для песчаников с известковистым цементом можно применять или кальцинированную соду в концентрации 0,25%, или смесь из кальцинированной соды — 0,25% и хлористого натрия — 0,25%. В этом случае можно применять также и подщелоченный мылонафт.

Для песчаников с кремнеземистым цементом следует применять или хлористый алюминий в концентрации 0,05 до 0,15%, или мылонафт с кальцинированной содой. Так как мылонафт является лучшим смачивателем для кварца, то для наиболее эффективной борьбы с пыленностью его следует применять в первую очередь. При отсутствии хлористого алюминия и мылонафта можно применять хлористый натрий в концентрации от 0,1 до 0,25%.

Силикатные породы

Эта группа пород наиболее многочисленна и мало детализирована, так как является наименее исследованной, поэтому приводимые виды понизителей твердости для этих пород в значительной степени условны. Для

пород с большим содержанием железисто-магнезиальных силикатов хлориды, хлористый алюминий и хлористый натрий, а также кальцинированная сода являются достаточно активными понизителями твердости. К этой же группе относятся полевошпатовые песчаники, так называемые аркозы.

Карбонатные породы

Известняки, доломитизированные известняки и доломиты — наиболее распространенные виды пород среди осадочных образований. Прочность (крепость) известняков достигает больших значений и, как у песчаников, она колеблется в широких пределах. Большая часть известняков обладает достаточно большой пористостью, хотя и более тонкой, чем у песчаников; поэтому применение понизителей твердости при бурении в известняках также эффективно и при больших скоростях бурения. Прочность известняков после их пропитки водой, а особенно с добавками понизителей твердости — значительно понижается.

Для всех карбонатных пород лучшими понизителями твердости являются щелочные электролиты, из которых для перфораторного бурения может быть рекомендована кальцинированная сода в концентрации 0,25%.
Если известняки или доломиты в сильной степени скремнены, то следует применять совместно с кальцинированной содой и хлористый натрий в концентрации 0,1—0,25%.

Применение хлористого алюминия совместно с щелочами невозможно.

При бурении в известняках возможно также и применение мылонафта.

Для карбонатных пород можно также применять гидроокись кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) — известь в концентрации 0,05—0,07%.

При бурении в битуминозных известняках применение каких-либо понизителей твердости в водных растворах бесполезно, потому что эти породы водными растворами вообще не смачиваются.

Рудные породы

Из рудных пород подробно исследованы только породы с большим содержанием железа — мартиты, гематиты, магнетиты, пириты и др. Для всех указанных

пород наиболее эффективными понизителями твердости являются — хлористый алюминий, хлорное железо (FeCl_3) и хлористый натрий. Для сидеритов можно применять щелочные понизители твердости в смеси с NaCl .

Глинистые породы

При бурении в твердых глинистых породах, в том числе и окремненных, можно применять хлористый натрий в концентрации 0,25%. Если в глинистых породах содержится значительное количество карбонатов, то следует применять хлористый натрий в смеси с кальцинированной содой в концентрации по 0,25%.

4. Для подбора понизителей твердости дается сводная таблица рекомендуемых понизителей твердости и их концентраций для различных горных пород (см. табл. 2). Применять понизители твердости рекомендуется только в пределах указанных концентраций.

5. При применении понизителей твердости необходимо всегда учитывать концентрацию и химический состав солей, содержащихся в воде, используемой для приготовления промывочного раствора, т. е. солей, образующих естественную минерализацию местной воды.

Характер минерализации воды может влиять на эффективность понизителей твердости по двум направлениям.

а) Присутствующие в воде соли являются сами понизителями твердости.

Для кварцсодержащих пород (кварцитов, кварцевых песчаников и др.) довольно активными понизителями твердости являются хлористые соли натрия и магния.

Однако соли этих металлов и определяют в значительной степени минерализацию шахтной, речной и др. местных вод. Таким образом, при применении для указанных пород в качестве понизителей твердости хлоридов натрия или магния необходимо прежде всего учесть естественную минерализацию воды, применяемой для промывки шпуров.

Применение этих понизителей твердости будет эффективным лишь в том случае, если их природное содержание в воде мало, т. е. когда вода мало минерализована. В этих условиях дополнительное растворение в воде хлористой соли одного из металлов до опти-

Таблица 2

Сводная таблица рекомендуемых понизителей твердости с их оптимальными концентрациями в водном растворе

Порода	Понизитель твердости ¹	Оптим- альная концен- трация, ‰
1. Кварциты и породы с высоким содержанием кварца		
а) Кварциты, кварцевые песчаники с кремнеземистым цементом и изверженные породы с высоким содержанием кварца	1. Хлористый алюминий (AlCl_3) 2. Хлористый натрий ² (поваренная соль) (NaCl) 3. Нафтенное мыло ³ (мылонафт) + сода (Na_2CO_3)	0,02—0,1 0,1—0,5 0,25—0,5 —
б) Песчаники кварцевые с глинистым цементом	1. Хлористый натрий . . .	0,25
в) Песчаники кварцевые с глинисто-известковистым цементом	1. Хлористый натрий . . . + сода	0,25 0,25
г) Песчаники кварцевые с известковистым цементом	1. Сода 2. Известь (CaO)	0,25 0,05—0,07
2. Силикатные породы (граниты, гранодиориты и др. породы с высоким содержанием силикатных минералов и низким содержанием кварца)		
	1. Нафтенное мыло (мылонафт) + сода	0,25—0,5 0,25
3. Карбонатные породы		
а) Известняки, доломиты	1. Сода ⁴ 2. Известь	0,25 0,05—0,07
б) Окремненные карбонатные породы	Те же рецепты, что в „а“, но с добавкой хлористого натрия	0,25

Порода	Понизитель твердости ¹	Оптимальная концентрация %
4. Рудные породы		
а) Мартит, гематит, магнетит, пирит	1. Хлористый алюминий . . . 2. Хлорное железо (FeCl_3) 3. Хлористый натрий . . .	0,1 0,1 0,1—0,25
б) Сидерит	1. Сода 2. Известь	0,25 0,05—0,07
5. Глинистые породы		
а) Глинистые сланцы и аргиллиты	1. Хлористый натрий . . .	0,25—0,5
б) Окремененные глинистые породы	1. Хлористый натрий . . .	0,25
в) Глинистые породы с карбонатами	1. Хлористый натрий . . . + сода	0,25 0,1—0,25

Примечания: 1. Указание нескольких рецептов понизителей твердости для одного и того же вида породы под разными номерами означает, что возможно применять ту или другую рецептуру в зависимости от наличия реагентов.

2. Вместо хлористого натрия (поваренной соли) можно применять хлористый магний (MgCl_2) или хлористый кальций (CaCl_2) в концентрациях 0,1—0,25% в расчете на сухую соль.

3. Вместо нафтового мыла из асидола или мылонафта можно применять и другие мыла и мылообразные реагенты. Таковы, например, нейтрализованный щелочью нефтяной контакт Петрова — мыло сульфонафтовых кислот, обычное хозяйственное мыло или зеленое (жидкое) мыло — олеат калия. Мыла следует применять в концентрациях 0,2—1%, причем вода, на которой приготавливаются растворы мыл, должна быть предварительно умягчена, т. е. жесткость ее устранена добавкой тринатрийфосфата или соды и подщелочена до содержания соды (Na_2CO_3) в свободной концентрации около 0,25%. Применение мыл и других мылообразных реагентов в щелочном растворе в качестве понизителей твердости следует предпочесть всем другим понизителям твердости при работе в подземных условиях вследствие их высокой смачивающей способности, ведущей к полному устранению запыленности забоя.

4. Для карбонатных пород можно применять и другие щелочные реагенты, например тринатрийфосфат (Na_3PO_4) в концентрации около 0,1% или жидкое стекло — технический силикат натрия (Na_2SiO_3) в концентрации около 0,025%.

мальной концентрации (см. табл. 2) может обусловить еще довольно значительное повышение скорости бурения.

Однако, если концентрация указанных природных понизителей твердости в воде велика и уже близка к оптимальной, то очевидно, что добавлять к такой воде в качестве понизителей твердости хлористые соли натрия или магния не имеет смысла.

В этом случае необходимо при бурении в кварцсодержащих породах применять более активные понизители твердости — хлористый алюминий или мылонафт.

Впрочем, и эти понизители твердости в сильно минерализованной воде могут дать меньший эффект, чем в слабо минерализованной, так как такая вода является уже довольно сильно активированной растворенными в ней природными солями.

Для карбонатных пород (известняков, доломитов, магнезитов и др.) хлориды натрия и магния являются малоактивными понизителями твердости; поэтому их присутствие в воде не будет влиять на эффективность действия активных понизителей твердости для этих пород — кальцинированной соды и мылонафта.

При бурении с понизителями твердости в этих породах необходимо обращать внимание на природную щелочность воды, так как активность щелочных понизителей твердости связана с присутствием в растворах этих реагентов гидроксил-иона (OH^-).

