

38,77
С 74

628,112.2

Ю. В. ПЯТИКОП,
И. Н. БАНДЫРСКИЙ,
В. Д. ДЯЧЕНКО,
В. В. СЕНЧЕНКО

СПРАВОЧНИК ПО ОБОРУДОВАНИЮ БУРОВЫХ СКВАЖИН ОБСЫПНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

357999

20362212



Ташк. обл. б-ка
„Октябрь“

МОСКВА «КОЛОС» 1983

Справочник

ББК 38.774

С74

УДК 628.112.2(031)

Рецензенты: *Д. Н. Башкатов*, докт. техн. наук, профессор;
В. М. Беляков, канд. техн. наук.

Разделы «Конструкция зонтичных фильтров с пенополистирольной обсыпкой» (гл. II) и «Устройство сальников» (гл. IV) написаны *В. Д. Дяченко*; раздел «Стеклопластиковые фильтры конструкции Харьковского СУ-582 треста «Укрбурвод» (гл. III), глава IV, за исключением двух последних разделов, раздел «Строительные откачки» (гл. V)—совместно *Ю. В. Пятикопом* и *В. В. Сенченко*; глава I, за исключением двух первых разделов,—совместно *Ю. В. Пятикопом* и *В. Д. Дяченко*; остальные разделы—совместно *Ю. В. Пятикопом* и *И. Н. Бандырским*.

С74 **Справочник по оборудованию буровых скважин обсыпными фильтрами**/Ю. В. Пятикоп, И. Н. Бандырский, В. Д. Дяченко, В. В. Сенченко.—М.: Колос, 1983.—96 с., ил.

Рассмотрены вопросы проектирования и устройства гравийных обсыпных фильтров для оборудования водозаборных и дренажных скважин.

Описаны пенополистирольные обсыпные фильтры, в которых вместо гравия в качестве обсыпки используются гранулы полистирола плотностью 200... 800 кг/м³. Такие фильтры обладают рядом преимуществ по сравнению с гравийными.

Для специалистов сельскохозяйственного водоснабжения.

С $\frac{3802030000-229}{035(01)-83}$ 161-83

ББК 38.774

6С7.5

Глава I. ГРАВИЙНЫЕ ОБСЫПНЫЕ ФИЛЬТРЫ

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ФИЛЬТРАМ БУРОВЫХ СКВАЖИН, ВЫБОР ФИЛЬТРОВ

Фильтры буровых скважин должны отвечать следующим основным требованиям:

обеспечивать максимальный дебит скважины при минимальном понижении уровня воды в ней, то есть создавать минимальные входные сопротивления в прифильтровой зоне для сведения к минимуму затрат на подъем воды; обладать необходимой механической прочностью:

иметь по возможности наибольшую площадь контакта с водоносной породой для обеспечения наименьших входных скоростей фильтрации;

при длительной эксплуатации быть достаточно устойчивыми против химической и электрохимической коррозий, водной эрозии, а также зарастания;

иметь конструкцию, которая обеспечивает возможность применения механических и химических методов восстановления проницаемости прифильтровых зон и фильтра, а также позволяет извлекать из скважины старый фильтр для замены его новым.

При работе фильтра пескование допускается лишь в начальный период при проведении строительных и опытных откачек.

Выбор типа фильтра определяется в основном гранулометрическим составом водосодержащих пород. Фильтры буровых скважин необходимо подбирать согласно указаниям СНиП II-31—74, утвержденным Госстроем СССР (табл. 1).

При выборе типа фильтров необходимо учитывать целевое назначение буровых скважин, в зависимости от которого, по В. М. Гаврилко, все фильтры следует подразделить на три основные группы:

фильтры водозаборных и водопонижительных скважин, рассчитанных на длительный срок эксплуатации (10...15 лет и более);

фильтры, устанавливаемые в скважинах для временного водоснабжения, водопонижения и опытных откачек при изысканиях, с ограниченным сроком эксплуатации (от нескольких дней до нескольких лет);

фильтры наблюдательных скважин, которые служат для опытно-фильтрационных работ (2...3 мес) и для режимной сети, рассчитанной на длительный срок наблюдения без водоотбора.

Наиболее распространенный и эффективный тип фильтров, с точки зрения обеспечения длительной и устойчивой эксплуатации скважин, забирающих воду из средне- и мелкозернистых водоносных песков,—гравийный.

К гравийным относятся фильтры, у которых поверхность, контактирующая с водоносной породой, состоит из искусственно вводимого гравия или крупнозернистого песка, расположенных вокруг опорных фильтровых каркасов из перфорированных труб, проволочных и стержневых фильтров и др.

Гравийную обсыпку следует рассматривать как средство увеличения радиуса фильтра скважины, улучшения фильтрационных свойств пород в прифильтровой зоне и как конструктивный элемент, позволяющий увеличивать размер проходных отверстий, а следовательно, и скважность фильтровых каркасов. С применением обсыпки снижаются входные скорости и удлиняется срок службы фильтров.

При эксплуатации подземных вод используют гравийные фильтры двух типов: опускные, которые устанавливают в скважины в готовом виде, и обсыпные, создаваемые в скважине путем засыпки или закачки гравия на забой по межколонному пространству.

1. Условия применения фильтров различных типов и конструкций

Волосодержащие породы	Типы и конструкции фильтров	Примечание
<p>Полускальные неустойчивые, щебенчатые и галечниковые с преобладающей крупностью частиц щебня и гальки 20...100 мм (более 50% массы)</p>	<p>Трубчатые фильтры с круглой и щелевой перфорацией Стержневые фильтры</p>	<p>1. Трубчатые стальные фильтры допускаются применять для скважин любой глубины. 2. Блочные фильтры из пористой керамики используют для наблюдательных скважин. Установка фильтров в скважинах, бурение которых предусматривают с применением глинистого раствора, в глинистых песках, а также при содержании железа в подземных водах, не допускается. 3. Применение фильтров из дерева, пластмассы, стеклопласта, а также блочных из пористого бетона и керамики допускается в скважинах глубиной до 100...150 м. 4. В крупногалечниковых и неустойчивых скальных породах при глубине скважин до 100 м допускается применять фильтры с каркасом из штампованной листовой стали с антикоррозионным покрытием. 5. Для фильтров надлежит применять сетки квадратного и гладкого (галунного) плетения из латунной проволоки или нержавеющей стали, а также штампованные из пластических масс</p>
<p>Гравий, гравелистый песок с крупностью частиц 1...10 мм и с преобладающей крупностью частиц 2...5 мм (более 50% массы)</p>	<p>Трубчатые фильтры с круглой и щелевой перфорацией, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки или из штампованного стального листа Стержневые фильтры с обмоткой проволокой из нержавеющей стали или с водоприемной поверхностью из штампованного листа</p>	
<p>Пески крупные с преобладающим размером частиц 1...2 мм (более 50% массы)</p>	<p>Трубчатые фильтры с щелевой перфорацией, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, штампованного стального листа или из сетки квадратного плетения</p>	
<p>Пески средние с преобладающей крупностью частиц 0,25...0,5 мм (более 50% массы)</p>	<p>Стержневые фильтры с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, стального штампованного листа или из сетки квадратного плетения</p>	
<p>Пески мелкие с преобладающей крупностью частиц 0,1...0,25 мм (более 50% массы)</p>	<p>Трубчатые и стержневые фильтры с водоприемной поверхностью из сеток гладкого (галунного) плетения</p>	
<p>Пески мелкие с преобладающей крупностью частиц 0,1...0,25 мм (более 50% массы)</p>	<p>Трубчатые и стержневые фильтры с однослойной гравийной обсыпкой (гравийные фильтры)</p>	
<p>Пески мелкие с преобладающей крупностью частиц 0,1...0,25 мм (более 50% массы)</p>	<p>Трубчатые и стержневые фильтры с однослойной, двух- или трехслойной песчаной или песчано-гравийной обсыпкой (гравийные фильтры)</p>	
	<p>Блочные фильтры</p>	

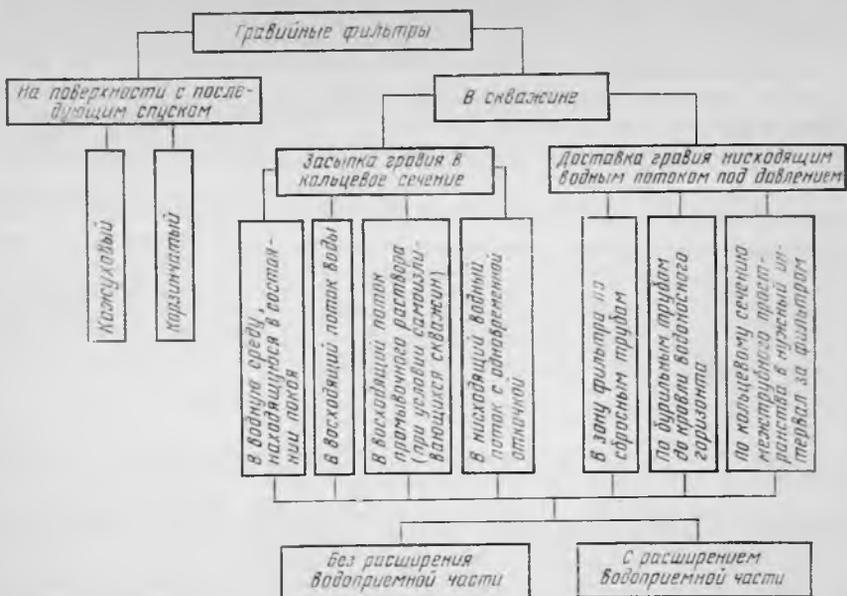


Рис. 1. Классификация способов создания гравийно-обсыпных фильтров.

Классификация способов создания гравийно-обсыпных фильтров, по Д. Н. Башкатову, приведена на рисунке 1.

КОНСТРУКЦИИ ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ, СОЗДАВАЕМЫХ В ЗАБОЕ СКВАЖИНЫ

Гравийные фильтры, создаваемые в забое скважины, устраивают следующим образом. Сначала в скважину опускают фильтровый каркас какой-либо конструкции, а затем в зоне водоносного пласта проводят его обсыпку гравием, который засыпают в забой по межколонному пространству. В глубоких скважинах гравий на забой можно доставлять потоком промывочной жидкости с использованием различных приспособлений.

Схема гравийно-обсыпного фильтра в скважинах ударного бурения в процессе его сооружения показана на рисунке 2. В этом случае фильтровый каркас в виде проволочного фильтра обсыпают гравием по мере подъема эксплуатационной колонны обсадных труб, извлекаемой из водоносного пласта.

Гравитационный способ создания гравийных обсыпок, при котором гравий осаждается вокруг фильтрового каркаса при свободном падении частиц на забой в межколонном пространстве под действием сил тяжести,— наиболее простой, но его рекомендуется применять лишь в скважинах глубиной до 100 м.

Гравийные обсыпки водозаборных скважин должны состоять из отсортированного, однородного по гранулометрическому составу гравия. Применение разнородных гравийных смесей может вызвать длительное пескование скважин и даже выход их из строя.

В мелкозернистых песках, а также среднезернистых, но при наличии вод, склонных к выделению солей на фильтрах, необходимо применять для скважин ударного бурения двухслойную (рис. 3) и реже трехслойную обсыпку. Двухслойная гравийная обсыпка образуется вокруг фильтрового каркаса по мере извлечения из водоносного пласта эксплуатационной и вспомогательной колонн труб. Применение такой обсыпки в мелкозернистых песках позволяет увеличить

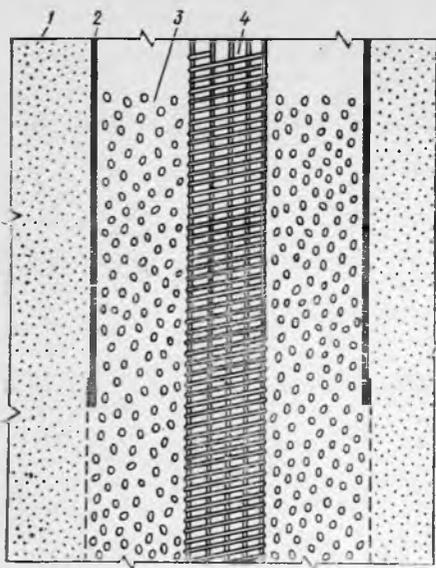
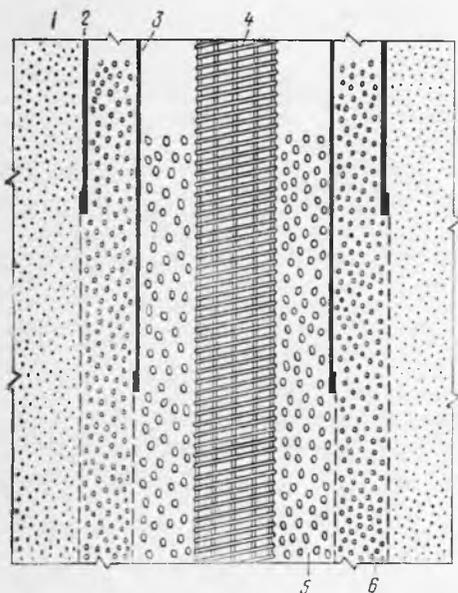


Рис. 2. Схема гравийно-обсыпного фильтра в процессе его сооружения в скважинах ударного бурения:

1 — водоносный песок; 2 — эксплуатационная колонна обсадных труб, извлекаемая из водоносного пласта; 3 — гравийная обсыпка; 4 — проволоочный фильтр на стержневом каркасе.



в несколько раз размер щелей на фильтрационном каркасе, что уменьшит вероятность их зарастания в процессе эксплуатации.

Но многослойные обсыпки усложняют и удорожают сооружения скважин, а при небольших размерах кольцевого зазора, куда засыпается гравий, получаются тонкослойными и малонадежными. Чем больше толщина гравийной обсыпки, тем больше производительность фильтра и устойчивее его работа. Это подтверждают данные наблюдений нефтяников за работой нефтяных скважин и теоретические исследования В. Н. Шелкачева.

При увеличении объема и контура обсыпки эффективность применения гравийных обсыпок разнозернистого состава увеличивается, а опасность суффозионного выноса уменьшается. Исходя из этого, рекомендуется принимать минимальную толщину слоя обсыпки 50 мм, стремясь по возможности ее увеличивать. Бурение скважин большого диаметра роторным способом с обратной промывкой забоя чистой водой облегчило работу по созданию таких обсыпок.

При роторном способе бурения при диаметрах 750...1 000 мм глубина скважин достигает 200...250 м, а толщина обсыпки — 200...300 мм. Это расширяет область устройства гравийной обсыпки гравитационным способом.

Схема скважины роторного бурения, оборудованной гравийным фильтром с уширенным контуром обсыпки, показана на рисунке 4.

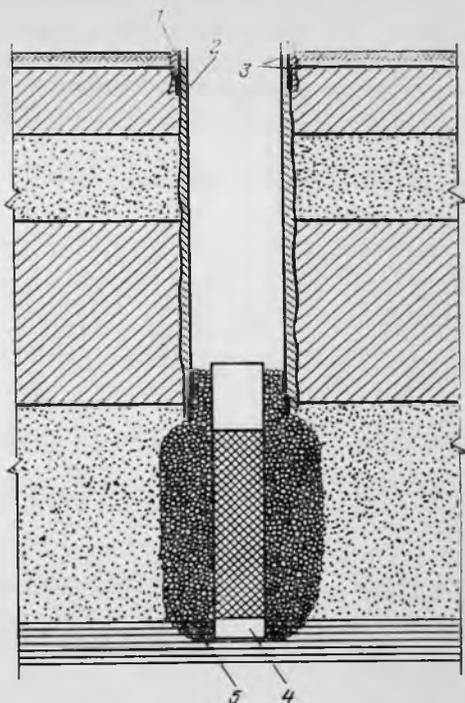
Наиболее сложным является устройство гравийной обсыпки фильтров при освоении водоносных пластов, залегающих на больших глубинах. В этом случае гравитационный способ не применим по следующим причинам. Во-первых, при сооруже-

Рис. 3. Схема двухслойного гравийно-обсыпного фильтра в процессе его сооружения в скважинах ударного бурения:

1 — водоносный песок; 2 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 3 — вспомогательная колонна труб; 4 — проволоочный фильтр на стержневом каркасе; 5 — крупный гравий; 6 — мелкий гравий.

Рис. 4. Схема скважины роторного бурения, оборудованной гравийным фильтром с уширенным контуром обсыпки:

1 — кондуктор; 2 — эксплуатационная колонна; 3 — цементация затрубного пространства; 4 — фильтровая колонна; 5 — гравий



нии гравийных фильтров путем засыпки гравия по затрубному пространству при свободном падении не всегда удается получить достаточно уплотненные фильтры, что может вызвать длительное пескование скважин и обрушение пород в призабойной области; во-вторых, образование гравийных пробок и зависание гравия в затрубном пространстве часто не позволяет провести высококачественную обсыпку фильтра.

Для создания гравийной обсыпки в глубоких скважинах лучше всего применять специальные устройства и приспособления, обеспечивающие принудительную подачу гравия в зафильтровое пространство (гравиепитатель Г. П. Квашина и др.).

В нефтяной промышленности широко используют скважины уширенного контура, в которых в расширенную часть водоносного пласта гравий закачивают методом обратной циркуляции: совместно с циркуляционной жидкостью гравий по затрубному пространству проникает в забой, где, теряя скорость, осаждается. Циркуляционная жидкость проходит через щелевой каркас фильтра в фильтровую колонну и возвращается на поверхность. В качестве промывочной жидкости применяют нефть, щелочную воду или слабый глинистый раствор.

Внедрение этого метода в практику водоснабжения позволяет значительно снизить стоимость сооружения скважин и более широко использовать для водоснабжения водоносные горизонты, залегающие на большой глубине, часто представленные мелкозернистыми песками.

Преимущество гравийно-обсыпных фильтров по сравнению с другими состоит в том, что при их применении снижаются входные скорости фильтрации и они характеризуются устойчивой работой в течение длительного времени. К недостаткам можно отнести более сложную технологию сооружения, малую эффективность при использовании глинистого раствора для вскрытия водоносного пласта и при малых водоотборах.

Гравийно-обсыпные фильтры рекомендуется применять для оборудования водоприемной части скважины в рыхлых породах при больших водоотборах.

КОНСТРУКЦИИ ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ, СОЗДАВАЕМЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ

К гравийным фильтрам, создаваемым на поверхности земли и опускаемым в скважину в готовом виде, относятся корзинчатые и кожуховые.

Корзинчатый фильтр — одна из старейших конструкций для оборудования водоприемной части скважины. Его достоинство в том, что при устройстве фильтра возможно обеспечить тщательность и строгую последовательность укладки зерен гравийной обсыпки.

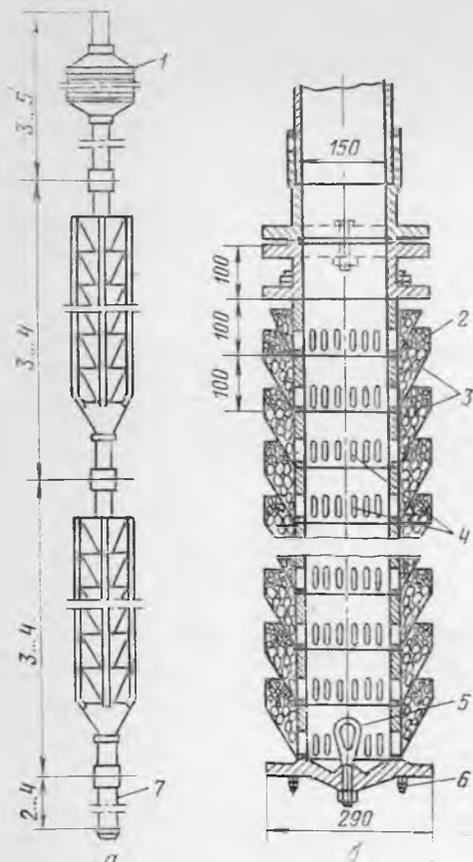


Рис. 5. Корзинчатый фильтр:

a — общий вид фильтровой колонны; *б* — секция чугунного фильтра; 1 — сальник; 2 — гравийная обсыпка; 3 — чугунные корзинки; 4 — проходные отверстия; 5 — спускное кольцо; 6 — анкерные болты; 7 — отстойник

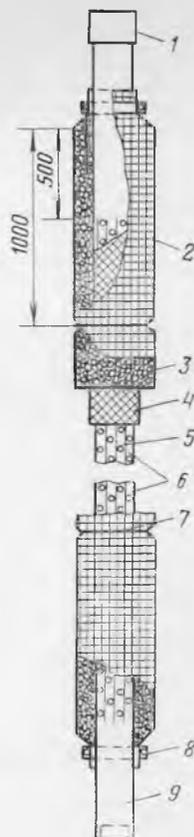


Рис. 6. Гравийный кожаный фильтр:

1 — муфта; 2 — кожух из сетки; 3 — гравийная обсыпка; 4 — сетка или проволочная обмотка; 5 — дырчатая часть каркаса; 6 — опорные стержни; 7 — проволочные пояса жесткости; 8 — хомут; 9 — глухая часть каркаса.

Корзинчатый фильтр (рис. 5) состоит из перфорированного трубчатого или стержневого каркаса, на котором укреплены металлические или пластмассовые конусные корзины, заполненные слоями гравийной обсыпки.

Корзинчатые фильтры, изготовляемые из литых чугунных или латунных корзинок, собранных в зевья анкерными болтами (см. рис. 5, б), устойчивы против коррозии, но, как показал опыт эксплуатации, подвержены закупорке и кольматажу, в результате чего снижается дебит скважин. Ремонт скважин с заменой корзинчатых фильтров весьма затруднен, в особенности, когда фильтр изготовлен из чугунных отливок.

Корзинки фильтра засыпают в 2...3 слоя отсортированным гравием. Ширина щелей перфорации должна быть несколько меньше диаметра зерен наибольшего размера фракции засыпки. Примерный состав загрузки в зависимости от гранулометрического состава водосодержащей породы приведен в таблице 2.

Преимущество корзинчатых фильтров по сравнению с гравийно-обсыпными состоит в том, что их можно устанавливать в скважинах небольшого диамет-

2. Примерный состав загрузки корзинок фильтра

Крупность водоносного песка, мм	Крупность гравийной засыпки, мм		
	1-й слой	2-й слой	3-й слой
0,25...0,5	1...2	3...5	8...10
0,5...1,0	2...3	6...8	10...12
1,0...2,0	3...5	10...12	

ра. Но они обладают меньшей производительностью и большей способностью повышать сопротивление в обсыпке во времени, чем гравийно-обсыпные фильтры.

Корзинчатые фильтры рекомендуется применять для оборудования водоприемной части скважин в рыхлых породах при небольших водоотборах.

Гравийный кожуховой фильтр (рис. 6) состоит из следующих основных элементов: опорного перфорированного трубчатого или стержневого каркаса; сетки или проволоочной обмотки, предохраняющей скважину от проникновения в нее гравийной обсыпки через отверстия в каркасе; стержней, служащих опорной конструкцией для сетки или проволоочной обмотки; гравийной обсыпки, обычно однослойной, толщиной 30...50 мм; кожуха из сетки, штампованного листа или трубы с щелями (щелистые трубы применяют в глубоких скважинах); хомутов, которыми сетчатый кожух притягивается по краям к каркасу (вместо хомутов можно крепить сетку проволокой); поясов жесткости из проволоки, служащих для предохранения сетки от выпучивания в отдельных местах; муфты, если фильтровая колонна собирается с помощью резьбового соединения.

Гравийные кожуховые фильтры собирают в следующей последовательности. На щелистом или дырчатом каркасе длиной 2,5...3 м укрепляют опорные стержни, которые покрывают сеткой или проволоочной обмоткой (размеры щелей обмотки или ячейки сетки должны быть несколько меньше диаметра гравийной обсыпки). Если каркас стержневой, то опорные стержни не нужны. Затем надевают сетчатый кожух, который в нижней части звена фильтра притягивают по краям хомутом, и приступают к засыпке в кожух гравия. Гравий уплотняют путем набивки или усадки легкими ударами, наносимыми по наружному кожуху деревянными колотушками, обеспечивая заданную толщину обсыпки. Для предохранения сетки от выпучивания в отдельных местах кожух обматывают проволокой, создавая пояса жесткости с расстоянием между ними не более 1 000 мм. Диаметр частиц используемого для обсыпки гравия D_{50} должен быть в 8...10 раз больше диаметра водоносного песка d_{50} , то есть

$$D_{50} = (8...10) d_{50}. \quad (1)$$

После заполнения кожуха гравием его верхнюю часть прижимают к каркасу фильтра хомутом. При эксплуатации скважины в результате осадки гравия верхние отверстия каркаса могут обнажиться, поэтому гравийную обсыпку рекомендуется делать на 50 см выше верхнего ряда отверстий в каркасе.

При строительстве водозаборных скважин, забирающих воду из мелкозернистых песков, можно использовать фильтр, состоящий из двух фильтрующих каркасов, помещенных один в другой, с гравийной обсыпкой между ними (рис. 7).

Кожуховые фильтры с применением винилпластовых труб имеют три различные конструкции.

Первая конструкция представляет собой фильтр с внутренним каркасом из винилпластовых труб и панцирной сеткой для крепления гравийной обсыпки с внешней стороны (рис. 8). В качестве опорного каркаса фильтра использована щелевая пластмассовая труба. Панцирная сетка прикреплена к пластмассовому каркасу при помощи стальных обручей и штырей, а в каждом звене фильтра — при помощи зажимных хомутов. Отдельные звенья фильтров соединены с помощью металлических муфт на резьбе. Так как резьбовые соединения на винилпластовых трубах резко ослабляют их прочность, первые конструкции

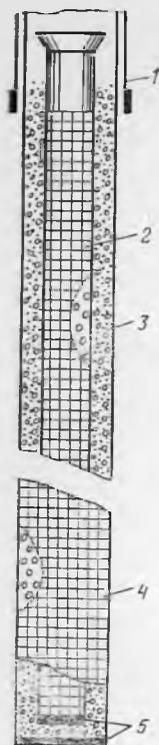


Рис. 7. Фильтр сетчатый, двояный с гравийным заполнителем:

1 — обсадная труба; 2 — фильтр сетчатый внутренний; 3 — гравийная обсыпка; 4 — фильтр сетчатый наружный; 5 — пробки.

пластмассовых фильтров с резьбовыми соединениями оказались неудовлетворительными. Кроме того, гравий при набивке фильтров уплотнялся ударами молотков по поверхности кожуховых сеток, что приводило к выколу перемычек между проходными щелями. В результате этого скважины с установленными в них фильтрами выходили из строя.

Вторая конструкция, разработанная Гидропроектом, представляет собой гравийно-кожуховый фильтр (табл. 3, рис. 9). Внешний стальной каркас имеет окна размером 30×300 мм. Внутренний каркас изготовляют из винилпластовой трубы с щелевой перфорацией, ширина щели зависит от диаметра зерен гравийной обсыпки. Чтобы удержать обсыпку, стальной каркас обматывают сеткой. Винилпластовый каркас и покрытый перхлорвиниловой или эпоксидной смолой стальной трубчатый кожух позволяют проводить солянокислотную обработку фильтра при его зарастании железистыми и карбонатными соединениями.

Третья конструкция (Н. А. Чулков) представляет собой фильтр, состоящий из двух винилпластовых щелевых каркасов (наружный и внутренний), соединяемых друг с другом с помощью металлических насадок (рис. 10). Межкаркасное пространство засыпается гравием. Диаметр внешнего каркаса составляет 166 мм при толщине сетки 8 мм, а диаметр внутреннего — 114 мм при толщине стенки 7 мм. Толщина гравийной засыпки между каркасами фильтра указанной конструкции составляет 18 мм. Каждое звено имеет металлическое дно, которое удерживает гравий в межкаркасном пространстве. Металлическое дно крепится «впотаю» по периметру при помощи 6 болтов и более. Металлическое дно нижнего звена фильтра имеет нарезку для присоединения отстойника. Размер щелей в наружном каркасе — 4×55 , а во внутреннем — 3×33 мм. Щели внутреннего каркаса смещены относительно щелей внешнего по вертикали для удлинения пути фильтрации.

3. Основные размеры гравийных фильтров кожухового типа из пластмассовых труб

Конечный диаметр бурения, мм	Размеры фильтра, мм		
	внешний стальной каркас	внутренний каркас из винилпласта	толщина обсыпки
250	168×7	95×6,5	29
250	168×7	102×6,5	26
300	219×7	102×6,5	50
300	219×7	140×8	31
350	273×8	166×8	78

Преимущество гравийных кожуховых фильтров по сравнению с гравийно-обсыпными состоит в том, что они позволяют проводить особо тщательную укладку гравия вокруг фильтрового каркаса при малом размере зазора между фильтровой и эксплуатационной колоннами. Кроме того, их можно применять для оборудования водоприемной части глубоких скважин, когда обсыпка фильтровых каркасов гравием по затрубному пространству вызывает сомнение в правильности ее устройства, а также при оборудовании самонзливющихся

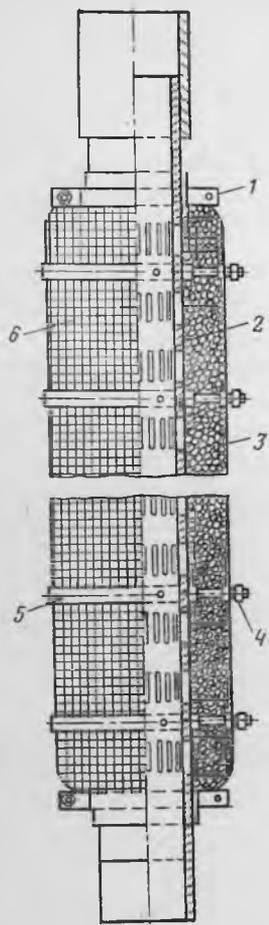


Рис. 8. Кожуховый фильтр из пластмассовых труб и панцирной сетки:

1 — зажимной хомут; 2 — опорный каркас из щелевой пластмассовой трубы; 3 — гравийная обсыпка; 4 — штыри для крепления сетки; 5 — стальной обруч для крепления сетки; 6 — сетка панцирная.

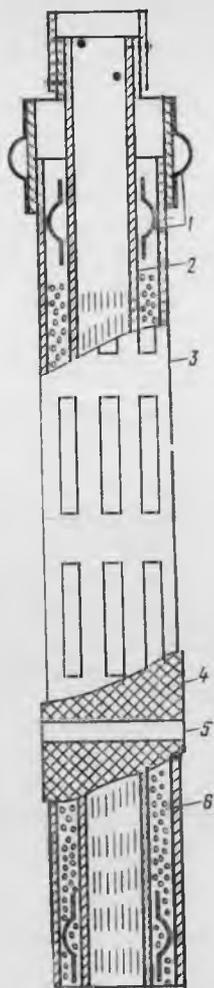


Рис. 9. Кожуховый фильтр с опорным каркасом из пластмассовых труб и защитным каркасом из стальных труб:

1 — направляющие фланцы; 2 — щелевой каркас из виниловых труб; 3 — щелевой каркас из стальных труб; 4 — сетка; 5 — пояса для крепления сетки; 6 — гравийная обсыпка.

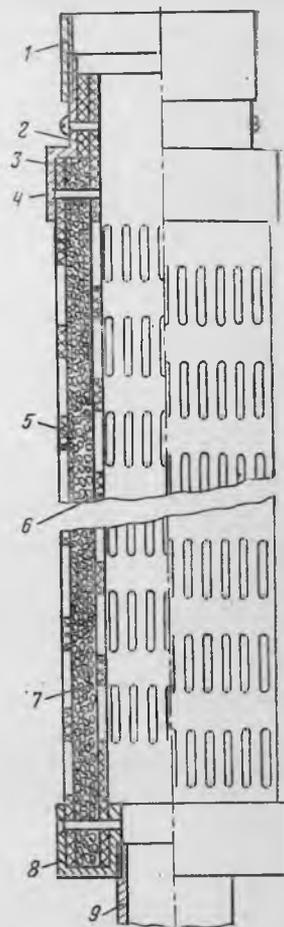


Рис. 10. Пластмассовый кожуховый фильтр конструкции Н. А. Чулкова:

1 — металлическая соединительная муфта; 2 — насадок из винилпласта; 3 — насадок металлический; 4 — болт «впотаи»; 5 — наружный каркас из виниловых труб, $d=166$ мм; 6 — внутренний каркас из виниловых труб, $d=114$ мм; 7 — гравийная засыпка; 8 — металлическое дно фильтра; 9 — отстойник.

скважин, когда засыпаемый гравий выносится из затрубного пространства и не достигает забоя скважины.

Но гравийные кожуховые фильтры обладают меньшей производительностью и большей способностью повышать сопротивление во времени, чем гравийно-обсыпные, создаваемые в забое. Это объясняется тем, что в спаренных стальных каркасах кожуховых фильтров увеличивается интенсивность процессов электрохимической коррозии по сравнению с обычными фильтрами, состоящими из одной трубы и сетки. Уплотненная гравийная обсыпка, расположенная между двумя каркасами, способна аккумулировать внутри пор частицы мелкого песка. Вся эта смесь под влиянием гидроокиси железа, образующейся при коррозионном разрушении стальных каркасов, способна превратиться в монолит с весьма слабой проницаемостью.

Гравийные кожуховые фильтры рекомендуется применять для оборудования водоприемной части глубоких скважин в рыхлых породах и дренажных скважин при заборе воды из плавунув и пылеватых песков.

ПОДБОР ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА И ТОЛЩИНЫ ГРАВИЙНОЙ ОБСЫПКИ

Подбор обсыпок при устройстве гравийных фильтров — один из наиболее ответственных этапов в комплексе работ, связанных с проектированием, сооружением и эксплуатацией водозаборных скважин.

Крупность гравийных (песчаных) частиц и число слоев обсыпки определяют, исходя из механического состава песков, слагающих водоносный пласт на участке установки фильтра.

При устройстве многослойных фильтров особое внимание обращают на подбор слоя обсыпки, контактирующего с грунтом. Этот слой — основной, фильтрационный. Второй и последующие слои — каркасные, поддерживающие.

В зависимости от гранулометрического состава водоносных пород в качестве обсыпки можно использовать гравий, песчано-гравийные смеси и пески.

Гравийные обсыпки применяют для отбора воды из песков, средний диаметр которых 0,25...0,5 мм и более. В качестве обсыпки используют породы с диаметром частиц 2...10 мм.

Песчаные обсыпки используют при отборе воды из тонкозернистых пород, средний диаметр частиц которых составляет 0,1 мм и менее. В этих случаях в качестве обсыпки применяют чистые, промытые пески, средний диаметр которых 0,5...1 мм.

Песчано-гравийные обсыпки используют при отборе воды из пород, средний диаметр частиц которых 0,1...0,25 мм. В качестве гравийно-песчаной смеси применяют породы с диапазоном гранулометрического состава от 1 до 3...5 мм, с основным содержанием фракций 2...3 мм более 50%.

Для подбора обсыпки проводят механический анализ песков на стандартных ситах, который можно выполнять в полевых условиях. На основании ситуового анализа строят график гранулометрического состава пород в полулогарифмическом масштабе, по которому можно получить все необходимые для расчета данные: d_{10} , d_{50} , $\kappa_n = d_{60}/d_{10}$.

При неоднородном строении водоносного горизонта крупность зерен всей обсыпки подбирают применительно к слою наиболее мелкозернистых песков.

Основным требованиям при устройстве гравийно-обсыпных фильтров отвечает отсортированный, хорошо окатанный гравий с $\kappa_n = 1,5...3$. Такой гравий обеспечивает создание хорошо проницаемых обсыпок с минимальными входными сопротивлениями.

В практике сооружения скважин на воду известны случаи применения гравийных обсыпок с мелкопесчаными, глинистыми и пылеватыми частицами. Такое положение недопустимо. Как правило, в гравийных обсыпках должны быть отмыты фракции размером менее 1 мм. Складируют подготовленный гравийный материал следует на специальных площадках, исключая его загрязнение при погрузочно-разгрузочных работах перед доставкой к месту работ (специальные площадки с твердым покрытием).

Подбирать фракционный состав и толщину гравийной обсыпки нужно с учетом следующих рекомендаций (СНиП II-31-74).

Материал для гравийных обсыпок подбирают по соотношению

$$D_{50}/d_{50}=8...12, \quad (2)$$

где D_{50} — диаметр частиц, меньше которого в обсыпке содержится 50%, мм; d_{50} — диаметр частиц, меньше которого в породе водоносного пласта содержится 50%, мм.