При слабой щелочности воды дополнительное подщелачивание ее до оптимальной концентрации растворением в ней соды вызовет значительное повышение скорости бурения. При природной же щелочности воды свыше 0,1%, считая на Na_2CO_3 , дополнительное растворение в воде одной соды даст небольшой эффект; в этом случае рекомендуется применять мылонафт.

Из всего изложенного следует, что в некоторых случаях вода, применяемая для промывки при бурении, может уже содержать природные примеси электролитов, которые являются понизителями твердости для некоторых пород.

Поэтому в каждом случае, учитывая состав пород и характер минерализации воды, необходимо выяснить, играют ли природные примеси какую-либо роль и возможна ли дальнейшая активизация промывочной жидкости добавками других понизителей твердости.

б) Содержащиеся в воде электролиты могут давать нерастворимые соединения с добавляемыми понизителями твердости.

При добавлении хлористого алюминия к воде, имеющей щелочную реакцию, первые порции $AlCl_3$ дадут хлопья нерастворимого осадка гидроокиси $Al(OH)_3$. То же самое имеет место при применении соды (Na_2CO_3), мылонафта и фосфатов в качестве понизителей твердости с жесткими водами: некоторое количество этих реагентов выпадает также в осадок в виде нерастворимых Са- и Mg-соединений. Это изменение фактической концентрации понизителя твердости, по сравнению с вычисленной, необходимо учитывать, особенно в случаях применения малых концентраций понизителей твердости. Подробнее этот вопрос разбирается в разделе «Приготовление растворов понизителей твердости».

IV. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРОМЫВОЧНЫХ РАСТВОРОВ С ПОНИЗИТЕЛЯМИ ТВЕРДОСТИ

1. Общие сведения

В промывочной жидкости необходимо поддерживать ту концентрацию понизителя твердости, при которой он дает наибольший эффект (см. табл. 2).

При приготовлении раствора с этой оптимальной концентрацией необходимо учитывать, что реагенты могут вступать в химическую реакцию с природными солями, растворенными в воде, и образовывать нерастворимые в воде соединения (например, хлористый алюминий в щелочной воде, сода и мылонафт в жесткой воде).

Это может, в особенности если применяются небольшие концентрации понизителя твердости, резким образом изменить фактическую концентрацию реагента в растворе по сравнению с теоретически вычисленной.

Поэтому, прежде чем применять данный понизитель твердости, необходимо получить от химической лаборатории указания о том, какое количество этого понизителя твердости, рассчитанного на единицу объема воды (например на 1 м³), будет связываться находящимися в воде природными солями.

Далее, исходя из объема применяемых для промывочного раствора резервуаров, вычисляют количество

понижителя твердости, которое необходимо добавлять в эти резервуары для получения требуемой оптимальной концентрации реагента.

Необходимое для этого количество реагента будет складываться: из количества реагента, идущего на взаимодействие с электролитами воды, и из количества реагента, необходимо для получения требуемой концентрации раствора.

Пример. Требуется приготовить 0,25% раствор кальцинированной соды в резервуаре, объем которого равен 8 м³.

Лабораторный химический анализ показал, что вода, применяемая для промывки шпуров, является довольно жесткой и для осаждения содержащихся в ней солей кальция и магния требуется на 1 литр воды 0,7 г Na₂CO₃ (для образования нерастворимых CaCO₃ и MgCO₃). Следовательно, для приготовления в указанном резервуаре 0,25% раствора Na₂CO₃ потребуется следующее количество соды: для осаждения солей кальция и магния, т. е. для смягчения воды $8 \times 0,7 \text{ кг} = 5,6 \text{ кг}$ и для поддержания указанной концентрации 0,25% Na₂CO₃ в растворе $8 \times 2,5 \text{ кг} = 20 \text{ кг}$, а всего $5,6 + 20 = 25,6 \text{ кг}$.

Если применяется не сухой порошок реагента, а его насыщенный раствор (см. ниже о хлористом алюминии), то в этом случае расчет необходимого для дозировки реагента ведется соответственно на количество литров насыщенного раствора.

При приготовлении раствора в первый раз в данном резервуаре необходимо путем химического анализа проверить соответствие приготовленного раствора требуемой концентрации и в случае больших отклонений от нее внести соответствующие коррективы в добавляемое количество реагента. Далее, при приготовлении в тех же резервуарах новых порций раствора надобность в проведении каждый раз химического анализа отпадает. Однако химические анализы все же должны проводиться через определенные промежутки времени для проверки правильности дозировки реагентов, особенно в случае колебаний в минерализации воды. Для проведения химических анализов после приготовления раствора отбирается его проба в 0,5—1,0-литровую стеклянную бутылку и направляется в химическую лабораторию. Если на данной шахте химической лаборатории нет, то для

целей контроля концентрации понизителей твердости должна быть организована небольшая лаборатория полевого типа.

2. Хлористый алюминий (AlCl_3)

Химически чистый хлористый алюминий — соль белого цвета. Технический хлористый алюминий (безводный), вследствие примесей в нем хлорного железа, имеет вид желтой массы. На воздухе безводный хлористый алюминий энергично поглощает влагу и расплывается; при этом он частично гидролитически разлагается с выделением хлористого водорода (дымит) по реакции $\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$.

Для предотвращения указанных явлений хлористый алюминий выпускается заводами в герметической железной упаковке, в которой он и должен храниться на складе.

При хранении хлористого алюминия в железных барабанах (заводская упаковка) необходимо следить, чтобы их крышки были плотно закрыты во избежание поглощения хлористым алюминием влаги, выделения из него хлористого водорода и коррозии барабанов. При обращении с хлористым алюминием необходимы следующие меры предосторожности.

В случае необходимости пересыпки хлористого алюминия из барабана в другие сосуды эту пересыпку следует производить совком с длинной ручкой, при этом обязательно надевать резиновые перчатки или брезентовые рукавицы и респиратор.

Хлористый алюминий, как указано, энергично притягивает влагу, вследствие чего содержание воды в нем может сильно колебаться. Кроме того, из-за выделения хлористого водорода при растворении порошка хлористого алюминия в воде, он очень неудобен в обращении. Поэтому дозировку хлористого алюминия в промышленный раствор производят не с помощью сухого продукта, а с насыщенным раствором хлористого алюминия.

Насыщенный раствор следует готовить в одном месте, из которого и развозить к местам работы в стеклянных бутылках, установленных в корзинах (с теми же мерами предосторожности, как с крепкими кислотами).

Насыщенный раствор готовится на открытом месте. Приготовление его в помещении и в особенности в шахтах ни в коем случае не разрешается. Насыщенный раствор готовится следующим образом. Плотный деревянный бачок емкостью на 50—200 литров наполняется на $\frac{3}{4}$ водой, и в него добавляется порошок хлористого алюминия небольшими порциями, через некоторые промежутки времени, выжидая каждый раз прекращения обильного выделения хлористого водорода; при этом раствор необходимо перемешивать. Порошок хлористого алюминия насыпается в бачок черпаком с длинной ручкой емкостью на 200—300 см³.

Когда новые порции добавляемого порошка после перемешивания больше не растворяются и на дне остается значительный осадок, добавление хлористого алюминия прекращается. Затем в течение 1—2 часов раствор время от времени перемешивается. Если после этого на дне бачка остается осадок хлористого алюминия, то приготовление насыщенного раствора можно считать законченным.

При изготовлении насыщенного раствора необходимо надевать перчатки и становиться с подветренной стороны, избегая вдыхания выделяющегося газа — хлористого водорода. Для лучшей защиты (особенно при отсутствии ветра) можно надевать противогаз. Насыщенный раствор после приготовления сразу же разливается в стеклянные бутылки из-под кислот (емкостью на 25—35 литров), в которых он хранится и доставляется по мере необходимости к месту работы. При наполнении бутылей осадок, имеющийся на дне бачка, в котором растворялся хлористый алюминий, стараются не взмучивать.

В 1 литре насыщенного раствора хлористого алюминия содержится при 20° С — 0,41 кг безводного $AlCl_3$.

Исходя из этого, легко рассчитать количество насыщенного раствора, которое требуется добавить к данному объему воды, чтобы получить раствор оптимальной для бурения концентрации $AlCl_3$, как понизителя твердости. Для облегчения этих расчетов приводим таблицу, в которой указано, сколько литров насыщенного раствора $AlCl_3$ необходимо добавить к 1000 литрам воды, чтобы получить промывочный раствор требуемой концентрации.

Таблица для приготовления раствора $AlCl_3$ из насыщенного раствора

Добавки насыщенного раствора $AlCl_3$ в литрах на 1000 литров воды для получения растворов следующих концентраций, в %:

в %	0,01	0,05	0,1	0,25	0,5	1,0
л	0,244	1,22	2,44	6,13	12,34	25,0

Когда работы производятся зимой, необходимо чтобы насыщенный раствор не охлаждался очень сильно, так как хотя он и не будет замерзать (до -30°), однако концентрация хлористого алюминия в нем может значительно измениться вследствие понижения его растворимости.