В гравийных фильтрах толщину каждого слоя обсыпки следует принимать: для фильтров, собираемых на поверхности земли, не менее 30 мм; для фильтров, создаваемых в забое скважины, не менее 50 мм.

Механический состав материала при устройстве двух- и трехслойных гравийных обсыпок фильтров надлежит подбирать по соотношению

$$D_2/D_1=4...6, \quad (3)$$

где D_1 и D_2 — средние диаметры частиц материала соседних слоев обсыпки, мм.

Толщина слоя обсыпки должна быть не менее 5...10 D_{50} (Д. Н. Башкатов), что при соотношении невывмываемых частиц песка и обсыпки 1:10 обеспечивает работу фильтра без пескования. Лучше всего использовать отсортированный гравий с коэффициентом неоднородности 1,5...3, что снижает его расщеление. Если применяют неоднородный гравий, то толщина обсыпки должна быть большей (до 100 мм и более). Наиболее надежны в работе фильтры с толщиной обсыпки 150...200 мм и более.

Минимальную толщину гравийной обсыпки следует согласовывать с диаметром зерен:

диаметр зерен, мм	0,75...4	4...12	12...35
толщина слоя, мм	60	70	80

Диаметр гравия подбирают по соотношению (2).

Большие отношения D_{50}/d_{50} приводят к пескованию скважин, что вызывает оседание кровли водоносного пласта и провальные явления у устья скважин. Очень важно, чтобы для обсыпок использовался отсортированный гравий: в этом случае свод образуется в короткое время и скважина не пескует.

Значение межслойного коэффициента можно довести до 20...35 и более при толщине гравийной обсыпки 150...400 мм (И. Ф. Володько).

Наилучший материал для формирования устойчивого фильтра — разнозернистый гравий из карьера с размером фракций для мелкозернистого и среднезернистого песка 2...20 мм (В. А. Барон, Х. И. Якубов). Однако в составе гравийного материала фракций размером 2...7 мм должно быть не менее 50...60%.

Для крупнозернистого и гравелистого песка, при соблюдении равномерного распределения процентного содержания фракций различного размера, можно использовать гравий с размером частиц 2...30 мм. Увеличение содержания крупных частиц больше 40...50% приводит к образованию крупнозернистого фильтра, что способствует возникновению усиленного выноса песка каптируемого пласта в процессе откачки и образованию провальной воронки.

Устойчивость устья скважины сохраняется при толщине слоя гравийной обсыпки 150...200 мм в соотношении

$$D_{50}/d_{50}=30...35. \quad (4)$$

При этом отношение минимального диаметра пор гравия D°_{\min} к среднему диаметру водоносного грунта не должно превышать

$$D^{\circ}_{\min}/d_{50}=7. \quad (5)$$

Правильность подбора гранулометрического состава обсыпки можно определить по соотношению коэффициентов фильтрации гравийного фильтра и грунта водоносной породы. Результаты эксплуатации высокодебитных скважин, построенных в Голодной степи, показывают, что устойчивость стенки и устья

скважин сохраняется при условии

$$\kappa_{гр}/\kappa_{п} = 6...8, \quad (6)$$

где $\kappa_{гр}$ — коэффициент фильтрации гравийной обсыпки, м/сут; $\kappa_{п}$ — коэффициент фильтрации водоносной породы, м/сут.

При подборе granulометрического состава гравийной обсыпки следует учитывать не только состав водоносной породы, но и гидродинамические особенности движения воды в скважине. Поэтому фракционный состав гравийной обсыпки лучше всего подбирать исходя из допустимых скоростей в прифильтровой зоне скважины. Значение допустимой скорости можно регулировать двумя путями: уменьшением размеров частиц обсыпки, так как чем меньше размер фракций, тем больше потери напора при движении; увеличением площади соприкосновения обсыпки с водоносным горизонтом, то есть бурением скважин больших диаметров.

Входную скорость фильтрации, являющуюся критерием гидромеханических условий суффозии, обычно рассматривают независимо от геометрического критерия (D/d) и, как правило, используют для расчета так называемой водозахватной способности скважин:

$$Q_{max} \leq Fv_{\phi}, \quad (7)$$

где Q_{max} — максимальный расход воды, забираемый из скважины, м³/сут; F — площадь фильтрующей поверхности фильтра, м², $F = \pi D_{\phi} l_{\phi}$; D_{ϕ} — диаметр фильтра, м; l_{ϕ} — длина рабочей части фильтра, м; v_{ϕ} — допустимая входная скорость фильтрации, м/сут.

Для гравийных фильтров входную скорость фильтрации рассчитывают по формуле С. В. Избаша и Л. И. Козловой с поправкой В. М. Гаврилко:

$$v_{\phi} = 1000 \kappa_{\phi} (d_{50}/D_{50})^2, \quad (8)$$

где κ_{ϕ} — коэффициент фильтрации водоносной породы, м/сут.

В гравийном фильтре за D_{ϕ} принимают диаметр внешнего контура обсыпки. Преобразовав формулу (7), получают

$$D_{\phi} = Q_{max} / \pi l_{\phi} v_{\phi}. \quad (9)$$

Приведенные рекомендации по использованию допустимых входных скоростей в прифильтровой зоне скважины для определения водозахватной способности и диаметров фильтров — ориентировочные, так как не учитывают неравномерность загрузки фильтра по его длине.

Длину рабочей части фильтра l_{ϕ} (м) принимают в зависимости от мощности водоносного пласта m , водопроницаемости пород κ , производительности скважин Q и конструкции фильтра. В водоносных пластах мощностью до 10 м можно принимать

$$l_{\phi} = m - (1 - 2) m, \quad (10)$$

а в пластах большей мощности

$$l = \alpha m, \quad (11)$$

где коэффициент $\alpha = 0,5...0,8$ (может быть и меньше).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГРАВИЯ ИЛИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА НА ОБСЫПКУ

Расход гравия или пенополистирола зависит от длины фильтров, их диаметров и толщины обсыпки.

При расчете гравийной обсыпки следует учитывать, что при засыпке по межтрубному пространству высота ее должна быть на 3..5 м выше рабочей части фильтра. Запас столба гравия над верхним краем рабочей части фильтра необходим для пополнения обсыпки в случае ее проседания при выносе. При достаточных запасах гравия, небольших глубинах скважин (15..25 м) и длине рабочей части фильтра, не превышающей 10..15 м, целесообразно проводить гравийную обсыпку на всю глубину скважин. В случае, когда по разрезу скважин вскрываются водоносные горизонты малой мощности в виде линз и про-

пластков, которые также необходимо дренировать, гравийную обсыпку целесообразно устраивать вдоль всего ствола скважины до поверхности земли. Сквозная обсыпка будет служить дренаем (типа водопоглощающего колодца) и отводить воду при вертикальной фильтрации в зону фильтра.

При расчете пенополистирольной обсыпки следует принимать длину отстойника 3...5 м для создания запаса гранул пенополистирола.

При устройстве фильтров с уширенным контуром обсыпки в зависимости от их длины расход гравия или пенополистирола на одну скважину может составлять от 5...10 до 50...100 м³ и более.

Количество обсыпки (м³) на 1 м длины фильтра определяют по формуле

$$W = \pi (D_T^2 - d_K^2) \alpha \beta / 4, \quad (12)$$

где D_T — внутренний диаметр обсадной трубы или диаметр каверны при расширении водоприемной части скважины, м; d_K — внешний диаметр каркаса фильтра, м; α — коэффициент, учитывающий возможность увеличения диаметра скважин или каверн, $\alpha = 1,25$; β — коэффициент растекания и усадки обсыпки, $\beta = 1,2$.

Подставив значения коэффициентов в формулу (12), получим

$$W = 1,18 (D_T^2 - d_K^2). \quad (13)$$

Расход гравия или пенополистирола в зависимости от диаметра каркаса фильтра и диаметра ствола скважины на 1 м погонной длины приведен в таблице 4.

Глава II. ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫЕ ОБСЫПНЫЕ ФИЛЬТРЫ

КОНСТРУКЦИЯ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ФИЛЬТРОВ, СОЗДАВАЕМЫХ В ЗАБОЕ СКВАЖИНЫ

Обладая рядом достоинств, гравийная обсыпка, применяемая в фильтрах буровых скважин, имеет ряд существенных недостатков: угловатость формы зерен гравия, не способствующая лучшим условиям фильтрации воды через него; большая плотность твердых частиц; возможность зависания гравия в стволе скважины при закачке; трудоемкость замены фильтра при проведении ремонтных работ и т. д.

Пенополистирольный обсыпной фильтр при заборе воды из песков имеет следующие преимущества по сравнению с обычными гравийными:

при необходимости замены фильтра плавающая обсыпка из гранул полувспененного полистирола может быть вымыта из скважины и каркас фильтра легко извлечен на поверхность. Это позволит восстанавливать производительность скважин в процессе эксплуатации, а также увеличить срок их службы; шаровидная форма гранул обеспечивает более высокую пропускную способность фильтра;

благодаря плавучести гранул пенополистирола не будет происходить их зависание в стволе скважины, как у гравийных обсыпок. Это также будет способствовать заполнению всех каверн в зафильтрованном пространстве и позволит создать надежный фильтр даже при малой толщине обсыпки — 3...5 см;

при малой плотности гранулы полувспененного полистирола обладают довольно высоким пределом прочности, а именно: при плотности 200...800 кг/м³ предел прочности на сжатие изменяется от 4,5 МН/м² до 40...50 МН/м²;

пенополистирол обладает высокой химической стойкостью, что позволит проводить солянокислотные обработки скважины.

Полистирол и пенополистирол не имеют запаха и физиологически безвредны (В. К. Шабратько); пенополистирол не токсичен и поэтому может быть применен в качестве обсыпки фильтров скважин, служащих источником питьевого водоснабжения (Журба, 1978).

Пенополистирол как материал для обсыпки в обсыпных фильтрах химически стоек к действию кислот, растворов щелочей и солей металлов.

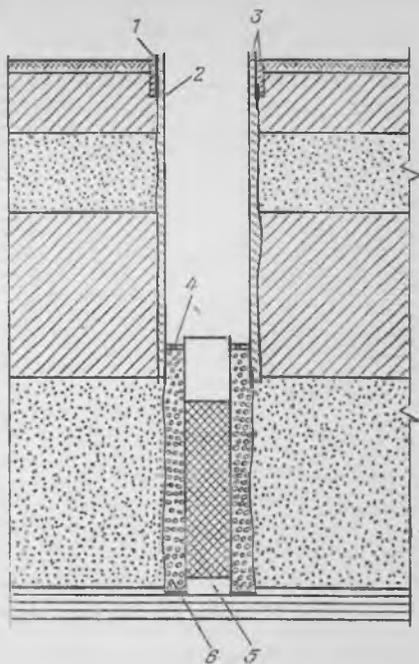
4. Расход обсыпки в м³ на 1 м погонной длины ствола скважины

Тип фильтра	Диаметр каркаса, мм		Диаметр бурения, мм							
	внешний	внутренний	шарошечными долотами				расширителями			
			346	394	445	490	600	700	800	1000
СП-6Ф 7В	200	152	0,094	0,136	0,186	—	—	—	—	—
СП-8Ф 7В	251	203	0,067	0,109	0,159	0,209	—	—	—	—
СП-10Ф 7В	307	255	—	0,072	0,122	0,172	0,313	0,466	0,643	1,067
СП-12Ф 7В	359	307	—	—	0,081	0,131	0,272	0,425	0,602	1,026
СП-14Ф 7В	411	359	—	—	—	0,084	0,225	0,378	0,555	0,979
СП-16Ф 7В	460	408	—	—	—	—	0,175	0,328	0,504	0,928

Примечание. Расчет расхода обсыпки приведен при условии установки фильтров каркасно-стержневого типа, выпускаемых Дрогобытским экспериментально-механическим заводом специального оборудования.

Рис. 11. Схема скважины роторного бурения, оборудованной пенополистирольным обсыпным фильтром:

1 — кондуктор; 2 — эксплуатационная колонна; 3 — цементация затрубного пространства; 4 — перфорированный удерживающий фланец; 5 — фильтровая колонна; 6 — гранулы пенополистирола.



При закачке в скважину гранулы пенополистирола легко транспортируются водой, плотно заполняют зафильтровое пространство и образующиеся в песке каверны, создавая надежный обсыпной фильтр.

Схема скважины роторного бурения, оборудованной пенополистирольным обсыпным фильтром, показана на рисунке 11. Его создают в скважине следующим образом. Гранулы пенополистирола вместе с водой закачивают через бурильные трубы в низ фильтровой колонны, через отверстия в отстойнике они попадают в зафильтровое пространство и всплывают вверх. Для удержания их в зафильтровом пространстве и создания обсыпного фильтра в верхней части надфильтровой трубы устанавливают перфорированный удерживающий фланец.

При необходимости замены пенополистирольного обсыпного фильтра удаляют перфорированный фланец, расположенный в кольцевом зазоре между надфильтровой трубой и эксплуатационной колонной, и при прокачке гранулы вымываются из скважины.

КОНСТРУКЦИЯ ЗОНТИЧНЫХ ФИЛЬТРОВ С ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ОБСЫПКОЙ

В практике оборудования водоприемной части скважин нашли применение гравитационные фильтры. Действие таких фильтров основано на использовании сил тяжести пород, находящихся перед проходными отверстиями фильтров. Несмотря на то что порода не опирается на опорный каркас (щели, ячейки), выноса ее в фильтры не происходит, так как давление фильтрационного потока уравнивается силой тяжести водоносных пород. Гравитационные фильтры применяются в ФРГ, Бельгии и других странах.

Зонтичный фильтр, разработанный К. К. Перевозниковым, конструктивно напоминает корзинчатый фильтр в перевернутом виде, однако работа этих конструкций различна. На частицу породы, находящуюся в корзинчатом фильтре, действуют силы тяжести и фильтрационное давление, которые направлены в одну сторону, что способствует уплотнению гравийных обсыпок. На частицу породы, находящуюся в зонтичном фильтре, действуют те же силы, что и в корзинчатом, однако они направлены противоположно, вследствие чего взвешивающие усилия погашаются, а возможность выноса породы уменьшается. Однако зонтичный фильтр имеет наименьшую производительность по сравнению с другими конструкциями фильтров (сетчатый, корзинчатый и др.). Гравитационные фильтры в общем обладают невысокой производительностью и могут быть рекомендованы для оборудования скважин, подающих воду для небольших сельскохозяйственных объектов.

Зонтичный фильтр с обсыпкой из полувспененных гранул полистирола плотностью 200..800 кг/м³ предназначен для забора воды из тонко- и мелкозерни-

Ташк. обл. С-11
"Октябрь"

6662195

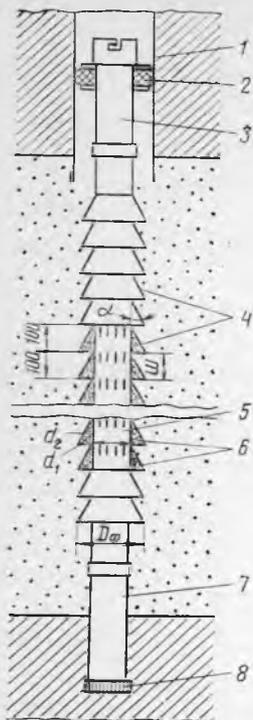


Рис. 12. Зонтичный фильтр с пенополистирольной обсыпкой:

1 — эксплуатационная колонна; 2 — сальник; 3 — надфильтровая труба; 4 — зонтики; 5 — щелевой каркас фильтра; 6 — гранулы пенополистирола; 7 — отстойник; 8 — пробка отстойника.

стых песков. Этот фильтр представляет собой комбинацию гравитационного зонтичного и обсыпного фильтров (рис. 12).

Он состоит из трубчатого каркаса с щелевой перфорацией (длина щелей должна быть 35...40 мм с поясами жесткости 60...65 мм), зонтиков, заполненных двухслойной обсыпкой из гранул пенополистирола: в первом слое, контактирующем с водоносной породой, диаметр гранул d_1 , во втором из крупнозернистых гранул — d_2 . Диаметр d_2 должен быть несколько больше ширины щелей на каркасе фильтра. Зонтики изготовляют высотой 100 мм из листового материала (металл или пластмасса) и приваривают или приклеивают к щелевому каркасу фильтра с шагом $\Pi = 100$ мм.

Обсыпку в фильтре создают следующим образом. Фильтр устанавливают в перевернутом виде расширенной частью зонтиков вверх. В зонтики засыпают крупнозернистую обсыпку диаметром d_2 , высота которой должна быть выше перфорации на 30 мм. Сверху на нее засыпают гранулы пенополистирола, контактирующие с водоносной породой, диаметром d_1 с толщиной слоя не менее 30 мм. После создания обсыпки гранулы должны быть склеены водорастворимым клеем (например, раствором натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы). Клей удерживает гранулы в зонтиках при транспортировке фильтра и установке его в скважину.

При контакте с водой клей растворяется и гранулы удерживаются под зонтиками в рыхлом (свободном) состоянии. При производстве работ в зимнее время гранулы в зонтиках склеивают водой способом замораживания.

Если зонтичный фильтр с пенополистирольной обсыпкой устанавливают в скважину роторного бурения, заполненную глинистым раствором, то гранулы должны быть склеены раствором поливинилового спирта, а наружная поверхность гранул, контактирующих с водоносной породой, — покрыта пленкой из этого же спирта. Это предохранит обсыпку от коагуляции ее глинистым раствором. После установки фильтра и разглинизации водоносного пласта скважину необходимо заполнить 10...25%-ным раствором ингибированной соляной кислоты для растворения поливинилового спирта. В результате обработки соляной кислотой под зонтиками создается рыхлая пенополистирольная обсыпка.

Водозахватную способность ($\text{м}^3/\text{сут}$) зонтичного фильтра с пенополистирольной обсыпкой можно определить по формуле

$$Q = v_{\text{доп}} F_{\text{к}}, \quad (14)$$

где $F_{\text{к}}$ — площадь контакта пенополистирольной обсыпки фильтра с водоносной породой, м^2 ,

$$F_{\text{к}} = 0,785 (D_{\text{ф}}^2 - d_{\text{к}}^2) n; \quad (15)$$

n — число зонтиков на фильтровой колонне; $D_{\text{ф}}$ — наружный диаметр зонтиков, заполненных гранулами пенополистирола, м; $d_{\text{к}}$ — наружный диаметр каркаса фильтра, м; $v_{\text{доп}}$ — скорость фильтрации на границе контакта обсыпки с водоносной породой, м/сут,

$$v_{\text{доп}} = (20...25) \kappa_{\text{ф}}; \quad (16)$$

$\kappa_{\text{ф}}$ — коэффициент фильтрации водоносной породы, м/сут.

Объем гранул пенополистирола, необходимых для заполнения одного зонтика,

$$W_{об} = \pi H (R_{\phi}^2 + R_{\phi} R_K - 2R_K^2) / 3, \quad (17)$$

а объем крупнозернистых гранул крупностью d_2

$$W_{к.з} = \pi h_2^2 \operatorname{tg} \alpha [R_K + (h_2/3) \operatorname{tg} \alpha], \quad (18)$$

где H — высота зонтиков, м; R_{ϕ} — наружный радиус зонтика, заполненного гранулами пенополистирола, м; R_K — радиус каркаса фильтра, м; h_2 — высота слоя крупнозернистой обсыпки, м; α — угол наклона образующей зонтика.

Необходимый объем гранул пенополистирола для заполнения зонтичных фильтров разного диаметра при углах наклона зонтиков 15° и 20° приведен в таблице 5.

5. Объем гранул пенополистирола, необходимый для заполнения 1 м погонной длины зонтичного фильтра при высоте зонтиков 100 мм

Наружный диаметр каркаса D_{ϕ} , мм	$\alpha=15^\circ$				$\alpha=20^\circ$			
	Наружный диаметр фильтра D_{ϕ} , мм	Объем гранул пенополистирола, л			Наружный диаметр фильтра D_{ϕ} , мм	Объем гранул пенополистирола, л		
		крупнозернистого d_2	мелкозернистого d_1	всего		крупнозернистого d_2	мелкозернистого d_1	всего
114	167,6	2,87	3,24	6,11	186,8	3,71	4,98	8,69
140	193,6	3,46	3,84	7,30	212,8	4,84	5,49	10,33
168	221,6	4,09	4,50	8,59	240,8	5,70	6,39	12,09
219	272,6	5,26	5,70	10,96	291,8	7,27	8,02	15,29
273	326,6	6,48	6,97	13,45	343,8	8,93	9,76	18,69
324	377,6	8,45	7,37	15,82	396,8	10,51	11,38	21,89

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ОБСЫПКИ

При выборе плотности гранул пенополистирольной обсыпки необходимо иметь в виду следующее.

При наличии ионов железа или марганца в подземной воде может происходить их сорбция на поверхности гранул пенополистирола. При длительной эксплуатации фильтра это может привести к увеличению потерь напора в обсыпке и снижению дебита скважины. Известно, что сорбционные свойства гранул полистирола зависят от степени их вспенивания. В связи с этим предпочтение имеют полувспененные гранулы с плотностью более 500 кг/м^3 .

Чем больше плотность вспененных гранул, тем выше стоимость обсыпки. С этой точки зрения экономичнее применять гранулы с меньшей плотностью. Отпускная цена 1 т полистирола для вспенивания V фракции рассева (0,4...0,5 мм) принята на ряде заводов страны 400...500 р/т (Журба, 1978).

Стоимость 1 м³ обсыпки в зависимости от плотности вспененных гранул при принятой стоимости полистирола 450 р/т приведена в таблице 6. Объем 1 т исходного гранульного полистирола при пористости 43% принят 1,75 м³.

Одно из основных требований, предъявляемых к пенополистирольной обсыпке, — возможность ее закачки в зафильтровое пространство в процессе сооружения обсыпного фильтра. Но гранулы должны обладать достаточной пластичностью, необходимой для смены каркаса фильтра в процессе ремонта скважин и их профилактики. Наиболее подходят с этой точки зрения гранулы плотностью $\gamma = 200...500 \text{ кг/м}^3$. Поэтому в качестве обсыпки фильтров буровых скважин следует применять полувспененные гранулы с плотностью $200...500 \text{ кг/м}^3$. Они обладают достаточной механической прочностью, меньшей активной поверхностью по сравнению с гранулами, имеющими плотность $\gamma = 100...200 \text{ кг/м}^3$,

6. Стоимость 1 м³ пенополистирольной обсыпки

Показатель	Плотность вспененных гранул, кг/м ³			
	600	500	200	100
Объем обсыпки, полученной из 1 т исходного материала, м ³	2,91	3,5	8,75	17,50
Стоимость 1 м ³ обсыпки, р.	154,6	128,6	51,4	25,7

и относительно небольшой стоимостью. При глубинах скважин более 500 м рекомендуется применять в качестве обсыпки фильтров гранулы плотностью $\gamma = 600 \dots 800 \text{ кг/м}^3$.

Для получения плавающей пенополистирольной обсыпки заданного гранулометрического состава требуемой плотности необходимо знать кинетику вспенивания исходного бисера, зависящую от диаметра исходных гранул, продолжительности вспенивания, вида теплоносителя, условий вспенивания, содержания вспенивающегося агента в бисере.

Для определения плотности гранулированной пенополистирольной обсыпки может быть рекомендован метод математического пересчета плотности вспененных гранул в зависимости от изменения их диаметра. При этом под плотностью пенополистирола следует понимать массу единицы объема материала в плотном теле, но не лишенного пор, заключенных в ячейках самих гранул.

Пренебрегая массой порообразователя, который во время вспенивания полистирола частично улетучивается, можно считать, что масса гранул до и после вспенивания почти не изменяется. Тогда

$$P_n = P_{всп}, \quad (19)$$

$$P_n = \gamma_n V_n, \quad (20)$$

$$P_{всп} = \gamma_{всп} V_{всп}, \quad (21)$$

где γ_n , P_n , $\gamma_{всп}$, $P_{всп}$ — соответственно плотность и масса гранулы до и после вспенивания; V_n и $V_{всп}$ — соответственно объем шарообразной гранулы до и после вспенивания, который определяют в зависимости от диаметров d_n и $d_{всп}$ по формулам:

$$V_n = \pi d_n^3 / 6, \quad (22)$$

$$V_{всп} = \pi d_{всп}^3 / 6. \quad (23)$$

Приравняв правые части уравнений (20) и (21) и подставляя значения V_n и $V_{всп}$ из уравнений (22) и (23), получают

$$(\pi d_n^3 / 6) \gamma_n = (\pi d_{всп}^3 / 6) \gamma_{всп}, \quad (24)$$

откуда

$$\gamma_{всп} = \gamma_n (d_n^3 / d_{всп}^3) \quad (25)$$

Для определения диаметров гранул пенополистирольной обсыпки фильтров буровых скважин с требуемой плотностью необходимо для партии исходного однородного материала провести пробное вспенивание и построить графики, аналогичные представленному на рисунке 13. По оси абсцисс откладывают диаметры исходных гранул полистирола d_n , а по оси ординат — диаметр полувспененных гранул полистирола в зависимости от их плотности. Различные плотности полувспененных гранул полистирола ($\gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_i$) зависят от времени вспенивания гранул.

Диаметры вспененных гранул полистирола будут зависеть от конкретных значений продолжительности вспенивания, вида теплоносителя, требуемой плотности полувспененных гранул и исходного продукта. Перед вспениванием исходный полистирол необходимо просеять через сито для рассортировки его по фракциям. Перед пробным вспениванием ситовым анализом устанавливают

средний диаметр исходного сырья — полистирола и определяют его плотность. После этого вспенивают отдельные порции полистирола с выдерживанием их в кипящей воде определенных промежутки времени (например, 15, 30, 60 с и т. д. с интервалом 30 с) и определяют средний диаметр и плотность каждой порции полувспененных гранул полистирола.

Ситовой анализ зернистого материала проводят путем отсева его на ряде калиброванных сит. Для шаровидных гранул полувспененного полистирола лучше всего использовать сита с прямоугольными отверстиями. При отсутствии калиброванных сит можно изготовить сита из сеток квадратного плетения и провести их калибровку.

Калибр сита определяют диаметром шара, равного по объему наиболее крупным зернам фильтрующего материала, проходящим через данное сито.

Сита калибруют следующим образом. Просеивают через них образец фильтрующего материала, плотность твердых частиц которого известна (например, песок или гравий). После того как просеивание закончено, сито помещают над листом бумаги, закрывают крышкой и сильно встряхивают. При этом на бумагу просеивается некоторое дополнительное число наиболее крупных зерен. Эти зерна подсчитывают, взвешивают на аналитических весах и определяют их средний диаметр, считая их шарами, по следующей формуле

$$d_k = \sqrt[3]{6q/\pi n \gamma}, \quad (26)$$

где d_k — средний диаметр шара, принимаемый за калибр сита, м; q — масса прошедших через сито наиболее крупных зерен, кг; n — число зерен; γ — плотность твердых частиц зерен, кг/м³.

Имея набор калиброванных сит, можно приступать к отсеиванию пенополистирольной обсыпки для установления ее гранулометрического состава и однородности. Из данной порции пенополистирольной обсыпки отбирают среднюю пробу (200 г) и высушивают ее до постоянной массы. Из этого количества высушенного материала берут навеску 100 г (взвешенную с точностью до 0,01 г) и отсеивают ее на наборе калиброванных сит.

Остатки на ситах взвешивают и записывают по форме, приведенной в таблице 7.

7. Результаты ситового анализа пенополистирольной обсыпки

Калибр сита, мм	Осталось на сите		Прошло через сито	
	г	%	г	%
0,25	1,25	1,25	0,20	0,20
0,5	8,36	8,36	1,45	1,45
1,0	50,39	50,39	9,81	9,81
1,5	34,17	34,17	60,20	60,20
2,0	5,63	5,63	94,37	94,37
3,0	0	0	100,00	100,00

По данным таблицы 7 построен график ситового анализа пенополистирольной обсыпки (рис. 14), по которому можно определить основные показатели

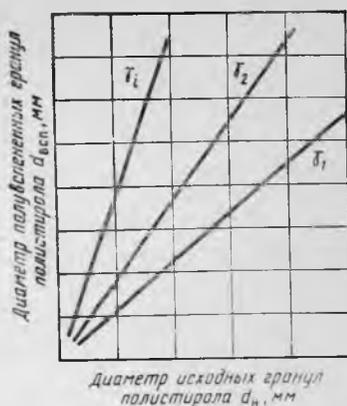


Рис. 13. График для определения диаметров полувспененных гранул полистирола с требуемой плотностью.

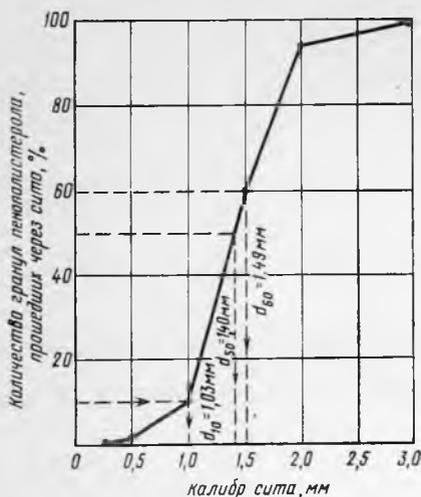


Рис. 14. График ситового анализа пенополистирольной обсыпки.

Для этого следует взять небольшое число гранул и тщательно взвесить их на аналитических весах. Затем с помощью микрометра или микроскопа определить диаметр гранул, их средний диаметр и вычислить плотность по формуле

$$\gamma = 6P / \pi n d_{\text{ср}}^3, \quad (28)$$

где P — масса взятой пробы, г; n — число взятых гранул; $d_{\text{ср}}$ — средний диаметр навески гранул, см.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУВСПЕНЕННОГО ПОЛИСТИРОЛА

Физико-механические свойства пенополистирола в основном определяются плотностью материала и в меньшей степени природой порообразователя (изопентана C_5H_{12}). Бисерный полистирол, из которого приготавливают плавающую обсыпку, — это продукт суспензионной полимеризации стирола в присутствии изопентана.

С химической точки зрения полистирол представляет собой предельный углеводород высокой относительной молекулярной массы, степень полимеризации которого для промышленных образцов меняется от 500 до 2000.

Гранулы пенополистирола, как и гранулы исходного бисера — полистирола, обладают высокой химической стойкостью. Пенополистирол марок ПСВ и ПСВ-С устойчив по отношению к действию сильных (за исключением азотной) и слабых кислот, минеральных агрессивных сред, а также грибков и микроорганизмов даже в тропических условиях. Гранулы пенополистирола высокоустойчивы в водопроводной и морской воде. Разрушается пенополистирол лишь под действием эфиров, кетонов и ароматических углеводов, набухает в бензине и маслах.

Замкнутый характер пор гранул обуславливает ничтожное водопоглощение и обеспечивает их плавучесть в течение неограниченного, с точки зрения практики, периода пребывания в воде. С уменьшением плотности пенополистирола предел прочности на сжатие и растяжение уменьшается.

Зависимости физико-механических свойств пенополистирола от плотности показаны на рисунке 15. Даже при малой плотности гранул ($\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$)

обсыпки. К этим показателям относятся: средний диаметр обсыпки d_{50} ; параметры, определяющие коэффициент неоднородности пенополистирольной обсыпки, а именно: 10%-ный калибр зерен материала (d_{10}), равный такому калибру сита, через которое прошло 10% просеиваемого материала, и 60%-ный калибр (d_{60}), равный такому калибру сита, через который прошло при просеивании 60% зерен.

Коэффициент неоднородности пенополистирольной (гравийной) обсыпки представляет собой отношение 60%-го калибра материала к его 10%-му калибру:

$$\kappa_n = d_{60} / d_{10}. \quad (27)$$

Для пенополистирольной обсыпки, график ситового анализа которой приведен на рисунке 14, $d_{50} = 1,4$ мм, а коэффициент неоднородности $\kappa_n = 1,49 / 1,03 = 1,45$.

При относительно однородном составе пенополистирольной обсыпки среднюю плотность полувспененных гранул можно определить весовым способом.

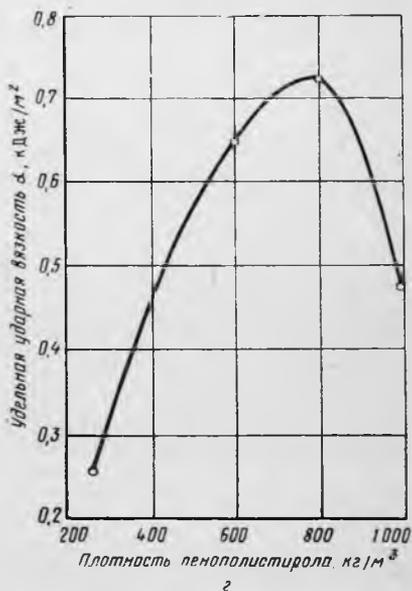
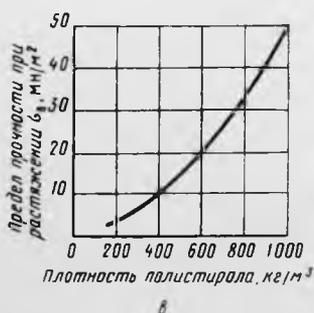
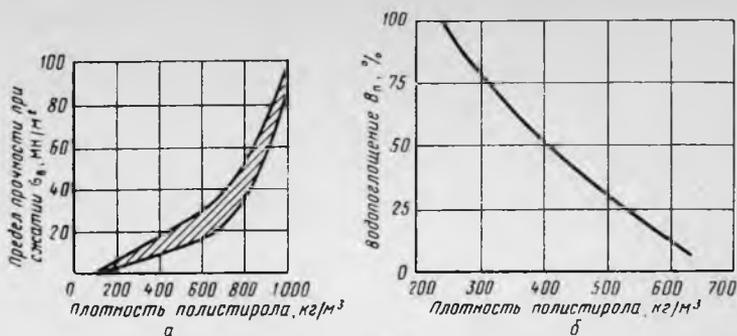


Рис. 15. Изменение физико-механических свойств пенополистирола в зависимости от его плотности:

а — предел прочности при сжатии; б — водопоглощение; в — предел прочности при растяжении; г — удельная ударная вязкость.

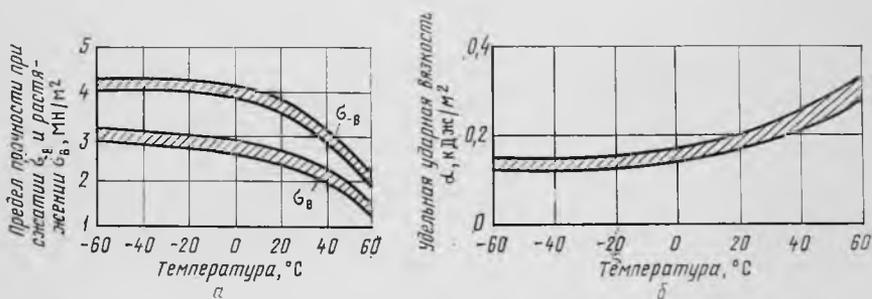


Рис. 16. Изменение физико-механических свойств пенополистирола в зависимости от температуры:

а — предел прочности при сжатии и растяжении; б — удельная ударная вязкость.

пределы прочности на сжатие остаются довольно высокими (2 ... 4,5 МН/м²). Увеличение плотности гранул до 800 кг/м³ приводит к увеличению значений пределов прочности до 40..50 МН/м². Предел прочности пенополистирола при растяжении уменьшается со снижением его плотности и приближается к нулю при плотности менее 200 кг/м³.

Пенополистирол имеет максимальную стойкость к удару при плотности 700...800 кг/м³. Это связано с ориентацией макромолекул полимера. При увеличении плотности пенополистирола более 800 кг/м³, несмотря на увеличение степени ориентации, удельная вязкость его снижается. Это объясняется общим падением прочности, связанным с уменьшением толщины стенок элементарных ячеек.

По своей природе пенополистирол — материал термопластичный, изменяющий свои свойства в зависимости от температуры (рис. 16, а). Предел прочности пенополистирола при сжатии и растяжении с повышением температуры уменьшается, особенно при температуре 60 °С.

Удельная ударная вязкость пенополистирола с повышением температуры увеличивается (см. рис. 16, б). Это объясняется тем, что пенополистирол с повышением температуры начинает размягчаться. В связи с этим его эластические характеристики несколько повышаются.