Как уже указывалось, в случае применения для промывки воды с большой щелочностью, из раствора хлористого алюминия будут выпадать хлопья $Al(OH)_3$, вследствие чего свободная концентрация $AlCl_3$ в растворе будет меньше вычисленной.

Поэтому химическая лаборатория при установлении дозировки реагентов должна на основании химического анализа учесть количество $AlCl_3$, идущего на взаимодействие со щелочными электролитами воды (см. пример в начале этой главы, с расчетом потребного количества (сода). Приготовление рабочих растворов из насыщенного раствора хлористого алюминия весьма просто. Наполняют резервуар для промывочной жидкости на одну-две четверти объема водой, затем заливают в него требуемое количество насыщенного раствора хлористого алюминия и доливают после этого резервуар полностью водой. В процессе наполнения резервуара водой хлористый алюминий полностью перемешивается, и раствор будет готов для работы.

3. Кальцинированная сода (Na_2CO_3 , безводная углекислая сода, углекислый натрий, карбонат натрия)

Кальцинированная сода представляет собою белый безводный порошок, не расплывающийся, как хлористый алюминий, на воздухе. Сода отгружается потребителю обычно в полотняных мешках или просто навалом в вагоны. В последнем случае соду необходимо пересыпать в мешки и хранить в сухом помещении, не допуская попадания воды, так как сода легко растворима в воде.

Сода, в отличие от хлористого алюминия, практически не содержит в себе влаги, и поэтому промывочные растворы для бурения готовятся добавлением сухой соды в раствор по весу.

Предосторожности, указанные в обращении с хлористым алюминием, при работе с кальцинированной содой не требуются.

При централизованной системе подачи жидкости (рис. 3) промывочный раствор с содой готовится следующим образом.

Вычисляют количество соды, которое необходимо добавить в один из питательных резервуаров для получения раствора требуемой концентрации. При этом учитывают также дополнительный расход соды, идущий на осаждение кальциевых и магниевых солей, содержащихся в воде (см. начало главы).

Отвешенное количество соды загружают в мешалку. После полного растворения соды в мешалке, полученный концентрированный раствор сливают в резервуар, предварительно наполненный на $\frac{1}{4}$ своего объема водой, и наполняют его затем водой полностью. Дают затем осесть на дно образовавшемуся осадку карбонатов кальция и магния, и после осветления раствор готов к употреблению. Когда жидкость из данного резервуара израсходована, необходимо перед наполнением его новым раствором удалить сначала осевший на дно осадок.

В случае применения шахтной воды, содержащей во взвешенном состоянии мелкие частицы породы, воду, как уже указывалось, необходимо предварительно пропускать через специальные фильтры.

При использовании для промывки индивидуальных бачков (рис. 6 и 7) раствор готовится следующим образом: отвешивают необходимое количество соды, которая затем растворяется несколькими порциями в ведре, и раствор из ведра сливается в резервуар. После растворения всего количества соды резервуар наполняется водой, и раствор готов для работы.

4. Известь негашеная—окись кальция (CaO) или гашеная—гидрат окиси кальция (Ca(OH)_2)

Окись кальция в присутствии воды переходит в гидрат окиси, мало растворимый в воде. Насыщенный раствор извести (известковая вода) при обычной темпера-

туре содержит 0,125% безводной окиси кальция. С повышением температуры растворимость падает. Водный раствор гидроокиси кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ обладает щелочными свойствами и в некоторых случаях может заменить другие, более дорогие и дефицитные щелочные реагенты, например, едкий натр и углекислую соду.

Так как при хранении известь поглощает из воздуха углекислый газ с образованием карбоната кальция CaCO_3 , нерастворимого в воде, то нельзя готовить растворы для бурения по весу сухого реагента без предварительного химического анализа; необходимо предварительно определить процентное содержание CaO в данной партии извести.

При приготовлении растворов для индивидуальных бачков предварительно готовят насыщенный раствор в отдельной посуде и дают осесть осадку, а чистый, отстоявшийся раствор сливают в бачок и добавляют в него такое же количество воды; тогда концентрация CaO в бачке будет оптимальной, т. е. 0,06% (насыщенный раствор — 0,12%). Поэтому емкость сосуда, служащего для приготовления насыщенного раствора, должна составлять не менее 0,5 емкости бачка. Готовить растворы непосредственно в бачках нельзя, потому что осадок будет быстро загрязнять бачок и попадать вместе с жидкостью в вентили, шланги, молотки и т. д.

При приготовлении растворов в питательных резервуарах в них добавляется такое количество извести, чтобы концентрация CaO в растворе была несколько выше оптимальной, т. е. 0,07—0,08%. Известь должна перемешиваться в мешалке порциями и затем спускаться в резервуар в виде известкового молока. После добавления всего количества извести дальнейшее растворение производится в резервуаре перемешиванием. После достаточно тщательного перемешивания раствору дают возможность отстояться.

Пример. Необходимо приготовить 10 м³ раствора CaO концентрацией 0,08%. Содержание CaO в извести составляет 40%. Необходимое количество извести в кг составляет:

$q = \frac{c \cdot v}{n}$, где: c — концентрация в %, v — объем в литрах и n содержание CaO в извести, в %

$$q = \frac{0,08 \cdot 10\,000}{40} = 20 \text{ кг.}$$

5. Хлористый натрий (поваренная соль NaCl)

Промывочные растворы с применением хлористого натрия в качестве понизителя твердости пород готовятся добавлением сухой соли в раствор по весу тем же способом, что и растворы кальцинированной соды.

При применении поваренной соли, как уже указывалось, необходимо учитывать природное содержание этой соли в воде. К данной воде необходимо добавлять такое количество соли, чтобы общая концентрация природной и добавленной соли соответствовала концентрации, дающей наибольшее понижение твердости.

В случае значительного содержания природной поваренной соли в воде дополнительное добавление в воду соли большого эффекта не даст, и в это случае необходимо применять другие понизители твердости.

6. Нафтенное мыло

Сырая нефть содержит в себе некоторое количество органических, так называемых нафтовых, кислот, выделяемых из нефти и нефтепродуктов при их щелочной очистке.

При нейтрализации едким натром или содой нафтовые кислоты дают хорошо растворимые в воде натровые соли, которые и называются нафтовым мылом.

Нефтеперегонные заводы выпускают следующие технические продукты, содержащие нафтовые кислоты или их щелочные (натровые) соли: мылонафт (асидоловое мыло), кислый мылонафт и асидол различных марок.

Указанные технические продукты имеют значительные колебания по содержанию в них нафтовых кислот или их натровых солей. Поэтому при дозировке этих реагентов расчет их концентрации в промывочном растворе проводится не на применяемый технический продукт, имеющий всегда много посторонних примесей (неомыляемых — масел), а на содержащиеся в нем свободные или нейтрализованные нафтовые кислоты.

В таблице рекомендуемых концентраций понизителей твердости (табл. 2) для перфораторного бурения концентрация нафтового мыла в промывочном растворе дана также по содержанию нафтовых кислот в растворе.

Обычно для каждой партии мылонафта, или асидола, заводом указывается содержание в этих продуктах свободных и нейтрализованных нафтенowych кислот, на которые и ведутся расчеты концентрации.

Если же на полученный продукт отсутствует паспорт с указанием содержания нафтенowych кислот, то лаборатория рудника должна определить содержание нафтенowych кислот в полученном продукте и дать указания, сколько данного продукта нужно добавлять на единицу объема воды для получения требуемой концентрации нафтенowego мыла в промывочном растворе.

При изготовлении промывочных растворов для бурения можно пользоваться мылонафтом, являющимся уже готовым техническим нафтенowym мылом. В случае использования чистого мылонафта, или асидола, надо предварительно нейтрализовать свободные нафтенowe кислоты щелочью или содой, т. е. превратить их в натровые соли. Далее даются указания по применению каждого из перечисленных продуктов при бурении.

Мыло нафт (асидоловое мыло)

Мылонафт является смесью натровых мыл нафтенowych кислот с некоторым количеством органических неомыляемых веществ (минеральных масел), минеральных солей и воды.

Мылонафт — густая мазеобразная масса бурого цвета, транспортируемая к месту потребления в деревянных бочках.

Согласно ОСТу 4936 мылонафт сорта А должен содержать не менее 50% нафтенowych кислот и сорта Б — не менее 43%.

Промывочный раствор для бурения с добавкой мылонафта и соды готовится следующим образом. Отвешивают кальцинированную соду и мылонафт в количестве, необходимом для получения в данном резервуаре промывочного раствора с требуемой концентрацией указанных реагентов.

При вычислении потребного количества реагентов учитывают взаимодействие соды с кальциевыми и магниевыми солями жесткости в воде (см. раздел о приготовлении растворов соды), а в мылонафте принимают во внимание наличие неомыляемой части, минеральных солей, воды и т. д.