С уменьшением плотности пенополистирола водопоглощаемость его увеличивается, хотя в абсолютном значении является величиной очень незначительной.

Для создания плавающей обсыпки фильтров буровых скважин рекомендуется применять гранулы пенополистирола марок ПСВ и ПСВ-С. Характеристика гранул пенополистирола марки ПСВ диаметром 0,315...1,25 мм, полученных при вспенивании исходного бисера в кипящей воде в течение 3 мин, приведена в таблице 8 (Журба, 1978).

8. Физико-химические свойства вспененных гранул полистирола (ПСВ)

Диаметр вспененных гранул, мм	Насыпная плотность, кг/м ³	Плотность гранул, кг/м ³	Пористость загрузки, %	Водопоглощение за 8 сут, %	
				массовое	объемное
0,315...0,63	400,23	712	43,8	0,03	0,02
0,63...1,00	140,00	247	43,3	1,10	0,27
1,00...1,25	69,52	126	45,0	1,70	0,21

Министерством здравоохранения СССР разрешено использовать гранулы пенополистирола марки ПСВ (ПСВ) в качестве загрузки фильтров для подготовки питьевой воды после 10-часовой отмывки их в проточной водопроводной воде (Журба, 1978).

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ОБСЫПКИ

Гранулы пенополистирола марок ПСВ и ПСВ-С, пригодные для приготовления плавающей обсыпки фильтров водозаборных скважин, получают беспрессовым методом путем суспензионной полимеризации стирола (Павлов, 1973). Полимеризацию капель мономера проводят в присутствии газообразователя (пентана), инициатора (перекись лаурилола), эмульгаторов (поливиниловый спирт или поливинилпиромидон) и стабилизатора, предохраняющего растущие гранулы от слипания друг с другом.

Достоинство этого метода заключается в том, что сырье снимают с автоклава большими партиями, гранулы транспортабельны и могут быть применены без обработки на месте потребления. Беспрессовым методом на одном и том же оборудовании можно получить пенополистирол разных марок, существенно отличающихся друг от друга.

Легкость вспенивания, высокая водо- и химическая стойкость, хорошие диэлектрические свойства способствуют широкому применению полистирола в различных отраслях народного хозяйства.

Для приготовления плавающей, фильтрующей обсыпки из исходного сырья необходимо вспенить гранулы.

Правильная технология вспенивания позволяет из исходных гранул различного диаметра получить плавающую загрузку с широким диапазоном изменения гранулометрического состава и плотности, удовлетворительными механическими и химическими свойствами.

До настоящего времени гранульный вспененный полистирол не нашел широкого применения в производстве как самостоятельный материал. Поэтому процесс получения вспененных гранул пенополистирола рассматривается в современном его производстве как первая стадия — предвспенивание в общем процессе изготовления звуко- и теплоизоляционных, упаковочных и других материалов.

Наибольшее распространение при массовом производстве получило подвспенивание бисера в гранулы паром с температурой 98...100 °С, кипящей водой и горячим воздухом. Для производственного вспенивания полистирола горячей водой применяют специальные механические вспениватели.

Готовые вспененные гранулы в большом количестве получают на производственных установках, в которых гранулы вспенивают промышленным паром. К таким установкам относятся шнековая машина непрерывного действия, подвспениватель-автоматы типа ССУД/А и ТР-1, чехословацкий барабан «Парадубица», установка СКТВ «Харпластмасс» (создана на базе конструкции американского вспенивателя «Фриголит») и др. (Алексеев, 1969).

Количество исходного материала, необходимое для приготовления плавающей обсыпки фильтров, рассчитывают в зависимости от требуемого размера полувспененных гранул и их плотности.

Перед вспениванием исходный полистирол для рассортировки по фракциям необходимо просеять через сита. Чтобы приготовить небольшую порцию обсыпки, вспенивание проводят в кипящей воде. Продолжительность вспенивания соответственно увеличивается, если воду не доводить до кипения. Полистирол загружают в кипящую воду небольшими порциями и интенсивно перемешивают, так как большие порции могут привести к спеканию вспененных гранул в монолитную массу. Ванну нужно брать больших размеров, чтобы обеспечить вспенивание в свободном объеме из расчета 5 кг вспениваемого материала на 1 м² площади зеркала воды в ванне.

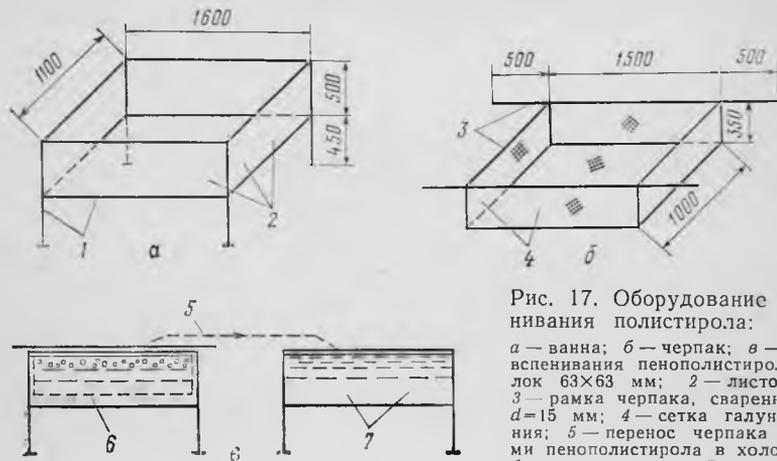


Рис. 17. Оборудование для вспенивания полистирола:

а — ванна; б — черпак; в — технология вспенивания пенополистирола; 1 — уголок 63×63 мм; 2 — листовая сталь; 3 — рамка черпака, сваренная из труб $d=15$ мм; 4 — сетка галунного плетения; 5 — перенос черпака с гранулами пенополистирола в холодную воду; 6 — кипящая вода; 7 — холодная вода.

Вспенивание проводят на воздухе или в оборудованном вытяжной вентиляцией помещении, так как выделяющийся поробобразователь (изопентановая фракция) обладает неприятным запахом, при этом происходит также выделение паров стирола. После вспенивания гранулы пенополистирола необходимо промыть в холодной воде и просушить на воздухе.

Пенополистирольную обсыпку непосредственно в строительном управлении или на буровой площадке готовят следующим образом. Для вспенивания и охлаждения гранул пенополистирола из листовой стали изготавливают две ванны размером $1,6 \times 1,1 \times 0,5$ м, а из сетки галунного плетения — черпак (рис. 17). В одной из ванн кипятят воду, а в другую наливают холодную воду.

Исходный материал (6...7 кг) засыпают в черпак и вместе с ним погружают в ванну с кипящей водой. При попадании в воду гранулы полистирола сначала тонут, но уже через несколько секунд всплывают на поверхность воды и интенсивно увеличиваются в объеме. В кипящей воде гранулы должны находиться в течение времени, определенного при пробном вспенивании. После этого черпак с гранулами вынимают и опускают в ванну с холодной водой, а из нее вспененные гранулы пенополистирола высыпают на подстеленный брезент для просушивания. Гранулированный пенополистирол загружают в бумажные мешки и отправляют на буровую площадку.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАКАЧКИ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В СКВАЖИНУ

Для закачки гранул пенополистирола в зафильтрованное пространство необходимо изготовить пенополистиролопитатель (рис. 18); обратный клапан, устанавливаемый в нижней части отстойника, к которому на левой резьбе присоединяют колонну бурильных труб, и перфорированный удерживающий фланец, который размещают в верхней части надфильтровой трубы в межтрубном пространстве между эксплуатационной и фильтровой колоннами.

Полезный объем полистиролопитателя по загруженному пенополистиролу равен $0,75 \text{ м}^3$. Объем полистиролопитателя можно изменить в пределах $0,5...2 \text{ м}^3$. Смеситель и эжектор служат для смешивания гранул пенополистирола с рабочей жидкостью, подаваемой насосом. Через загрузочный люк загружают гранулы. При помощи контрольного крана проверяют поступление гранул в смеситель. Задвижками регулируют поступление рабочей жидкости к эжектору, гранул в смеситель, а также регулируют подачу воды в корпус полистиролопитателя.

Производительность пенополистиролопитателя в основном зависит от правильной конструкции эжекторного устройства. При его проектировании надо учитывать следующее: скорость выхода рабочей жидкости из сопла должна быть не менее 8 м/с ; при закачке в скважину гранул пенополистирола диаметром $d = 1,5...2$ мм и менее скорость выхода рабочей жидкости из сопла должна быть не менее 15 м/с ; оптимальное расстояние выходного сечения сопла от точки пересечения потоков рабочей и всасывающей жидкости находится в пределах $2,5...4,5$ диаметра сопла; диаметр трубопроводов для гидравлической транспортировки гранул пенополистирола должен быть не менее, чем в $6...7$ раз больше диаметра самых крупных гранул.

Гранулы пенополистирола закачивают в скважину после вскрытия водоносного горизонта и спуска в скважину фильтровой колонны. Если скважину бурят роторным способом с применением глинистого раствора, то предварительно проводят разглинизацию водоносного пласта.

Гранулы пенополистирола в зафильтрованное пространство закачивают при помощи присоединенного по определенной схеме полистиролопитателя (рис. 19). До закачки пенополистирола необходимо оборудовать фильтровую колонну следующим образом. В нижней части отстойника устанавливают обратный клапан, к которому на левой резьбе присоединяют колонну бурильных труб. Ниже клапана в отстойнике должны быть отверстия, через которые гранулы будут поступать в зафильтрованное пространство. В верхней части надфильтровой трубы в межтрубном пространстве между эксплуатационной и фильтровой колоннами устанавливают перфорированный удерживающий фланец,

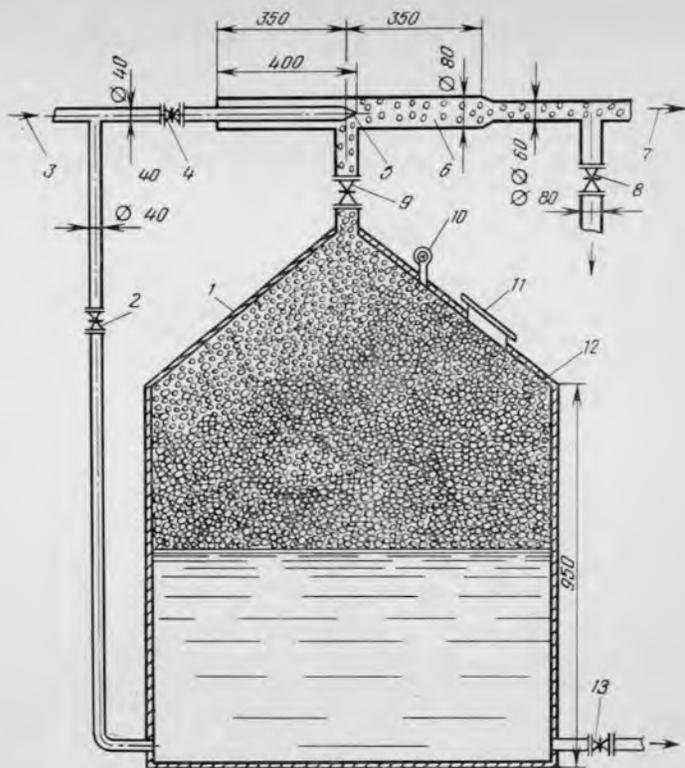


Рис. 18. Схема пенополистиролопитателя:

1 — корпус; 2 — кран для регулирования подачи воды в корпус; 3 — от насоса; 4 — кран для регулирования подачи воды к эжектору; 5 — эжектор; 6 — смеситель; 7 — в скважину; 8 — контрольный кран; 9 — задвижка для регулирования подачи гранул пенополистирола; 10 — манометр; 11 — загрузочный люк; 12 — гранулы пенополистирола; 13 — кран для слива воды.

который будет препятствовать выходу гранул пенополистирола из зафильтрованного пространства. Если скважина неглубокая (до 20...30 м), то перфорированный фланец можно устанавливать в устье скважины, и все зафильтрованное пространство будет заполняться гранулами.

Гранулы пенополистирола закачивают в скважину в следующей последовательности (см. рис. 19). В непосредственной близости от устья скважины устанавливают полистиролопитатель и при помощи резиновых шлангов подсоединяют к грязевому насосу и бурильным трубам, опущенным в фильтровую колонну. Низ бурильных труб соединен с муфтой обратного клапана. При отключенном с помощью задвижек полистиролопитателя грязевым насосом через бурильные трубы проводят прямую промывку скважины чистой водой для очистки зафильтрованного пространства от песка. Одновременно через загрузочный люк в корпус полистиролопитателя загружают пенополистирольную обсыпку. Не прекращая прямой промывки скважины, открывают регулировочную задвижку, и корпус полистиролопитателя заполняется водой. При повышении давления в полистиролопитателе до 0,5...0,6 МПа медленным открытием задвижки осуществляют подачу гранул пенополистирола в смеситель. Попадая в смеситель, гранулы подхватываются потоком воды и транспортируются по бурильным трубам в зафильтрованное пространство. Контроль за поступлением

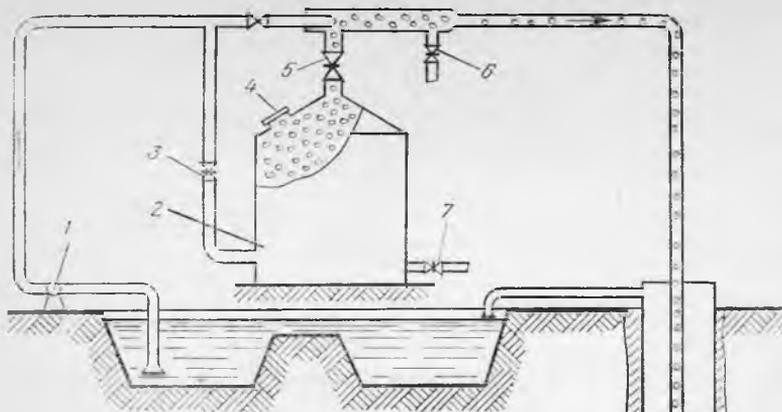


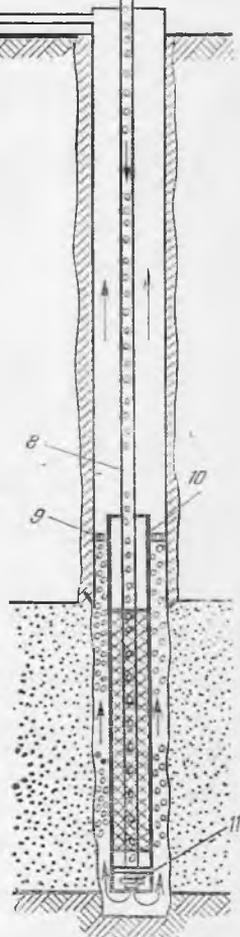
Рис. 19. Схема закачки гранул пенополистирола в скважину:

1 — грязевый насос; 2 — полистиролопитатель; 3, 5, 6, 7 — задвижки; 4 — загрузочный люк; 8 — бурильные трубы; 9 — перфорированный удерживающий фланец; 10 — фильтровая колонна; 11 — обратный клапан.

гранул из корпуса полистиролопитателя в нагнетательную линию осуществляется путем открытия контрольного крана. Выкачав всю загрузку из полистиролопитателя, перекрывают задвижки. Не прекращая циркуляции воды по зафильтровому пространству, спускают воду из полистиролопитателя через задвижку и загружают повторно пенополистиролом. После загрузки процесс закачки обсыпки продолжается до полного заполнения гранулами зафильтрового пространства. Резкое повышение давления на манометре насоса свидетельствует о полном заполнении гранулами зафильтрового пространства.

Первые порции гранул пенополистирола должны быть крупностью не менее $d=5...6$ мм. Объем его должен быть таким, чтобы заполнить пространство между надфильтровой трубой и эксплуатационной колонной на высоту $H=1,5$ м. Эти гранулы будут выполнять роль сальника.

При удалении пенополистирольной обсыпки из зафильтрового пространства извлекают перфорированный удерживающий фланец, и гранулы выносятся из скважины вместе с промывочной водой.



Глава III. ФИЛЬТРЫ-КАРКАСЫ ГРАВИЙНЫХ И ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ ОБСЫПНЫХ ФИЛЬТРОВ

В качестве каркасов гравийных и пенополистирольных обсыпных фильтров лучше всего использовать фильтры с водопримемной поверхностью из провололочной обмотки или просечного листа на основе трубчатых и стержневых каркасов. Причем предпочтение следует отдавать фильтрам на стержневых кар-

касах, при применении которых снижается расход металла. Стержневые фильтры обладают лучшими гидравлическими свойствами и обеспечивают более эффективную работу скважин при длительной эксплуатации в воде неустойчивого химического состава. В этих условиях фильтры могут зарости железистыми и карбонатными отложениями, что приведет к снижению их скважности и уменьшению производительности скважин. Фильтры на стержневых каркасах рекомендуются применять в скважинах глубиной до 200 м.

Представляют интерес шелевые фильтры, изготавливаемые методом плазменной резки (по практике ЛСУ-584 треста «Укрбурвод»), а также стеклопластиковые фильтры конструкции ХСУ-582 треста «Укрбурвод». Применение таких фильтров, практически не подверженных коррозии, позволит значительно увеличить срок службы скважин.

КАРКАСНО-СТЕРЖНЕВЫЕ ФИЛЬТРЫ С ПРОВОЛОЧНОЙ ОБМОТКОЙ

Каркасно-стержневой фильтр с проволочной обмоткой (рис. 20) состоит из соединительных патрубков, металлических стержней, опорных поясов жесткости и спиральной обмотки из нержавеющей проволоки, представляющей собой фильтрующую поверхность.

Соединительные патрубки изготовляют из обсадных труб соответствующего диаметра. Для каждого звена фильтра необходимо два патрубка длиной 250...350 мм со стандартной резьбой на концах. Для соединения звеньев фильтра между собой применяют полумуфты. При соединении звеньев фильтра при помощи сварки на концах патрубков должны быть фаски для сварки.

Металлические стержни изготавливают из обычной пружинной стали Ст 3, Ст 5 или Ст 7 диаметром 10...16 мм. Длину стержней принимают 2...3,5 м, как наиболее удобную для обработки, монтажа и перевозки готовых звеньев фильтра. Для образования каркаса стержни располагают по образующей патрубков на расстоянии 30...40 мм друг от друга. Стержни могут соединяться с патрубками внахлестку электросваркой. В этом случае наружный диаметр фильтра по сравнению с наружным диаметром патрубка увеличивается на двойную толщину стержней. При соединении патрубков со стержнями

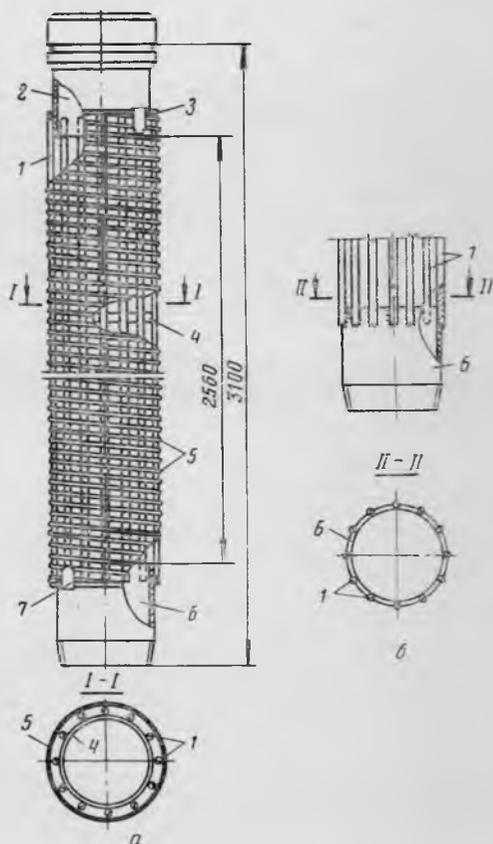


Рис. 20. Каркасно-стержневой фильтр с проволочной обмоткой: а — общий вид; б — соединение патрубка со стержнями «впотаи»; 1 — металлические стержни; 2 — соединительный патрубок с полумуфтой; 3 — торцевое кольцо; 4 — опорный пояс; 5 — обмоточная проволока; 6 — соединительный патрубок с резьбой; 7 — прижимная планка.

«впотай» наружный диаметр фильтра уменьшается на двойную толщину стенки соединительного патрубка. В этом случае стержни закрепляют не на поверхности патрубков, а в специальных прорезях, выполненных фрезерованием. Щели со стороны торцов опорных стержней закрывают торцевыми кольцами, приваренными с двух сторон к трубчатому каркасу.

Опорные пояса, которые устанавливают для придания стержням необходимой жесткости при монтаже каркаса, изготавливают из фланцев листового железа толщиной 10...12 мм, колец или сварные с закладкой кусков металла между стержнями. Пояса жесткости устанавливают через 200 мм по вертикали, если применяют стержни диаметром 10...12 мм; через 300 мм, если стержни имеют диаметр 14 мм, и через 350 мм, если применяют стержни диаметром 16 мм. При установке водоподъемных насосов в эксплуатационной колонне выше фильтров последние целесообразно собирать на опорных кольцах или на опорных фланцах, причем внутренний диаметр фланца должен быть равен внутреннему диаметру соединительного патрубка. После центровки стержней и установки фланцев их скрепляют между собой точечной электросваркой, к концам стержней приваривают патрубки. Концы стержней накладывают на поверхность патрубка на длину 100 мм. Иногда собирают каркасы при помощи сварки на опорных кольцах шириной 20...25 мм из обрезков обсадных труб. При необходимости установки водоподъемных насосов в фильтрах скважин или их отстойниках фильтры рекомендуется собирать на закладках, то есть в тех местах, где должны быть установлены фланцы, между стержнями вставляют квадратки железа и заваривают электросваркой, или на кольцах «впотай», при которых внутренняя и наружная поверхность фильтра не имеют выступающих частей.

Каркасно-стержневые фильтры после сборки очищают химическим или физическим способом от окалины и покрывают антикоррозионным защитным слоем. Лучше всего применять кремнийорганическую краску ВН-30 или полиэтилен. Для обеспечения качественного антикоррозионного покрытия, а также для предупреждения заклинивания опускаемого в скважину водоподъемного оборудования на кольцах и патрубках каркасно-стержневых фильтров снимают фаски.

Толщину стержней, их число, а также размеры и число опорных колец для секции фильтра длиной 3 100 мм принимают в зависимости от диаметра соединительных патрубков (фильтра) в соответствии с данными таблицы 9.

9. Основные данные каркасно-стержневых фильтров

Диаметр патрубка, мм		Металлические стержни		Опорные кольца		
наружный	внутренний	диаметр, мм	число	толщина, мм	ширина, мм	число
127	114	10	8...10	6	25	12
146	132	12	10...12	7	25	12
168	152	12	10...12	8	25	12
219	203	14	14...16	8	25	8
273	255	14	16...18	8	25	8
325	307	16	18...22	9	25	7
377	359	16	22...26	9	25	7
426	408	16	24...28	9	25	7

В нашей стране для спиральной обмотки, образующей фильтрующую поверхность, применяют обычную или из нержавеющей стали мягкую проволоку круглого сечения диаметром 1,5...6 мм. В скважинах длительного действия и в агрессивных водах необходимо применять проволоку из нержавеющей стали (ГОСТ 5632—61) диаметром 1,5...4 мм.

При намотке проволоки в виде спирали образуются щели бесконечной длины, перпендикулярные к оси фильтра. Шаг спиральной намотки для обсыпных

фильтров принимают равным среднему диаметру частиц обсыпки d_{50} , примыкающего к стенкам фильтра. В фильтрах с проволочным покрытием из круглой проволоки создаются благоприятные условия для заклинивания песка в межпроволочном зазоре, что снижает фильтрационные параметры фильтра. Этого недостатка можно избежать, если применять проволоку трапециевидного или треугольного сечения. Практически весьма трудно достигнуть равномерного расстояния между витками проволоки при ее намотке. Отклонения в равномерности намотки на 0,5...1 мм не имеют существенного значения при наличии гравийно-песчаной обсыпки.

Значения скважности фильтра при намотке проволочной спирали в зависимости от диаметра проволоки и шага навивки приведены в таблице 10.

10. Скважность стержневых фильтров с проволочной обмоткой

Ширина просвета между витками, мм	Скважность (%) при диаметре проволоки, мм			
	1,5	2,0	3,0	4,0
0,50	25,0	20,0	14	11,0
0,75	33,0	27,3	20	15,0
1,00	40,0	33,0	25	20,0
1,50	50,0	43,0	33	27,0
2,00	57,0	50,0	40	33,0
2,50	62,5	55,5	45	36,0
3,00	66,0	60,0	50	43,0
3,50	70,0	63,7	54	46,0
4,00	73,0	66,7	57	50,0
4,50	75,0	69,3	60	53,5
5,00	76,9	71,5	62	55,5
5,50	78,5	73,5	64	57,0
6,00	80,0	75,0	66	60,0

Навивку проволочных спиралей выполняют на станках или стендах с ходовым винтом, в супорте которых укрепляется специальное приспособление. В частности, для этой цели можно использовать токарный станок. В начале и конце намотки 4...5 витков укладывают вплотную друг к другу, а затем на эти витки в целях предупреждения разматывания спирали под прямым углом зажимают прижимные планки, приваренные к торцевым кольцам. Между ними навивают спираль с заданным шагом. Шаг витков фиксируют креплением проволоки к 3...4 опорным стержням пайкой мягким припоем или склейкой эпоксидной композицией на основе смолы ЭД-6. При намотке спиралей из железной проволоки диаметром 3...5 мм необходимо сваривать проволоку автогеном швами по образующей. При диаметре фильтра до 200 мм сваривают два шва, при диаметре 250...300 мм — три шва и больше 300 мм — четыре шва.

Нормы расхода проволоки на изготовление 1 м погонной длины проволочного фильтра в зависимости от диаметра проволоки и шага навивки приведены в таблице 11.

В настоящее время налажено централизованное серийное производство фильтров на трубчатой и каркасно-стержневой основе на Дрогобычском экспериментально-механическом заводе специального оборудования и Новосибирском литейно-механическом заводе «Буровая техника».

Секция фильтра типа С...Ф.5В — фильтр с водопримной поверхностью, образованной стальными стержнями, с полумуфтовыми соединениями. Цифра перед буквой Ф обозначает диаметр фильтра в мм, уменьшенный в 25 раз. Эти фильтры рекомендуется применять в скважинах глубиной до 200 м.

Секция фильтра типа СП...Ф.7В или КСП...Ф.13В — фильтр каркасно-стержневой с полумуфтовыми соединениями и водопримной поверхностью из нержавеющей проволочной спирали. Его рекомендуется применять для скважин глубиной до 200 м.

11. Нормы расхода проволоки (кг) на 1 м погонной длины проволочного фильтра

Наружный диаметр фильтра, мм	Ширина просвета между витками проволочной обмотки, мм														
	0,5			1,0			1,5			2,0			3,0		
	Диаметр проволоки														
	2	3	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
168	4,9	8,3	4,2	7,1	10,3	3,5	6,4	8,8	3,1	5,8	8,5	2,2	4,8	6,8	
219	6,4	10,7	5,2	9,3	13,0	4,7	8,3	11,9	4,0	7,5	10,9	3,3	6,4	9,5	
273	7,7	13,4	6,5	11,1	15,8	5,7	10,0	14,5	4,8	8,8	13,3	3,7	7,0	10,8	
325	9,1	15,9	7,4	13,0	18,5	6,5	11,6	16,8	5,2	10,4	15,4	4,6	8,7	12,7	
377	10,5	18,4	8,8	14,8	21,2	7,5	13,2	19,4	6,6	11,9	17,4	5,3	10,0	14,5	

Секции фильтра в колонну соединяют с помощью муфт или полумуфт, приваренных к одному торцу каркаса. Для упрощения сборки фильтров в полевых условиях и сохранения защитных покрытий выпускаются соединительные патрубки длиной 300...400 мм, которые имеют на концах соединительную полумуфту и резьбу. При длине фильтра 7...10 м для его сборки требуется один, а при длине 15...20 м — два соединительных патрубка. Для устройства отстойников выпускаются трубы длиной 1...1,5 м, имеющие на верхнем конце соединительную полумуфту, а на нижнем — заглушку.

Основные размеры фильтров на каркасно-стержневой основе приведены в таблице 12, на основе трубчатых и стержневых каркасов — в таблице 13.

12. Основные размеры фильтров на каркасно-стержневой основе Дрогбычского экспериментально-механического завода специального оборудования

Типовой размер секции фильтра	Диаметр фильтра, мм		Длина секции, мм	Скважность %	Масса секции, кг
	внутренний	наружный			

Стержневые фильтры (каркасы)

С-5Ф.5В	132	174	3 100	51,2	69
С-6Ф.5В	152	196	3 100	53,8	77
С-8Ф.5В	203	247	3 100	58,9	88
С-10Ф.5В	255	301	3 100	62,2	105
С-12Ф.5В	307	352	3 100	60,2	161
С-14Ф.5В	359	405	3 100	60,8	178
С-16Ф.5В	408	454	3 100	61,2	202

Фильтры стержневые с проволоочной обмоткой

СП-5Ф.7В	132	178	3 100±15	28,8 38,5	80 78
СП-6Ф.7В	152	200	3 100±15	31,3 42	89 86
СП-8Ф.7В	203	251	3 100±15	33,5 43,7	103 100
СП-10Ф.7В	255	307	3 100±15	37,5 27,5	131 136
СП-12Ф.7В	307	359	3 100±15	38,7	158
СП-14Ф.7В	359	411	3 100±15	39,1	180
СП-16Ф.7В	408	460	3 100±15	39,2	200

Фильтры стержневые с покрытием просечным листом

СЛ-5Ф.11В	132	176	3 100±15	15...25	81
СЛ-6Ф.11В	152	198	3 100±15	15...25	90
СЛ-8Ф.11В	203	249	3 100±15	15...25	104
СЛ-10Ф.11В	255	303	3 100±15	15...25	122
СЛ-12Ф.11В	307	355	3 100±15	15...25	189
СЛ-14Ф.11В	359	407	3 100±15	15...25	210
СЛ-16Ф.11В	408	456	3 100±15	15...25	237

Примечание. В фильтрах с проволоочной обмоткой проволоку наматывают с шириной просвета 1,5...2,5 мм, диаметр проволоки 2 и 3 мм (для фильтров диаметром более 200 мм).

13. Основные размеры фильтров на основе трубчатых и стержневых каркасов Новосибирского литейно-механического завода «Буровая техника»

Типовой размер секции фильтра	Диаметр фильтра, мм		Длина секции, мм	Скважность, %	Масса секции, кг
	внутренний	наружный			
<i>Трубчатые</i>					
T-4Ф.1В	98...102	114	3 000±10	15,3...23,7	43...48
<i>Трубчатые с проволочной обмоткой</i>					
ТП-4Ф.2В	98...102	128	3 000±10	15...50	55,9...69,2
<i>Трубчатые с сетчатым покрытием</i>					
ТС-4Ф.12В	98...102	128	3 000±10	24	58
ТС-5Ф.12В	130...132	160	3 000±10	24	75
ТС-6Ф.12В	152...154	182	3 000±10	24	88
ТС-8Ф.12В	199...203	233	3 000±10	24	120
ТС-10Ф.12В	253...257	287	3 000±10	24	151
<i>Каркасно-стержневые с сетчатым покрытием</i>					
КСС-4Ф.14В	82	133	3 000±10	24	44
КСС-5Ф.14В	114	165	3 000±10	24	61
КСС-6Ф.14В	136	187	3 000±10	24	66
КСС-8Ф.14В	187	238	3 000±10	24	85
КСС-10Ф.14В	241	292	3 000±10	24	103
<i>Каркасно-стержневые с проволочной обмоткой</i>					
КСП-4Ф.13В	82	128	3 000±10	25...50	59
КСП-5Ф.13В	114	160	3 000±10	25...50	77
КСП-6Ф.13В	136	182	3 000±10	25...50	90
КСП-8Ф.13В	187	233	3 000±10	25...50	122
КСП-10Ф.13В	241	287	3 000±10	25...50	153

ФИЛЬТРЫ С КРУГЛОЙ ИЛИ ЩЕЛЕВОЙ ПЕРФОРАЦИЕЙ И ПРОВОЛОЧНОЙ ОБМОТКОЙ

Трубчатый фильтр с проволочной обмоткой (рис. 21) состоит из перфорированной трубы, опорной проволоки и спиральной обмотки из нержавеющей проволоки, представляющей собой фильтрующую поверхность; на концах трубы имеется стандартная резьба. Для соединения звеньев фильтра между собой применяются полумуфты. При соединении звеньев фильтра при помощи сварки на концах трубы должны быть фаски для сварки.

Каркас трубчатого фильтра с круглой или щелевой перфорацией можно изготавливать из металлических, металлических антикоррозионных, асбестоцементных, пластмассовых, стеклопластиковых, керамических и фарфоровых труб.

В настоящее время наибольшее распространение получили фильтры, изготовляемые из стальных обсадных труб по ГОСТ 632—80, что объясняется наличием таких труб на месте проведения работ, а также простотой механического оборудования, необходимого для сверления проходных отверстий, их можно изготавливать в любых механических мастерских. Размеры наиболее часто используемых труб при изготовлении фильтров приведены в таблице 14.

Целесообразно вместо обсадных труб для изготовления перфорированных каркасов использовать стальные бесшовные трубы по ГОСТ 8732—58 или электросварные трубы по ГОСТ 10706—76, которые при тех же размерах имеют меньшую стоимость. Трубчатые стальные фильтры могут быть со скважностью до 30%, их допускается применять для скважин любой глубины. К недостаткам

14. Обсадные трубы по ГОСТ 632—80

Условный диаметр трубы, мм	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр, мм	Теоретическая масса 1 м, кг
114	114,3	6...8	102,3...98,3	16,0...20,9
146	146,0	6,5...11	133,0...124,0	20,7...36,6
168	168,8	6,5...12	155,3...144,3	25,9...46,2
219	219,1	7...12	205,1...195,1	36,6...61,3
273	273,1	7...12	259,1...249,1	45,9...77,2
324	323,9	9...12	305,9...299,9	70,1...92,6
377	377,0	9...12	359,0...353,0	81,7...108,0
426	426,0	10...12	406,0...402,0	102,7...122,5

таких фильтров следует отнести большой расход металла и трудоемкость в изготовлении.

В качестве материала для изготовления трубчатого фильтра могут быть использованы антикоррозионные металлические трубы, нашедшие применение при сооружении скважин на минеральные и термальные воды, а также в агрессивных подземных водах. Стоимость таких труб примерно в 10 раз больше стоимости труб бурового сортамента. Реже для этих целей применяют чугунные трубы, для которых предельная скважность составляет до 15%.

Трубчатые асбестоцементные фильтры изготавливают из асбестоцементных труб по ГОСТ 539—73. Они имеют скважность до 15% и могут работать в условиях коррозионного воздействия подземных вод в скважинах глубиной до 200 м. К недостаткам таких фильтров относится большая хрупкость материала, что затрудняет их транспортировку и спуск в скважину. Звенья фильтра соединяют между собой с помощью муфт на заклепках, реже на резьбе.

Трубчатые пластмассовые фильтры изготавливают из полиэтиленовых (ГОСТ 18599—73), поливинилхлоридных (ТУ МХП 6-05-1573—72), винилпластовых (МН 1427—61) труб и др. Секции фильтров соединяют между собой с помощью муфт, сварки, на резьбе, заклепках. Эти фильтры со скважностью до 30% можно применять для каптажа агрессивных под-

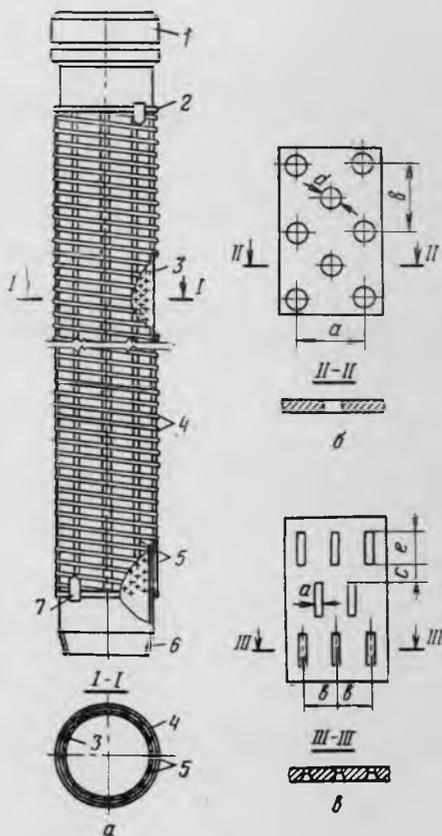


Рис. 21. Трубчатый фильтр с проволоочной обмоткой:

a — общий вид; *б* — разбивка круглых отверстий на трубе; *в* — разбивка прямоугольных щелей на трубе; *1* — полу-муфта; *2* — торцевое кольцо; *3* — перфорированная труба; *4* — обмоточная проволока; *5* — опорная проволока; *6* — резьба; *7* — прижимная планка.