Пример. В резервуаре емкостью 4,5 м³ требуется приготовить промывочный раствор для бурения, содержащий 0,1% кальцинированной соды и 0,5% нафтенового мыла.

Химический анализ лаборатории показал, что для получения 0,1% раствора соды на 1000 литров воды требуется не 1,0 кг безводной соды по расчету, а 1,5 кг, так как 0,5 кг идет на осаждение кальциевых и магниевых солей, содержащихся в воде данной шахты.

Далее, химический анализ показал, что мылонафт содержит 48% нафтеновых кислот.

Следовательно, для приготовления в данном резервуаре промывочной жидкости с содержанием 0,1% соды и 0,5% нафтенового мыла следует взять: соды кальцинированной: $4,5 \times 1,5 = 6,75$ кг и мылонафта:

$$\frac{4,5 \times 5,0}{0,48} = 46,9 \text{ кг.}$$

При централизованной системе подачи жидкости (см. рис. 3) растворение реагентов производят в следующем порядке.

Наполняют резервуар для раствора на 1—2 четверти его объема водой. Требуемое количество соды растворяют в мешалке и образовавшийся концентрированный раствор сливают в резервуар. Заполняют затем резервуар водой, оставляя, однако, некоторый свободный объем, равный объему одной — двух мешалок.

После этого растворяют в мешалке требуемое количество нафтенового мыла и сливают полученный раствор также в резервуар. Перемешивают затем жидкость в резервуаре веслом, дают образовавшемуся в резервуаре осадку осесть на дно, и после осветления раствор готов для работы. Такое чередование в растворении реагентов необходимо для того, чтобы предварительно осадить содой содержащиеся в воде кальциевые и магниевые соли, во избежание образования нерастворимых щелочно-земельных мыл. После растворения соды в резервуаре, перед добавлением в него раствора мылонафта, необходим некоторый промежуток времени (20—40 минут) для наиболее полного осаждения кальциевых и магниевых солей. Перед приготовлением следующей порции раствора необходимо удалить со дна

резервуара осадок, оставшийся от предыдущего раствора.

При применении индивидуальных бачков раствор готовится следующим образом.

В ведро с водой одновременно загружаются сода и мылонафт по 1—2 кг, перемешивают жидкость лопаткой, и после полного растворения обоих реагентов раствор заливается в резервуар; так же растворяется следующая порция реагентов и т. д. После того, как все требуемое количество реагентов будет растворено, резервуар наполняют водой и раствор считается готовым для работы.

Асидол

Асидол различных марок (керосиновый, масляный и т. д.) является смесью нафтеновых кислот, выделяемых из продуктов щелочной очистки нефтепродуктов.

Асидол представляет собою жидкость темного цвета и содержит, кроме нафтеновых кислот, примесь неомыляемых (масел), минеральных солей и воды. Содержание нафтеновых кислот в асидоле около 80%.

Асидол непосредственно не может быть применен в качестве понизителя твердости, так как нафтеновые кислоты нерастворимы в воде, и из него необходимо значае приготовить нафтенное мыло. Нафтенное мыло готовится из асидола нейтрализацией нафтеновых кислот едким натром или углекислой содой. В полученной партии асидола лаборатория определяет содержание нафтеновых кислот и кислотное число, т. е. количество щелочи, необходимое для превращения 1 г асидола в нафтенное мыло, после чего он поступает на изготовление мыла.

Нафтенное мыло изготавливается в железном сосуде, размеры которого определяются потребностью в мыле. Отвешенный в котел асидол нагревается при перемешивании веслом либо посредством парового змеевика, либо на открытом огне до 70—80° С. Затем к разогретому асидолу прибавляется небольшими порциями концентрированный раствор щелочи (30% раствор каустической соды NaOH или такой же раствор кальцинированной соды Na_2CO_3). При изготовлении концентрированного раствора каустической соды и при дальнейшем обращении с ней необходимо надевать резино-

вые перчатки, передник и очки во избежание ожогов. В случае попадания капель концентрированного раствора NaOH на кожу, необходимо немедленно и тщательно смыть их водою.

По мере добавления щелочи к асидолу в котле будет образовываться густая масса нафтового мыла. После добавления всего количества щелочи мыло должно вариться около 1 часа. Для получения подвижной однородной мазеобразной массы (без комков) во время дальнейшей варки к мылу надо постепенно подливать малыми порциями горячую воду.

Общее количество воды, добавленное при варке мыла, должно быть точно рассчитано, чтобы получить мыло с известным содержанием (45—50%) в нем нафтовых кислот.

Раствор для бурения из приготовленного нафтового мыла готовится так же, как и для технического мылонафта.

Кислый мылонафт

Кислый мылонафт представляет собою смесь омыленных нафтовых кислот (нафтовые мыла), свободных нафтовых кислот и посторонних примесей (масло, минеральные соли, вода).

При использовании кислого мылонафта, как и в случае асидола, необходимо сварить из него нафтовое мыло, добавив необходимое количество щелочи.

Дальнейшая работа с полученным продуктом производится так же, как и с мылонафтом.

V. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПОНИЗИТЕЛЯ ТВЕРДОСТИ В ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

1. Определение концентрации хлористого алюминия

Активность хлористого алюминия, как понизителя твердости и как смачивателя, определяется содержащимися в его растворе Al^{+++} -ионами. Поэтому правильнее определять концентрацию хлористого алюминия в растворе непосредственно по алюминий-иону.

Однако методика определения концентрации хлористого алюминия в растворе по хлор-иону значительно проще, и обычно определяют концентрацию AlCl_3 все

же по Cl' -иону. При этом необходимо учитывать содержание природных хлористых солей в воде, которые будут титроваться вместе с хлористым алюминием (см. далее).

При применении же для приготовления раствора щелочных вод, в которых образуется осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$, определение концентрации по Cl' -иону вообще непригодно, так как концентрация Cl' -иона в растворе при осаждении $\text{Al}(\text{OH})_3$ не изменится, в то время как концентрация алюминий-иона может при этом сильно уменьшиться.

Ниже дается описание методов определения концентрации хлористого алюминия по хлор-иону и по алюминий-иону.

Определение концентрации AlCl_3 по хлор-иону (в пределах концентраций 0,1—0,5%)

Отобранную пробу раствора фильтруют, отбрасывая первые порции отфильтрованного раствора. Затем отбирают пипеткой v_0 см³ (например 25 см³) отфильтрованного раствора, помещают в колбу для титрования и прибавляют пипеткой $v_1=25$ см³ 0,1 *n* азотнокислого серебра (AgNO_3), после чего раствор становится молочно-белым, вследствие образования AgCl . К раствору прибавляют несколько капель насыщенного раствора сернокислого (окисного) железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) и титруют его 0,1 *n* раствором роданистого аммония (NH_4CNS) до появления не исчезающего при встряхивании розового окрашивания.

Искомая концентрация раствора хлористого алюминия в % вычисляется по формуле:

$$x\% = \frac{100}{v_0} 0,00444 (v_1 k_1 - v_2 k_2)$$

при: $v_0=25$ см³, $\frac{100}{v_0} \cdot 0,00444 = 0,0178$. Здесь $v_1 = 25$, k_1 — поправочный коэффициент * для 0,1 *n* раствора азотнокислого серебра, v_2 — число см³ роданистого аммония, ушедшего на титрование, k_2 — поправочный коэффициент для 0,1 *n* раствора роданистого аммония.

* Поправочный коэффициент k — множитель, определяющий, во сколько раз концентрация применяемого для титрования раствора отличается от точно 0,1 *n* раствора.

Пример. На титрование 25 см³ раствора хлористого алюминия, после прибавления к нему $v_1 = 25$ см³ азотнокислого серебра, ушло $v_2 = 10,7$ см³ роданистого аммония. Поправочный коэффициент для азотнокислого серебра $k_1 = 1,098$, для роданистого аммония $k_2 = 1,010$. Найти концентрацию раствора хлористого алюминия в ‰.

Искомая концентрация $x = (25 \cdot 1,098 - 10,7 \cdot 1,010) \cdot 0,0178 = 0,29\text{‰}$.

Если надо определить концентрацию более разбавленного раствора хлористого алюминия, чем 0,1‰, следует отобрать из отфильтрованной пробы не 25, а 50 см³. Если нужно определить концентрацию в более концентрированном растворе, чем 0,5‰, следует взять не 25 см³ отфильтрованной пробы, а 10 см³.

Если вода, на которой готовится раствор хлористого алюминия, содержит в себе значительное количество природных хлористых солей, то необходимо соответственно учесть количество азотнокислого серебра, пошедшее на их осаждение при анализе. Для этого берут воду, на которой готовится промывочный раствор, добавляют к ней азотнокислого серебра и титруют роданистым аммонием, как указано выше.