земных вод при глубине скважин до 200...300 м. Они имеют небольшую массу и меньшие гидравлические сопротивления при движении воды внутри фильтра, легко разбуиваются при ремонтных работах. Однако при длительной эксплуатации они подвержены старению.

Трубчатые фильтры из стеклопластиковых труб обладают достаточно высокой прочностью и стойкостью против коррозионного воздействия подземных вод, не подвержены старению, имеют небольшую массу. Однако эти фильтры дороги. При перфорации отверстий в трубах нарушается сплошность волокон и снижается прочность. То же относится и к случаю нарезки резьбы механическим способом. Секции фильтров соединяют между собой при помощи муфт, заклепок, на клею.

Трубчатые фильтры из керамических и фарфоровых труб могут работать в условиях коррозионного воздействия подземных вод при глубине скважин до 50...60 м. Они не подвержены старению, но дороги и хрупки. Соединение звеньев фильтра между собой раструбное.

Отверстия круглой формы в трубчатом каркасе высверливают сверлом. В ряде организаций созданы многошпindleльные автоматы для перфорации обсадных труб. В пластмассовых трубах может быть применен термический способ проделывания отверстий. Диаметр отверстий в фильтре с проволоочной обмоткой может быть увеличен до $d=10...25$ мм. Круглые отверстия на трубах располагают в шахматном порядке (см. рис. 21, б). Обычно расстояние между центрами круглых отверстий по длине трубы составляет $2,1...3,5 d$, где d — диаметр отверстия.

Расстояние между осями круглых отверстий вдоль оси труб составляет в зависимости от диаметра труб и отверстий $b=15...35$ мм, а по окружности трубы это расстояние составляет $a=20...50$ мм. При разбивке отверстий на

15. Размеры и расположение круглых отверстий на фильтрах, изготавливаемых из стальных труб

Наружный диаметр трубы, мм	Диаметр отверстий, мм	Расстояние между центрами отверстий, мм		Число отверстий на 1 м погонной длины трубы	Скважность, %
		по длине	по окружности		
114	10	17	22	944	20,6
	12	18	25	784	24,6
	16	20	35	500	28,0
168	12	18	25	1 176	25,2
	16	20	35	750	28,6
	18	23	37	602	29,0
219	16	20	35	1 000	29,2
	20	25	44	640	29,2
	22	25	55	520	28,6
273	16	20	35	1 200	28,1
	20	25	44	760	27,8
	22	25	55	640	28,3
325	16	20	35	1 450	28,6
	20	25	45	920	28,3
	24	33	50	660	29,2
377	20	25	45	1 125	29,8
	22	28	45	910	29,1
	24	33	50	792	30,2
426	20	25	45	1 200	28,2
	22	28	45	1 050	29,7
	24	33	55	792	26,8

фильтрах, изготовляемых из стальных труб и предназначенных в качестве каркасов для покрытия проволоочной обмоткой, можно использовать данные, приведенные в таблице 15.

С точки зрения улучшения гидравлических характеристик фильтра щели на трубчатых каркасах лучше располагать горизонтально. Однако при этом существенно снижаются прочностные свойства труб, поэтому в практике получили применение фильтры с вертикальным расположением щелей. В фильтрах с щелевыми отверстиями расположение щелей чаще всего бывает поясное в шахматном порядке (см. рис. 21, в). Расположение щелей может быть еще поясное простое и поясное в шахматном порядке без поясов связи. Ширину щелей принимают равной $a=10..30$ мм при их длине $l=30..100$ мм. Расстояние между осями щелей по горизонтали должно быть в 10 раз больше ширины щелей, то есть $b=10a$. Высота пояса связи, то есть расстояние между рядами щелей по вертикали, равна $c=10..20$ мм. При соблюдении приведенных соотношений скважность каркасов фильтров для различных диаметров с отверстиями в виде щелей составляет 7...10%.

16. Основные размеры фильтров на основе трубчатых каркасов Дрогобычского экспериментально-механического завода специального оборудования

Типовой размер секций фильтра	Диаметр фильтра, мм		Длина секции, мм	Скважность, %	Масса секции, кг
	внутренний	наружный			

Трубчатые перфорированные фильтры

T-5Ф.1В	132	146	3 100±15	13,5...22,5	69
T-6Ф.1В	152	168	3 100±15	13,5...19,3	91
T-8Ф.1В	203	219	3 100±15	15,0...18,1	118
T-10Ф.1В	255	273	3 100±15	17,6...18,5	168
T-12Ф.1В	307	325	3 100±15	18,5	195
T-14Ф.1В	359	377	3 100±15	18,5	227
T-16Ф.1В	408	426	3 100±15	18,0	259

Фильтры трубчатые с проволоочной обмоткой

ТП-5Ф.2В	132	160	3 100±15	36,0	82
				51,0	80
ТП-6Ф.2В	152	182	3 100±15	39,5	106
				51,2	103
ТП-8Ф.2В	203	293	3 100±15	39,7	136
				51,3	133
ТП-10Ф.2В	255	289	3 100±15	33,8	203
				41,9	198
ТП-12Ф.2В	307	341	3 100±15	45,3	229
ТП-14Ф.2В	359	393	3 100±15	45,9	269
ТП-16Ф.2В	408	442	3 100±15	45,7	304

Фильтры трубчатые с покрытием просечным листом

ТЛ-5Ф.4В	132	160	3 100±15	15...25	82
ТЛ-6Ф.4В	152	182	3 100±15	15...25	107
ТЛ-8Ф.4В	203	233	3 100±15	15...25	137
ТЛ-10Ф.4В	255	287	3 100±15	15...25	190
ТЛ-12Ф.4В	307	339	3 100±15	15...25	223
ТЛ-14Ф.4В	359	391	3 100±15	15...25	259
ТЛ-16Ф.4В	408	440	3 100±15	15...25	294

Примечание. В фильтрах с проволоочной обмоткой проволоку наматывают с шириной просвета 1,5 и 2,5 мм; диаметр проволоки 2 и 3 мм (для фильтров диаметром более 200 мм).

Щели должны иметь трапецеидальное сечение с расширением внутрь трубы (рис. 21, а) во избежание заклинивания их частицами породы. Края щелей должны быть ровными и гладкими. В связи с этим нарезать щели dobroкачественно можно только холодным способом при помощи фрезы. В настоящее время широко распространен способ нарезания щелей на стальных трубах автогенным аппаратом. При использовании автогенной резки щелей наблюдается значительное искривление труб, щели получают неправильной формы с рваными краями, что способствует развитию процессов коррозии и накоплению осадков в проходных отверстиях.

Перфорированные трубы трубчатых фильтров очищают химическим или физическим способом от окалины и покрывают антикоррозийным слоем. Лучше всего применять кремнийорганическую краску ВН-30 или полиэтилен. Для обеспечения качественного нанесения покрытий отверстия на трубах должны иметь радиусные фаски (см. рис. 21, б).

Водоприемную поверхность из проволочной обмотки выполняют точно так же, как и для фильтров на каркасно-стержневой основе. Проволочная спираль опирается на опорную проволоку из стали марок Ст 3 и Ст 5 диаметром 5...10 мм, уложенную и закрепленную вдоль оси трубчатого каркаса. Благодаря этим опорам существенно улучшаются гидравлические характеристики фильтра.

Основные размеры фильтров на основе трубчатых каркасов, изготавливаемых серийно на Дрогобычском экспериментально-механическом заводе специального оборудования, приведены в таблице 16.

Секция фильтра типа Т...Ф1В — фильтр из стальной трубы, перфорированной круглыми отверстиями, с полумуфтовыми соединениями. Эти фильтры можно применять в скважинах любой глубины.

Секция фильтра типа ТП...Ф2В — фильтр с каркасом на стальной трубе, перфорированной круглыми отверстиями с полумуфтовыми соединениями и водопримной поверхностью из нержавеющей проволочной спирали. Их можно применять в скважинах любой глубины.

ФИЛЬТРЫ С ВОДОПРИЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ИЗ ШТАМПОВАННОГО ПРОСЕЧНОГО ЛИСТА

Фильтр с водопримной поверхностью из штампованного просечного листа на трубчатой основе (рис. 22, а) состоит из перфорированного трубчатого каркаса, по поверхности которого навита прокладочная проволока, резиновый или хлорвиниловый шнур диаметром 5...10 мм с шагом 60...100 мм. Проволоку или шнур закрепляют в начале и конце секции фильтра при помощи прижимных планок. Благодаря этой навивке между трубчатым каркасом и листом создается дренажное устройство, отводящее воду внутрь фильтра. Штампованный просечный лист из нержавеющей стали (ГОСТ 5282—75) толщиной 0,7...1 мм с отверстиями различной конфигурации и скважностью от 18 до 25...30% накладывают на опорную проволоку и крепят прерывистым швом электросварки. Торцевые щели закрывают кольцами, приваренными к трубчатому каркасу.

Фильтр с водопримной поверхностью из штампованного просечного листа на каркасно-стержневой основе (см. рис. 22, б) выполняют аналогично фильтрам на трубчатой основе, но без прокладочной спирали, то есть монтаж просечного листа осуществляют непосредственно по стержням каркаса.

В нашей стране широко применяют изделия из штампованных листовых материалов, которые могут быть использованы в качестве водопримных поверхностей на фильтрах. Так, Харьковский штамповочный завод им. М. В. Фрунзе выпускает штампованный листовый материал с проходными отверстиями любой заранее заданной формы из простой стали, латуни, нержавеющей стали, оцинкованного железа и др. Для установки в скважинах лучше всего использовать нержавеющую сталь толщиной 0,7...1 мм, которая отличается коррозионной устойчивостью и не требует особых защитных покрытий.

При использовании перфорированного листа в качестве водопримной поверхности обсыпных фильтров наиболее предпочтительными будут листы с про-

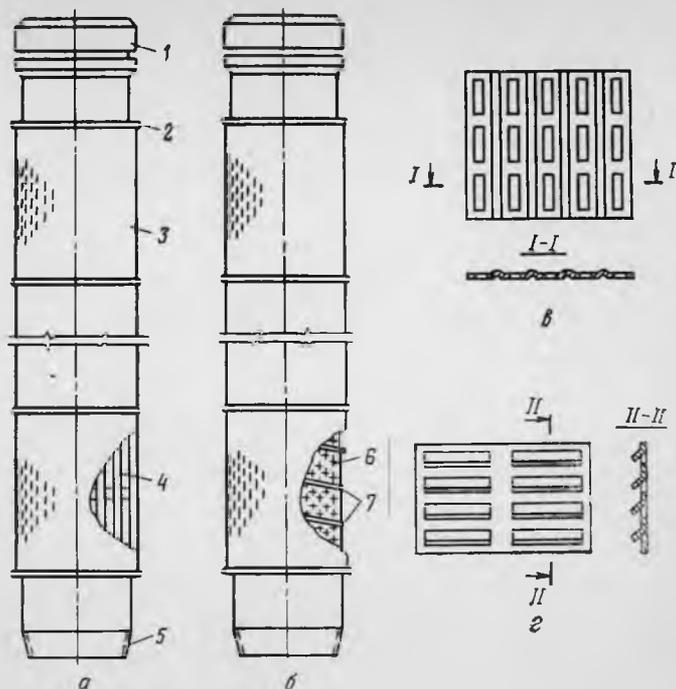


Рис. 22. Фильтры с водоприемной поверхностью из штампованного просечного листа:

a — на каркасно-стержневой основе; *б* — на трубчатой основе; *в* — штампованный лист с прямоугольными отверстиями и ребрами жесткости; *г* — штампованный лист с прямоугольными отверстиями и нависающими над ними козырьками; *1* — полумуфта; *2* — торцевое кольцо; *3* — штампованный просечной лист из нержавеющей стали; *4* — каркасно-стержневой фильтр; *5* — резьба; *6* — перфорированная труба; *7* — прокладочная проволока

сечными круглыми отверстиями диаметром 2...6 мм, или просечные листы с прямоугольными отверстиями, расположенными полосами или в шахматном порядке и имеющими ширину 2...6 мм и длину 8...50 мм. Можно также использовать штампованные листы с прямоугольными отверстиями и продольными ребрами жесткости (см. рис. 22, *в*), а также штампованные листы с прямоугольными отверстиями и нависающими над ними козырьками (см. рис. 22, *г*). Эти козырьки создают благоприятные условия для образования гравийной обсыпки на контуре фильтра.

К достоинствам фильтров с водоприемной поверхностью из штампованного просечного листа можно отнести следующее: освоенный серийный выпуск штампованных листов, простота их изготовления и точное положение щелей на водоприемной поверхности. К недостаткам относятся: относительно небольшой процент скважности, наличие острых кромок в проходных отверстиях, вызывающих повышенное сопротивление фильтров за счет сжатия струи при входе воды в фильтр, и относительно небольшая толщина фильтрующей поверхности, то есть отсутствие в ней запаса на случай коррозионного разрушения.

Основные размеры фильтров с покрытием просечным листом на основе трубчатых и стержневых каркасов, изготовляемых на Дрогобычском экспериментально-механическом заводе специального оборудования, приведены в таблицах 12 и 16.

Секция фильтра типа СЛ...Ф.11В — фильтр каркасно-стержневой с полумуфтовыми соединениями и водоприемной поверхностью из нержавеющей просечного листа. Эти фильтры можно применять в скважинах глубиной до 200 м.

Секция фильтра типа ГЛ...Ф.4В — фильтр с каркасом из стальной трубы, перфорированной круглыми отверстиями, с полумуфтовыми соединениями и водоприемной поверхностью из нержавеющей просечного листа. Их можно применять в скважинах любой глубины.

СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЕ ФИЛЬТРЫ КОНСТРУКЦИИ ХАРЬКОВСКОГО СУ-582 ТРЕСТА «УКРБУРВОД»

В настоящее время для изготовления фильтров буровых скважин широко применяют стальные обсадные трубы, а также пластмассовые, в которых с помощью механической обработки получают круглую или щелевую перфорацию. Указанная технология включает в себя большой процент ручного труда, до 30% материала уходит в стружку. При этом стальные трубы подвержены коррозии, а полиэтиленовые и поливинилхлоридные имеют низкие прочностные характеристики. В связи с широким внедрением обратновсасывающего способа промывки при бурении дебиты скважин достигают 300...400 м³/ч и более. Это требует применения для оборудования таких скважин фильтров с повышенной скважностью. Кроме того, в подавляющем большинстве обычно применяемые фильтры имеют однослойное покрытие на том или другом каркасе и легко подвержены механическим повреждениям во время установки их в скважины.

Стеклопластиковый фильтр, имеющий объемно-сетчатую многослойную структуру, не имеет указанных недостатков.

Фильтры изготавливают методом косой — перекрестной намотки на гладкой цилиндрической оправке, на поверхности которой формируется сетчатая структура. Диаметр отверстий между жгутами регулируют при навивке, он может составлять 0,5...5 мм. Скважность фильтров колеблется от 15 до 60%.

При создании стеклопластиковых фильтров применяют связующее вещество на основе эпоксидно-диановых олигомеров. Эти связующие используют для изготовления различных покрытий, контактирующих с пищевыми средами и применяемых в системе хозяйственно-питьевого водоснабжения. В 1977 г. получено разрешение Министерства здравоохранения СССР (№ 121—14/1143—14 от 19.04.77) на применение эпоксидного компаунда (состав: эпоксидная смола ЭД-16 или ЭД-20, полиэтиленполиамин, ацетон) в качестве связующего в стеклопластиковых фильтрах.

Использование эпоксидных смол связано с тем, что они обладают высокой адгезией к стеклу, химической стойкостью, водостойкостью, низким водопоглощением, технологичны. Покрытия, полученные из эпоксидных смол, после отверждения устойчивы к действию многих химических веществ, что очень важно при эксплуатации скважин с высокоминерализованной водой.

В качестве наполнителя применяют некрученный ровинг с разным числом первичных стеклонитей на прямом замасливателе из алюмоборосиликатного стекла. Используют марки ровингов в диапазоне от РБН-10-420—78 до РБН-10-2520—78.

Фильтры изготавливают на промышленной установке (рис. 23), состоящей из каркаса, на котором крепится привод, гитара шестерен, патрон, оправка, цепь и звездочки, направляющая, каретка с нитеводителем, муфта для включения движения каретки. Кроме того, установка включает в себя шпулярники, пропиточную ванну, устройство для съема избытка связующего, натяжитель.

Намотку осуществляют по следующей технологической схеме. На шпулярник надевают необходимое число бобин, нити которых собирают в общую прядь, пропускают сквозь разделительную гребенку и пропиточную ванну, устройство для съема избытка связующего, натяжитель и пазы нитеводителя. Далее прядь крепят к оправке. Включают муфту, каретка приобретает возвратно-поступательное движение и стеклонити наматываются на вращающуюся оправку.