Если взять те же самые объемы воды и азотнокислого серебра (v_0 и v_1), что и при анализе раствора хлористого алюминия, и применять те же титрованные растворы азотнокислого серебра и роданистого аммония, то процент AlCl_3 в растворе вычисляется по следующей формуле:

$$x = \frac{100}{v_0} \cdot 0,0044 (v_2' k_2 - v_2 k_2),$$

где: v_2' — число см³ роданистого аммония, пошедшее на титрование хлористых солей чистой воды, а v_2 — то же для раствора AlCl_3 , приготовленного на этой воде.

Пример. В предыдущем примере была определена концентрация AlCl_3 в растворе без учета природных хлористых солей, содержавшихся в воде; учтем теперь эти соли. Для этого берем 25 см³ чистой воды, на которой готовился указанный раствор, добавляем 25 см³ 0,1 *n* раствора азотнокислого серебра ($k_1 = 1,098$), прибавляем несколько капель индикатора (сернокислого железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) и титруем его 0,1 *n* раствором роданистого аммония ($k = 1,01$). На титрование ушло

24,5 см³ (v₂') роданистого аммония. Следовательно, фактическая концентрация AlCl₃ в растворе будет не 0,29%, а $\frac{100}{4} \cdot 0,00444(24,5 \cdot 1,01 - 10,7 \cdot 1,01) = 0,247\%$.

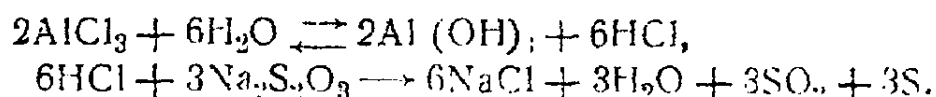
Определение концентрации AlCl₃ по алюминий-иону (по методу Шанселя)

Определение концентрации AlCl₃ по алюминий-иону проводится, как уже указывалось, при применении щелочных вод, когда часть ионов алюминия выпадает в осадок в виде Al(OH)₃.

К объему профильтрованного раствора хлористого алюминия (например, v = 50 см³) с концентрацией AlCl₃ 0,1—0,2% прибавляют избыток тиосульфата натрия (гипосульфита) в виде концентрированного раствора и кипятят до полного удаления следов SO₂ (примерно 1,5—2 часа). Осадок, состоящий из Al(OH)₃, отфильтровывают, промывают горячей водой, сушат и прокаливают в тигле до постоянного веса (Al₂O₃). В тигле образуется белый порошок. Искомая концентрация (x) AlCl₃ вычисляется по формуле

$x = 2,616 \cdot m \cdot \frac{100}{v}$, где m — вес прокаленного осадка.

Примечание. Этот метод весового анализа основан на том, что соляная кислота, образующаяся при гидролизе хлористого алюминия, дает в присутствии гипосульфита NaCl, и таким образом реакция гидролиза идет до конца:



Пример. Для анализа было взято 50 см³ раствора. В тигле после прокаливания оказалось 0,0654 г Al₂O₃. Концентрация AlCl₃ в % будет равна

$$x = 0,0654 \cdot 2,616 \cdot \frac{100}{50} = 0,34\%.$$

Для определения концентрации AlCl₃ по алюминий-иону можно воспользоваться и другими весовыми методами, описанными в соответствующих руководствах по аналитической химии.

2. Определение концентрации хлористого натрия

Активным ионом при применении хлористого натрия в качестве понизителя твердости является ион натрия. Однако определение концентрации NaCl в промывочном

растворе по натрий-иону весьма затруднительно, поэтому при применении хлористого натрия анализ концентрации производится только по хлор-иону. Приводим методику определения концентрации NaCl в промывочном растворе по хлор-иону.

Отобранную пробу промывочного раствора фильтруют, отбрасывая первые порции отфильтрованного раствора, и помещают в колбу для титрования 10 см³ раствора (v_0). Прибавляют к раствору несколько капель нейтрального 5% раствора хромовокислого калия (K_2CrO_4) и титруют его 0,1 л раствором азотнокислого серебра (v_1) с точно известным поправочным коэффициентом. При титровании раствор становится молочно-белым. Титрование считается законченным, когда раствор окрашивается в кирпичный цвет. Концентрация хлористого натрия ($x\%$) вычисляется по формуле:

$$x = v_1 k_1 \cdot \frac{100}{v_0} \cdot 0,00584.$$

Пример. На титрование 10 см³ раствора хлористого натрия ушло 18,2 см³ 0,1 л раствора азотнокислого серебра с поправочным коэффициентом 1,098.

Искомая концентрация раствора хлористого натрия:

$$x = 18,2 \cdot 0,058 \cdot 1,09 = 1,15\%.$$

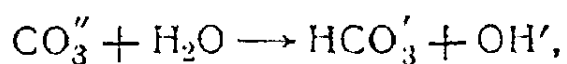
Если концентрация NaCl меньше 0,5%, то и в этом случае титрование ведется также 0,1 л раствором $AgNO_3$, но только для титрования следует отбирать отфильтрованные растворы не 10 см³, а 20 или 40 см³.

Для определения надо иметь: воронку, фильтр и колбу для фильтрования пробы, пипетки на 10 см³ и 20 см³, колбу для титрования, бюретку на 50 см³, капельницу с 5% раствором хромовокислого калия, 0,1 л или 0,01 л раствором азотнокислого серебра (в зависимости от концентрации определяемых растворов, с известным поправочным коэффициентом).

3. Определение концентрации соды (Na_2CO_3)

Активным ионом при применении соды является анион CO_3^{--} (карбонат-ион). Поэтому контроль за концентрацией Na_2CO_3 в промывочном растворе производится

по CO_3'' . В действительности, в растворах имеет место гидролитическое равновесие:



но здесь описывается определение всего CO_3'' .

Отобранную пробу фильтруют, отбрасывая первые порции отфильтрованного раствора. Затем пипеткой отбирают 20 см³ отфильтрованного раствора и помещают его в колбу для титрования (коническая колба емкостью около 100 см³). К раствору прибавляют 1—2 капли метил-оранжа, отчего он принимает интенсивно желтую окраску, и титруют его 0,1 н соляной кислотой (HCl) до перехода окраски в светломалиновую. Чтобы теперь вычислить концентрацию соды в растворе (в %), надо число см³ кислоты, ушедшей на титрование, умножить на $\frac{0,53}{10}$ и, кроме того, на поправочный коэффициент.

Пример. На титрование 20 см³ раствора соды ушло 12,5 см³ 0,1 н кислоты с поправочным коэффициентом 1,044. Искомая концентрация раствора соды:

$$x\% = 12,5 \cdot \frac{0,53}{20} \cdot 1,044 = 0,34\%.$$

Химические анализы при применении нафтового мыла

При применении нафтового мыла, как уже указывалось, концентрация реагента в растворе рассчитывается не на применяемый технический продукт, а на нафтовые кислоты, содержащиеся в нем в виде натриевых солей. Если реагент поступил без указания, сколько в нем содержится нафтовых кислот, то необходимо определить их содержание. Если поступил кислый мылонафт или асидол, то, кроме того, необходимо еще определить кислотное число, т. е. количество щелочи, которое необходимо добавить к данному продукту для его нейтрализации (омыления) (см. приготовление нафтового мыла из асидола).

Так как природные соли, содержащиеся в воде и могущие реагировать с нафтовым мылом, предварительно осаждаются содой, а химический анализ на содержание нафтовых кислот довольно сложен, то проверочные анализы на содержание нафтовых кислот

в приготовленном промывочном растворе можно не делать. Ниже дается описание определения содержания нафтенных кислот в мылонафтах и в асидоле, а также кислотного числа асидола и кислого мылонафта.

Определение содержания нафтенных кислот

Из средней пробы берут 10 г продукта и растворяют в делительной воронке в 50 см³ горячей дистиллированной воды, куда добавляют несколько капель метил-оранжа и прибавляют из бюретки 0,5 л соляную либо серную кислоту до разложения мыла, причем окончательное разложение видно из окрашивания водного раствора в красный цвет после нескольких минут отстаивания.

Нафтенные кислоты и масла (органические вещества) извлекают петролейным эфиром, выкипающим в пределах 30—50°. Полнота извлечения может быть установлена по прозрачности нижнего (водного) слоя и бесцветности эфира. Для полного извлечения органической части обычно достаточно одной промывки 25 см³ и трех промывок по 5 см³ петролейного эфира.

Водный раствор спускают, а эфирный раствор промывают насыщенным раствором поваренной соли до нейтральной реакции промывных соляных вод, для чего обычно достаточно бывает трех промывок.

Промывные воды обрабатывают три раза порциями по 10 см³ петролейного эфира, которые и добавляют к основному петролейноэфирному раствору органических веществ в делительной воронке.

Раствор органических веществ в петролейном эфире просушивают прокаленным сернокислым натрием (в течение часа), затем фильтруют в тарированную колбочку, делительную воронку ополаскивают 5 см³ петролейного эфира, который также переносят на фильтр; фильтр дополнительно промывают 5 см³ петролейного эфира.

Большую часть петролейного эфира отгоняют нагреванием на водяной бане при температуре воды 70°. Эфир окончательно удаляют нагреванием в сушильном шкафу при 75° в течение 30 минут, после чего колбочку с содержимым взвешивают.

Процентное содержание органических веществ вычисляют по формуле $100 \frac{b}{a}$, где a — взятая навеска

мылонафта или асидола, b — вес полученных органических веществ.

К извлеченным органическим веществам прибавляют 50 см³ 0,5 *n* спиртового раствора КОН, разбавленного на 50% водой, и омыляют в присутствии фенолфталеина, нагревая с обратным холодильником на водяной бане в течение 10 минут. Все содержимое колбочки переносят в делительную воронку. Колбочку дважды ополаскивают двумя порциями по 5 см³ дистиллированной воды, которые также сливают в делительную воронку. Неомылившееся минеральное масло экстрагируют так же, как органические вещества (см. выше). Полнота извлечения и в данном случае может быть установлена по прозрачности нижнего водного слоя и бесцветности эфира; петролейноэфирную вытяжку промывают два раза 10 см³ спирта, который приливают к спиртоводному раствору мыл.

Водноспиртовой раствор мыл нафтеновых кислот спускают в колбочку и отгоняют спирт на водяной бане. Остаток, полученный после отгонки спирта, переводят в делительную воронку. Колбочку ополаскивают горячей водой, которую также сливают в делительную воронку, и остаток разлагают 10% серной кислотой.

Выделившиеся нафтеновые кислоты извлекают петролейным эфиром, промывают раствором поваренной соли (до нейтральности соленых водных вытяжек) и в дальнейшем подвергают той же обработке, которой подвергались органические вещества.

Процентное содержание нафтеновых кислот определяют по формуле $100 \frac{c}{a}$, где a — взятая навеска мылонафта, c — вес полученных нафтеновых кислот.

Процентное содержание неомыляемых (масел) определяют по разности между процентным содержанием органических веществ и процентным содержанием чистых нафтеновых кислот.

Определение кислотного числа

Кислотное число показывает, сколько миллиграммов едкого кали (КОН) требуется для нейтрализации свободных кислот и других омыляемых веществ, содержащихся в 1 г данного продукта. Зная кислотное число, легко рассчитать, сколько необходимо затратить едкого натра

или кальцинированной соды для полного омыления данного продукта (например асидола).

Кислотное число определяется следующим образом.

1—2 г исследуемого продукта помещают в колбу с обратным холодильником и вливают в нее 25—30 см³ 0,5 л спиртового раствора КОН. Кипятят содержимое в течение часа. Одновременно и совершенно в тех же условиях, в такой же колбе кипятят то же количество 0,5 л спиртового раствора КОН, но без навески (контрольный опыт). Контрольный опыт ставится для установления титра примененного раствора щелочи. После кипячения производят титрование содержимого обеих колб титрованным 0,5 л раствором соляной или серной кислоты.

Употреблять заранее приготовленные и титрованные спиртовые растворы КОН не рекомендуется, так как титр спиртового раствора довольно быстро изменяется. Расчет кислотного числа k производится по формуле:

$$k = \frac{(ak_1 - bk_1) 28,05}{l},$$

где: a — число см³ 0,5 л соляной кислоты, израсходованное на титрование щелочи в контрольном опыте, b — число см³ 0,5 л соляной кислоты, израсходованной на титрование свободной щелочи, оставшейся после омыления в опыте с навеской, l — навеска в г, k_1 — поправочный коэффициент.

Количество едкого натра или кальцинированной соды (x) в кг, которое необходимо добавить на 1 кг асидола для получения из него нафтенowego мыла, вычисляется по формулам:

для едкого натра: $x = \frac{0,714}{1000} \cdot k;$

для углекислого натра (кальцинированной соды):

$$x = \frac{0,964}{1000} \cdot k.$$

VI. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ ПОНИЗИТЕЛЕЙ ТВЕРДОСТИ ПРИ ПЕРФОРАТОРНОМ БУРЕНИИ

1. Испытания понизителей твердости хотя заметно и не отличаются от других видов испытаний при перфораторном бурении, но все же имеют свои специфические особенности.

Испытывать те понизители твердости, которые указаны в сводной таблице (табл. 2), следует только в исключительных случаях, так как они уже довольно детально исследованы как в лабораторных, так и в промышленных условиях. В сводной таблице указано только небольшое число понизителей твердости. Имеются и другие понизители твердости, которые можно применять только после соответствующих промышленных испытаний. Кроме того, продолжается работа по подбору новых понизителей твердости, которые также необходимо испытывать.

2. Задача производственных испытаний заключается в определении эффективности действия понизителей твердости по повышению скорости бурения и уменьшению расхода режущего инструмента.

Надежные результаты могут дать только испытания, проводимые в достаточно большом объеме и при тщательном соблюдении всех указанных далее условий.

При проведении промышленных испытаний лучше применять один понизитель твердости в одной или не более чем в трех концентрациях, или же при различных понизителях твердости по одной концентрации. Для этого промышленным испытаниям должен предшествовать лабораторный подбор понизителей твердости и их оптимальных концентраций для данной породы.

3. С раствором каждой концентрации понизителя твердости и с водой при испытаниях необходимо пробурить в среднем от 40 до 50 шпурометров, для пород очень твердых со скоростями бурения от 10 до 35 мм/мин—около 20—25 шпурометров, а для пород менее твердых при скорости бурения выше 100 мм/мин—около 75—100 шпурометров. При большей однородности пород число пробуриваемых шпурометров можно уменьшить: для менее твердых пород до 50 шпурометров, для средних до 30 шпурометров и для очень твердых до 15 шпурометров.

4. Первой задачей является выбор забоя для проведения испытаний. От того, насколько правильно выбрано место испытаний, зависит и необходимый объем испытаний и надежность полученных результатов. Основным требованием при выборе забоя—места испытаний—служит однородность пород, как по минералогическому составу, так и по твердости (крепости) на значительном протяжении. Следует избегать забоев, где

основная порода прорезана довольно мощными пропластками, и особенно жилами переменной мощности, а также и тех забоев, где породы подвергались значительным тектоническим и другим видам нарушений.

5. Последовательность бурения шпуров с промывкой водой и растворами понизителей твердости по поверхности забоя может проводиться по следующим схемам (рис. 11).

I. Шпуры с промывкой водой и раствором понизителей твердости располагаются по поверхности забоя в шахматном порядке через один.

II. Шпуры на одной половине забоя бурятся с водой, на другой — с понизителем твердости.

III. Если по вертикали имеются 4 линии шпуров, то каждая линия, через одну, бурится с водой и растворами понизителя твердости.

При бурении шпуров в следующем забое, после отпаливания, расположение шпуров с промывкой водой и понизителями твердости должно быть обратным тому, которое было в предыдущем забое.

При всех указанных схемах расположения шпуров по поверхности забоя всегда сначала бурятся все шпуры с промывкой водой, а затем с добавлением понизителей твердости.

Если порода однородна по твердости на значительном протяжении по направлению выработки, можно применить более простую и удобную схему обурирования: первый забой полностью обуривается с промывкой одной водою, затем после отпаливания следующий забой обуривается с промывкой раствором понизителя твердости, третий забой — опять с водой и т. д.

Выбор той или иной схемы обурирования при испытаниях зависит от однородности пород, числа и отчасти расположения шпуров по поверхности забоя, типа перфоратора (колонковый, ручной и т. д.). Так, например, при работе колонковыми перфораторами следует, если это допускается однородностью породы, применять последовательное обуривание каждого забоя полностью с промывкой водою или раствором понизителя твердости.

6. При проведении испытаний необходимо, как при бурении с промывкой водою, так и с понизителями твердости, выдерживать одинаковые режимы бурения, т. е. силу удара, число ударов и число оборотов, осе-

вое давление на бур, количество прокачиваемой жидкости, тип коронок и т. д.

Особенно большое значение имеет полная исправность и малая изношенность перфораторного молотка. Он требует тщательного ухода, чтобы к. п. д. перфоратора не уменьшался в процессе испытаний. В резерве необходимо иметь перфоратор такого же типа и такой же степени годности.

Для обеспечения одинаковой величины давления на бур можно пользоваться автоподатчиками. При отсутствии автоподатчика для проведения испытаний необходим высококвалифицированный бурильщик, который благодаря своему большому практическому опыту выдерживает в среднем одинаковую оптимальную величину осевого давления на бур, т. е. оптимальную скорость подачи.

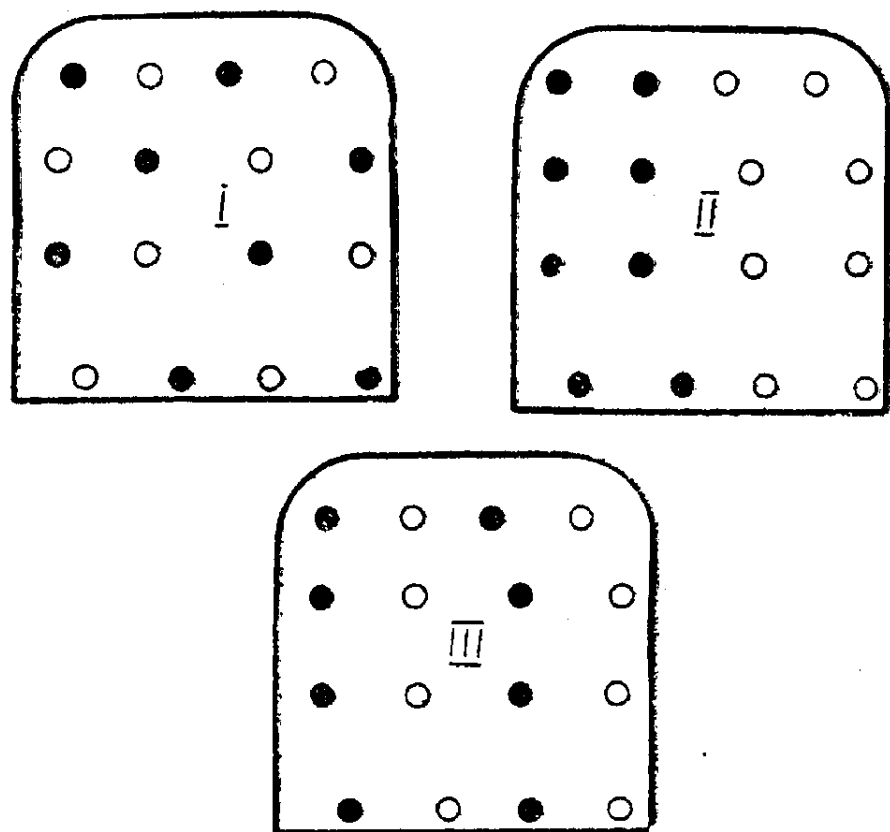


Рис. 11. Схема обуривания забоев при испытаниях.

7. Для регулирования количества подаваемой жидкости и для уменьшения давления воздуха в бачке, последний необходимо снабдить редукционным вентилем такого же типа, какие применяются на баллонах со сжатыми газами. Такой редукционный вентиль дает

возможность поддерживать постоянным давление воздуха в бачке с водой, а следовательно, и скорость подачи жидкости. Давление воздуха в бачке должно быть небольшим — около 1,5—2 атм.

Бачок для промывочной жидкости должен вмещать 75—100 литров. Воздушный манометр лучше устанавливать на бачке, если же имеется редукционный вентиль, то устанавливаются, как и всегда, два манометра. Регулировать скорость подачи жидкости можно значительно проще, но менее точно, при помощи вентиля, расположенного у молотка. Для этой цели лучше применять не вентиль, а проходной кран.

8. Для проведения испытаний лучше пользоваться съемными коронками, как стальными калеными, так и армированными твердым сплавом.

Наибольшие трудности возникают при определении расхода режущего инструмента. Поэтому необходимо заранее обеспечить такое количество комплектов однотипных и однородных по твердости коронок, которых хватило бы с переточками на проведение всех испытаний. Переточка должна делаться по шаблону, чтобы сохранить постоянным угол заострения. За переточкой и закалкой должен быть установлен контроль. Лучшим способом контроля было бы определение твердости коронок, но этого, к сожалению, едва ли можно добиться в подавляющем большинстве случаев.

Расход режущего инструмента по числу затупленных коронок на 1 шпурометр можно определить только тогда, когда это число на 1 шпур составляет не меньше 5. При расходе коронок меньше 5 на 1 шпур определить сокращение расхода режущего инструмента при бурении с понизителями твердости можно только по весовому износу. Для этого необходимо взвешивать коронки до и после бурения, заранее распределяя коронки на комплекты.

При бурении коронки нужно доводить до нормального затупления и не допускать как чрезмерного затупления, так и особенно неполной сработанности коронок. Так как проводящему испытания невозможно определить степень затупления в процессе бурения, то нужно наблюдать за общим затуплением коронок и в случае необходимости указать бурильщику на дефекты в использовании коронок. Во всяком случае лучше предоставить опытному бурильщику самому использовать

полную работоспособность коронок, чем ограничивать его временем или проходкой на 1 коронку.

9. Для сравнительной оценки ведется хронометраж чистого времени бурения. Под чистым временем бурения понимается только время соприкосновения коронки с забоем шпура при работе молотка. Бурение каждого шпура хронометрируется в отдельности.

Запись первичных результатов наблюдений можно проводить по форме 1.

Материалы, обработанные по карточке по каждому отдельному шпуру, заносятся в форму 2. Форма 2 является основной для обработки материалов по каждому

Форма 1

КАРТОЧКА НАБЛЮДЕНИЙ

Рудник 194 г. Смена от ч. до ч.
 Наименование выработки
 Порода
 Тип перфораторного молотка
 Форма и угол заострения коронки
 Марка стали, твердый сплав
 Обуриваемый забой № . . . (по порядку)

№№ шпуров	№№ буров. коронок по порядку	Диаметр коронок, мм	Время чистого бурения	Проходка		Давление воздуха атмосферы	Промыв. жидкости и концентрация поливателя тверд.	Расход промывочной жидкости л/мин
				фактическая, мм	приведенная, мм			

Форма 2

ТАБЛИЦА
 СКОРОСТЕЙ БУРЕНИЯ И РАСХОДА КОРОНСК ПО ШПУРАМ
 ЗАБОЙ №

№№ шпуров	Промывочная жидкость	Глубина шпура		Чистое время бурения в мин.	Скорость бурения		Израсходовано коронок, штук
		фактич. H в мм	привед. H' в мм		фактическая, мм/мин	приведенная, мм/мин	

Суммарные переводные коэффициенты K (по диаметру и

D мм P атм	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48
6,5	1,00	1,04	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	1,28	1,33	1,39	1,44	1,51	1,57
6,4	0,98	1,01	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,30	1,35	1,41	1,47	1,54
6,3	0,95	0,99	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,22	1,27	1,32	1,38	1,44	1,51
6,2	0,93	0,96	1,00	1,04	1,07	1,11	1,15	1,20	1,24	1,29	1,35	1,41	1,47
6,1	0,91	0,94	0,97	1,01	1,04	1,08	1,12	1,17	1,21	1,26	1,31	1,37	1,43
6,00	0,89	0,92	0,95	0,98	1,02	1,06	1,10	1,14	1,18	1,23	1,28	1,34	1,40
5,9	0,87	0,89	0,93	0,96	0,99	1,03	1,07	1,11	1,15	1,20	1,25	1,31	1,37
5,8	0,84	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,04	1,08	1,12	1,17	1,22	1,27	1,33
5,7	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,98	1,01	1,05	1,09	1,14	1,18	1,24	1,29
5,6	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,99	1,02	1,06	1,11	1,15	1,20	1,26
5,5	0,78	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,96	1,00	1,03	1,07	1,12	1,17	1,22
5,4	0,75	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,05	1,09	1,14	1,19
5,3	0,73	0,76	0,78	0,81	0,84	0,87	0,90	0,94	0,97	1,01	1,05	1,10	1,15
5,2	0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,94	0,99	1,02	1,07	1,12
5,1	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,91	0,95	0,99	1,04	1,08
5,00	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,92	0,95	1,01	1,05
4,9	0,64	0,67	0,69	0,71	0,74	0,77	0,79	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	1,01
4,8	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,84	0,86	0,90	0,94	0,98
4,7	0,60	0,62	0,64	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,80	0,82	0,86	0,90	0,93
4,6	0,58	0,60	0,62	0,65	0,66	0,69	0,71	0,74	0,77	0,79	0,83	0,87	0,90
4,5	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,66	0,68	0,71	0,74	0,76	0,80	0,84	0,86
4,4	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,66	0,68	0,71	0,73	0,77	0,80	0,83
4,3	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,65	0,68	0,70	0,74	0,77	0,79
4,2	0,49	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,63	0,65	0,67	0,70	0,74	0,76
4,1	0,47	0,48	0,50	0,52	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64	0,67	0,70	0,72
4,00	0,44	0,46	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,67	0,69
3,9	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,58	0,61	0,64	0,66
3,8	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,47	0,48	0,50	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62
3,7	0,38	0,39	0,40	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,59
3,6	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51	0,54	0,55
3,5	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,43	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52

давлению) для пересчетов при перфораторном бурении

47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34
1,64	1,71	1,77	1,87	1,96	2,04	2,14	2,25	2,37	2,50	2,64	2,77	2,94	3,11
1,60	1,67	1,74	1,82	1,91	2,00	2,09	2,20	2,31	2,44	2,58	2,72	2,87	3,04
1,57	1,63	1,70	1,78	1,87	1,96	2,04	2,15	2,26	2,38	2,52	2,65	2,81	2,97
1,54	1,60	1,66	1,74	1,83	1,91	2,00	2,10	2,20	2,36	2,46	2,59	2,75	2,90
1,50	1,56	1,62	1,70	1,78	1,87	1,95	2,05	2,15	2,28	2,40	2,52	2,69	2,83
1,46	1,52	1,58	1,66	1,74	1,82	1,90	2,00	2,10	2,22	2,34	2,46	2,62	2,76
1,42	1,47	1,54	1,62	1,70	1,77	1,85	1,95	2,05	2,16	2,28	2,40	2,55	2,69
1,39	1,44	1,50	1,58	1,65	1,72	1,81	1,90	2,00	2,11	2,22	2,34	2,49	2,62
1,35	1,40	1,46	1,53	1,61	1,67	1,76	1,85	1,94	2,04	2,16	2,27	2,42	2,55
1,31	1,37	1,42	1,49	1,56	1,62	1,71	1,80	1,84	2,00	2,10	2,21	2,36	2,48
1,28	1,33	1,38	1,45	1,52	1,59	1,66	1,75	1,84	1,94	2,05	2,15	2,29	2,41
1,24	1,29	1,34	1,41	1,48	1,55	1,62	1,70	1,79	1,89	1,99	2,09	2,23	2,35
1,20	1,25	1,30	1,37	1,43	1,52	1,57	1,65	1,73	1,83	1,93	2,03	2,16	2,28
1,17	1,22	1,26	1,33	1,39	1,46	1,52	1,60	1,68	1,78	1,87	1,97	2,10	2,21
1,12	1,18	1,22	1,28	1,35	1,41	1,47	1,55	1,63	1,72	1,81	1,91	2,03	2,14
1,10	1,14	1,18	1,24	1,32	1,37	1,42	1,50	1,58	1,67	1,76	1,84	1,96	2,07
1,06	1,10	1,14	1,20	1,26	1,32	1,38	1,45	1,52	1,61	1,69	1,78	1,90	1,00
1,02	1,06	1,10	1,16	1,22	1,27	1,33	1,40	1,47	1,55	1,64	1,72	1,83	1,93
0,99	1,02	1,06	1,12	1,17	1,23	1,28	1,35	1,42	1,50	1,58	1,66	1,73	1,86
0,95	0,99	1,03	1,08	1,12	1,18	1,23	1,30	1,36	1,43	1,52	1,60	1,70	1,79
0,91	0,95	0,99	1,04	1,09	1,14	1,19	1,25	1,31	1,39	1,46	1,54	1,64	1,72
0,87	0,91	0,95	1,00	1,04	1,09	1,14	1,20	1,26	1,32	1,40	1,48	1,57	1,66
0,84	0,87	0,91	0,95	1,00	1,05	1,09	1,15	1,20	1,28	1,35	1,41	1,50	1,59
0,80	0,84	0,87	0,91	0,96	1,00	1,05	1,10	1,15	1,21	1,29	1,35	1,44	1,52
0,77	0,80	0,83	0,87	0,91	0,95	1,00	1,05	1,10	1,16	1,23	1,29	1,38	1,45
0,73	0,76	0,79	0,83	0,87	0,91	0,96	1,00	1,05	1,11	1,17	1,23	1,31	1,38
0,69	0,72	0,75	0,79	0,83	0,86	0,90	0,95	1,00	1,05	1,11	1,17	1,24	1,31
0,66	0,68	0,71	0,75	0,78	0,82	0,85	0,90	0,94	1,00	1,05	1,11	1,18	1,24
0,62	0,65	0,67	0,71	0,74	0,77	0,81	0,85	0,89	0,94	0,99	1,04	1,11	1,17
0,58	0,61	0,63	0,66	0,70	0,73	0,76	0,80	0,84	0,89	0,94	0,98	1,05	1,10
0,55	0,57	0,59	0,62	0,65	0,68	0,71	0,75	0,79	0,83	0,88	0,92	0,98	1,03

из обуренных забоев. Суммарные данные формы 2 за-
носятся в форму 3, и вычисляется эффективность. Все
подсчеты достаточно просты. Приведение к одинаковым
давлениям воздуха и диаметрам коронок необходимо
потому, что при бурении эти величины неодинаковы.
Колебания давлений бывают особенно большими, по-
этому приведение скоростей к одинаковым давлениям
воздуха является обязательным. Средние диаметры
комплектов коронок по отдельным шпурам мало отли-
чаются друг от друга, а потому и приведение не яв-
ляется при этом столь необходимым, как для давлений.

Форма 3

Промывочная жидкость	Проходка		Чистое время бурения	Скорость бурения		Израсходовано коронок	Расход коронок на 1 шпурометр	Увеличение факти- ческой скорости бу- рения в %	Увеличение приве- денной скорости бурения в %	Уменьшение рас- хода коронок на 1 шпуро- метр
	фактиче- ская	приве- денная		фактиче- ская	приве- денная					

Переводные коэффициенты для приведения скоростей
бурения к одинаковому общему давлению и диаметру
коронок приводятся в табл. 3. Указанная таблица со-
ставлена, исходя из формул Суханова.

Переводные коэффициенты по таблице отыскиваются
очень легко. Отыскиваются графы, соответствующие
данному диаметру коронки и давлению воздуха, и на
пересечении их находят соответствующее значение пе-
реводного коэффициента, на которое и делят измеренное
значение скорости.

При пользовании переводными коэффициентами нуж-
но иметь в виду, что приведение дает все же прибли-
женные значения. Действительно, например, зависи-
мость скоростей бурения от силы удара и числа ударов
для различных пород будет различной. Все же приве-
дение даст более точные данные, чем фактически полу-
чаемые при значительной разнице в давлениях и диа-
метрах.

Приводить к одинаковому давлению и диаметру
нужно длину шпура, т. е. продвижение шпура (проходку)
на 1 коронку, и, исходя из нее, вычислять приведенные
скорости делением на чистое время бурения.

Приведенная проходка по каждой коронке вычисляется по формуле $h_{\text{пр}} = \frac{h_0}{k}$, где h_0 — фактическая проходка, а k — переводный коэффициент. В форму 2 заносятся фактическая глубина H_0 , H и приведенная глубина H_0' , H' . Эти данные получаются суммированием проходок по отдельным коронкам из формы 1: $H_0 = h_{01} + h_{02} + h_{03} + \dots$

При делении H_0 и H_0' на чистое время бурения τ получается фактическая (V_0) и приведенная (V_0') скорости бурения.

Расход коронок вычисляется по фактической проходке.

Суммируя все данные бурения с водой и с раствором понизителя твердости данной концентрации, выводится средняя эффективность по всем обуренным забоям (форма 3).

Сравнительная эффективность действия понизителей твердости вычисляется по формулам, показывающим, на сколько процентов увеличиваются (или уменьшаются) соответствующие значения.

Увеличение скорости бурения:

$$E_{\text{ф}} = \frac{V_1 - V_0}{V_0} \cdot 100\% \text{ фактическая эффективность;}$$

$$E_{\text{пр}} = \frac{V_1' - V_0'}{V_0'} \cdot 100\% \text{ приведенная эффективность.}$$

В этих формулах V_0 и V_0' скорости бурения с водой, фактическая и приведенная, V_1 и V_1' — с понизителем твердости — фактическая и приведенная. Увеличение проходки на 1 коронку до затупления

$$— \Delta h = \frac{h_1 - h_0}{h_0} 100$$

или уменьшение расхода коронок на 1 шпурометр

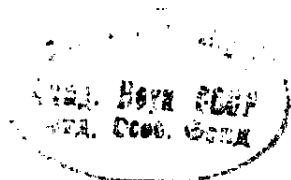
$$\Delta q = \frac{q_1 - q_0}{q_0} 100.$$

В процессе испытаний необходимо вести точный учет расхода понизителя твердости, а в конце испытаний вывести средний расход на 1 шпурометр. Расход понизителя надо определять по расходу жидкости на промывку шпуров.

ЕВ_1943_AKS_1029

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
От редактора	3
I. Значение бурения с промывкой и основы метода понизителей твердости	7
II. Организация бурения шпуров с промывкой	15
III. Подбор понизителей твердости для различных горных пород	28
IV. Приготовление промывочных растворов с понизителями твердости	35
V. Определение концентрации понизителя твердости в промывочной жидкости	46
VI. Проведение испытаний понизителей твердости при перфораторном бурении	54



ОПЕЧАТКИ

Стран.	Строка	Напечатано	Следует
49	20	$x = 2.616 \cdot m^3 \cdot \frac{100}{\cdot}$	$x = 2.616 \cdot m \cdot \frac{100}{v}$

Бурение шнуров