Намотка фильтра объемно-сетчатой многослойной структуры состоит из нескольких циклов. За цикл намотки принимают двойной ход нитеводителя, который необходим для возврата стеклонити в исходную точку на оправке. Число двойных ходов нитеводителя зависит от формирования необходимого

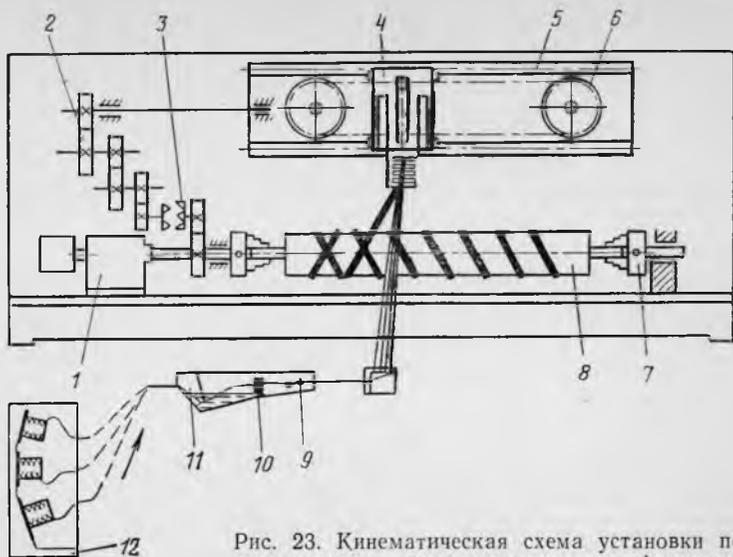


Рис. 23. Кинематическая схема установки по изготовлению стеклопластиковых фильтров:

1 — привод; 2 — гитара шестерен; 3 — муфта включения; 4 — каретка с нитеводителем; 5 — направляющая; 6 — звездочка; 7 — патрон; 8 — оправка; 9 — натяжитель; 10 — устройство для сьема избытка связывающего; 11 — пропиточная ванна; 12 — шпулярник.

числа слоев сетчатой структуры и устанавливается на счетчике. После изготовления заданного числа слоев счетчик автоматически отключается и останавливает движение нитеводителя. Фильтр готов, но оправка продолжает еще вращаться в течение 15 мин. Это время необходимо для предварительного отверждения изделия. Отверждение проходит при температуре 50°C. Нагревание оправки и фильтра осуществляют лампами ИК-3. Установленная мощность установки — 21 кВт, в том числе электродвигателя — 3 кВт и ламп ИК-3 — 18 кВт.

Технологическая схема изготовления стеклопластиковых фильтров показана на рисунке 24. После предварительного отверждения оправка вместе с фильтром подается в камеру полимеризации, где фильтр в течение 2,5...3 ч подвергается термообработке при температуре 80...100°C. Для равномерного по всему телу фильтра отверждения оправка в камере полимеризации находится во вращении. Оправку заподимеризованного и охлажденного фильтра снимают на специальном съемном устройстве.

17. Характеристика стеклопластиковых фильтров, изготовленных в Харьковском СУ-582 треста «Укрбурвод»

Показатели	Внутренний диаметр фильтра, мм			
	168	273	377	426
Толщина стенки, мм	12...15	12...15	15...20	15...20
Диаметр отверстий между жгутами, мм	0,5...5	0,5...5	0,5...5	0,5...5
Длина звена фильтра, мм	3 400	3 400	3 400	3 400
Масса 1 м погонной длины фильтра, кг	16,4	25,3	32,7	37,3
Скважность фильтров, %	30...60	30...60	30...60	30...60

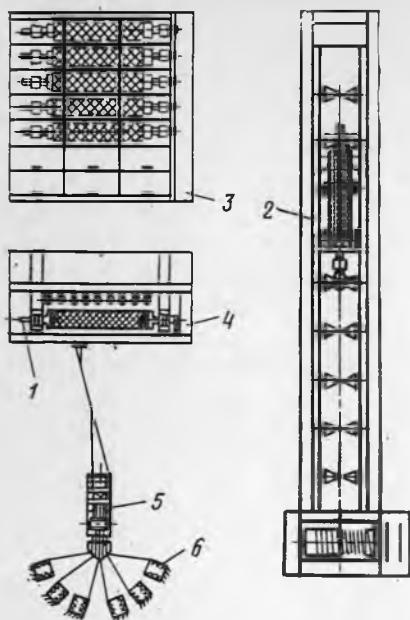


Рис. 24. Технологическая схема изготовления стеклопластиковых фильтров:

1 — оправка с фильтром; 2 — съемочное устройство; 3 — камера полимеризации; 4 — установка по намотке фильтров; 5 — пропиточная ванна; 6 — шпательник.

скому зарастанию, то есть срок службы их весьма длительный. Они в несколько раз легче металлических фильтров. При производстве их нет отходов материалов.

Стоимость 1 м погонной длины трубчатых фильтров диаметром 273 мм, выпускаемых Дрогобычским экспериментально-механическим заводом специального оборудования, составляет 37,6 р., а стеклопластиковых фильтров такого же диаметра — 28 р., то есть экономия на 1 м погонной длины фильтра составляет 9,6 р.

Стеклопластиковые фильтры рекомендуется использовать при гидрогеологических изысканиях, для строительного водопонижения, устройства дренажей, а также для сооружения скважин технического и питьевого водоснабжения.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЩЕЛЕВЫХ ФИЛЬТРОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ

Для механизированной воздушно-плазменной резки черных и цветных металлов в стационарных условиях применяют установку ПРФЛМ-1 (плазменная резка фильтров конструкции Е. Н. Ляховского и З. О. Мороза). Она позволяет осуществлять как прямолинейную, так и фигурную резку листов, труб и других изделий. На ней можно получать фаски под угол 45°. Установку можно компоновать с любым механизмом, осуществляющим равномерное перемещение плазмотрона или разрезаемого изделия.

Установка ПРФЛМ-1 обеспечивает прерывистое резание трубы плазмотроном без перерыва горения режущей дуги, а при частом зажигании дуги уско-

Возможность изменения шага намотки (а значит и размера отверстий), числа слоев намотки (толщины фильтра), толщины нитей, диаметра оправок обеспечивает создание широкого диапазона стеклопластиковых фильтров с различными гидравлическими и механическими характеристиками.

На промышленной установке Харьковского СУ-582 изготовлены шестислойные стеклопластиковые фильтры нескольких типовых размеров: с внутренним диаметром 168, 273, 377, 426 мм (табл. 17).

Как правило, дебит скважин, оборудованных стеклопластиковыми фильтрами, в 1,25...2 раза выше дебита скважин, оборудованных фильтрами другого типа.

Стеклопластиковые фильтры имеют значительные преимущества перед сетчатыми. Они обладают хорошими гидравлическими свойствами, суммарное сопротивление «фильтр — прифилтровая зона», характеризующее несовершенство скважин по характеру вскрытия пласта, составляет 2...5,5 против 25...77 у скважин с сетчатыми фильтрами.

Стеклопластиковые фильтры способствуют улучшению фильтрационных свойств призабойной зоны. Их можно многократно использовать на водопонижительных скважинах. Материал, из которого они сделаны, устойчив к коррозионным воздействиям воды и породы. Фильтры не поддаются электрохимическому зарастанию, то есть срок службы их весьма длительный. Они в несколько раз легче металлических фильтров. При производстве их нет отходов материалов.

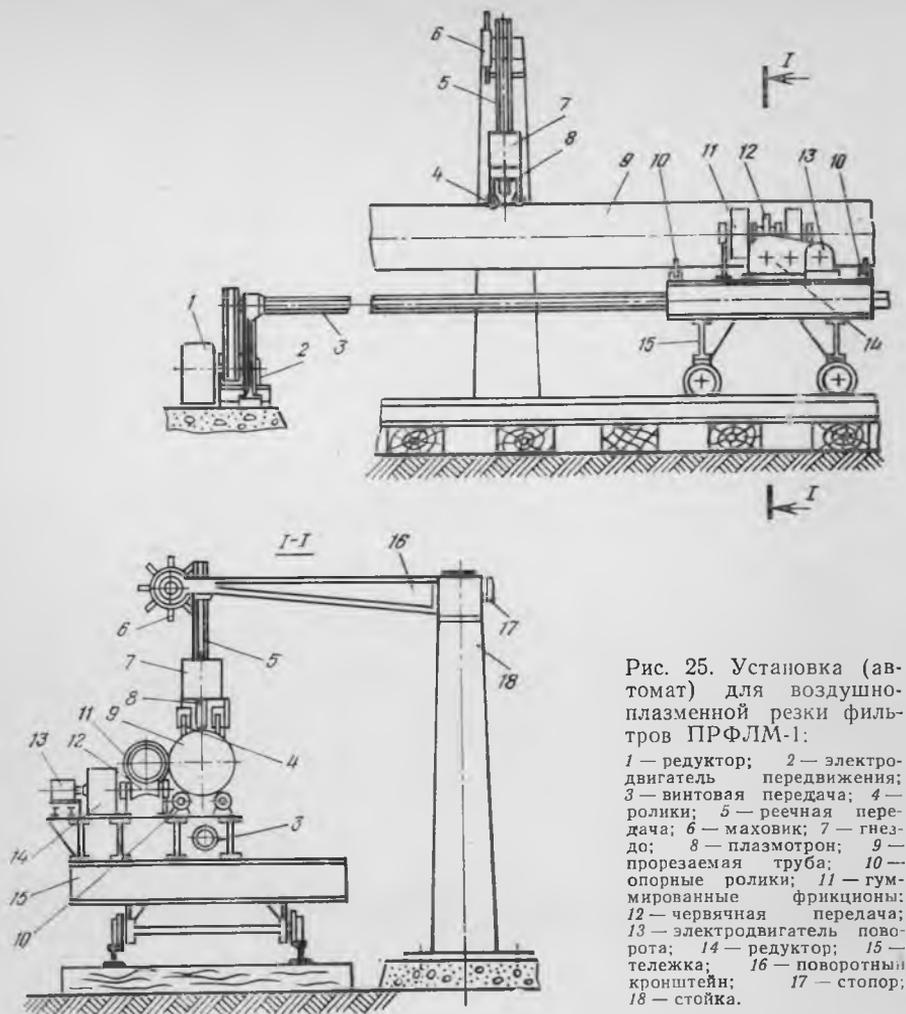


Рис. 25. Установка (автомат) для воздушно-плазменной резки фильтров ПРФЛМ-1:

1 — редуктор; 2 — электродвигатель передвижения; 3 — винтовая передача; 4 — ролики; 5 — реечная передача; 6 — маховик; 7 — гнездо; 8 — плазматрон; 9 — прорезаемая труба; 10 — опорные ролики; 11 — гуммированные фрикционы; 12 — червячная передача; 13 — электродвигатель поворота; 14 — редуктор; 15 — тележка; 16 — поворотный кронштейн; 17 — стопор; 18 — стойка.

ренно расходуются медные электроды с гафниевыми наконечниками, сопла и преждевременно выходит из строя система управления, в частности, конденсаторы и высоковольтный блок.

Прерывистое резание без перерыва горения дуги достигается тем, что в установке для плазменной резки предусмотрены механизмы, перемещающие разрезаемый металл с изменяющейся скоростью, а в системе управления, с увеличением скорости перемещения разрезаемого металла, синхронно снижает сила тока режущей дуги.

Установка (рис. 25) состоит из тележки с опорными роликами, на которые устанавливается прорезаемая труба. Под действием собственной массы труба прижимается к гуммированным фрикционам, приводимым во вращение электродвигателем поворота через редуктор и червячную передачу. Передвигается тележка винтовой передачей, приводимой электродвигателем переменного тока с фазным ротором через редуктор. Плазматрон помещен в гнездо, ролики ко-

того обеспечивают необходимый зазор между плазмотроном и прорезаемой трубой. Вертикальное перемещение плазмотрона с гнездом осуществляется через ременную передачу вручную маховиком. Перед установкой прорезаемой трубы узел плазмотрона отводится при помощи поворотного кронштейна, положение которого фиксируется в гнезде стойки стпором.

Установка работает следующим образом. Прорезаемая труба устанавливается на опорные ролики таким образом, чтобы ее центр тяжести приходился на тележку. Над трубой устанавливается узел плазмотрона, после чего тележка перемещается в такое положение, когда плазмотрон находится у конца трубы. Включается автоматическая система резания, при которой режим резания чередуется с «холостым режимом», то есть с понижением силы тока режущей дуги при одновременном увеличении скорости перемещения прорезаемой трубы. Изменение скорости обеспечивается введением сопротивления в цепь ротора электродвигателя. После достижения плазмотроном противоположного конца трубы электродвигатель выключается и кратковременно включается электродвигатель поворота, приводящий во вращение фрикционы, которые поворачивают трубу на заданный угол. После этого включается реверс электродвигателя, обеспечивающий движение тележки с трубой в противоположную сторону. Режим работы плазмотрона при обратном движении тележки аналогичен вышеописанному. При достижении заданного числа проходов плазмотрона срабатывает реле счета импульсов, и он выключается. В дальнейшем узел плазмотрона приподнимается и отводится в сторону на 90°, труба с нарезанными щелями снимается и на ее место устанавливается новая.

Основные технические данные установки ПРФЛМ-1:

Напряжение питающей сети 3-фазного переменного тока, В	220..380
Номинальный выпрямленный ток, А	400
Номинальная потребляемая мощность установки, кВт	120
Напряжение холостого хода, В	300
Рабочее напряжение на дуге, В	200
Пределы регулирования рабочего тока, А	100..400
Плазмообразующий газ	Воздух
Максимальное давление воздуха, МПа	0,6
Регулировка расхода воздуха плавки, л/ч	0..8 000
Охлаждение установки	Воздушное
Охлаждение плазмотрона	Водяное
Давление охлаждающей воды, МПа	≥0,15
Расход охлаждающей воды, л/ч	300

В установке имеется 3-фазный выпрямитель, служащий для выпрямления подводимого тока и для получения кругопадающих внешних статических характеристик с помощью управляемого дросселя насыщения. Трансформатор выпрямителя трехфазный, с принудительным воздушным охлаждением. Соединение обмоток при питании напряжением 380 В «звезда — звезда».

Управляемый 3-фазный дроссель насыщения — стержневого типа. Его обмотки переменного тока включены встречно — последовательно в линейную цепь трансформатора. Управляющая обмотка охватывает все шесть сердечников трех фаз дросселя и питается выпрямленным постоянным током.

Выпрямительный силовой блок собран из лавинных вентилях типа ВЛ-200. Охлаждение вентилях — воздушно-принудительное. Схема выпрямления — 3-фазная мостовая.

Пускорегулирующая аппаратура установки состоит из трех блоков. Первый блок — панель управления, на которой расположены амперметры тока дуги и тока в обмотке подмагничивания, вольтметр напряжения на дуге, сигнальная лампочка, аппаратура для настройки и регулировки тока подмагничивания, кнопки для управления силовым контактором и двигателем вентилятора. Второй блок — панель с электроаппаратурой, на которой смонтированы трансформатор, магнитный усилитель, кремниевые выпрямители, конденсаторы для питания и регулирования тока подмагничивания дросселя насыщения и пускатель

ПМЕ-111 для включения вентилятора. Третий блок служит для возбуждения дежурной дуги.

Процесс плазменной резки осуществляется плазмотроном и заключается в локальном расплавлении и выжигании металла сжатой электрической дугой постоянного тока. При воздушно-плазменной резке сжатие дуги производится потоком воздуха, проходящим через сопло плазмотрона.

Процесс прорезания щелей происходит в следующей последовательности. Между электродом и соплом плазмотрона с помощью искрового разряда возбуждается дежурная дуга. Затем факел дежурной дуги выдувается из сопла и касается поверхности разрезаемого изделия. В результате этого возбуждается основная дуга, горящая между электродом плазмотрона (катод) и разрезаемым изделием (анод). Начинается процесс резки. После достижения током номинального значения процесс резки должен протекать без колебаний тока и резких изменений напряжения. При обрыве дуги или выключении установки снимается напряжение с входных клемм установки.

В установке ПРФЛМ-1 использован плазмотрон типа ПВР-402У4, который предназначен для резки черных металлов, алюминия и его сплавов толщиной до 130 мм, меди и ее сплавов толщиной до 100 мм.

При изготовлении щелевых фильтров методом воздушно-плазменной резки во Львовском СУ-584 треста «Укрбурвод» установлен следующий расход электроэнергии (табл. 18).

18. Расход электроэнергии установкой ПРФЛМ-1

Потребитель мощности	Расход электроэнергии (кВт·ч) при ширине прорезаемой щели	
	1...3 мм	4...5 мм
Установка плазменной резки	36,0	43,2
Вентиляция помещений	1,8	1,8
Подача воздуха в плаз- мотрон	2,3	2,3
Подача воды в плазмо- трон	0,1	0,1
Всего	40,2	47,4

Для изготовления 80 м щелевого фильтра диаметром 150 мм расходуется один электрод с графитовым наконечником. Одного сопла из меди хватает на изготовление 140 м щелевого фильтра диаметром 150 мм.

Изготовление щелевых фильтров на установке ПРФЛМ-1 снижает трудовые затраты на изготовление фильтров, так как режим резания автоматический, а также позволяет экономить дисковые фрезы или сверла и нержавеющей проволоку, которой необходимо обматывать фильтры в случае их сверления.

Глава IV. УСТРОЙСТВО ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ В СКВАЖИНАХ РОТОРНОГО БУРЕНИЯ

УСТАНОВКА ФИЛЬТРОВ С ПОМОЩЬЮ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗМЫВА ПЛАСТА

Вскрывать водоносный пласт гидровмывом фильтра можно в тех случаях, когда он представлен легкоразмываемыми породами (мелкие пески без примеси галечника и др.). Глубина вмыва фильтра обычно не превышает 10...20 м. Не рекомендуется вскрывать водоносный пласт с пропластками из глины или подобных пород, в процессе размыва которых образуются естествен-

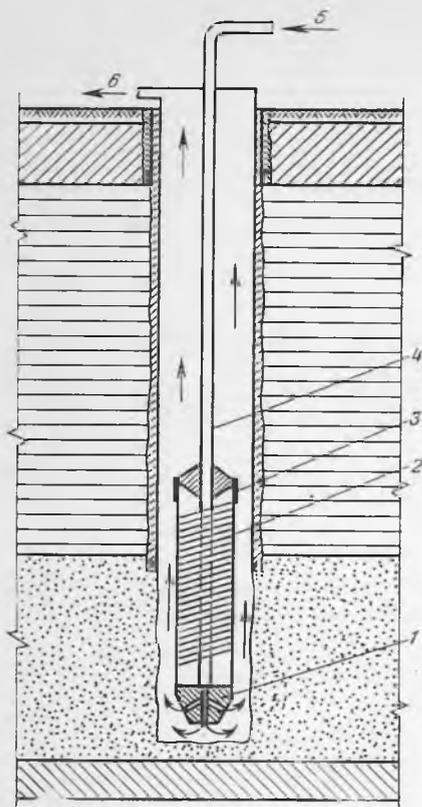


Рис. 26. Схема гидравлической посадки фильтра:

1 — коническая насадка; 2 — фильтровая колонна; 3 — сальник фильтровой колонны; 4 — бурильные трубы; 5 — подача воды от насоса; 6 — пульпа.

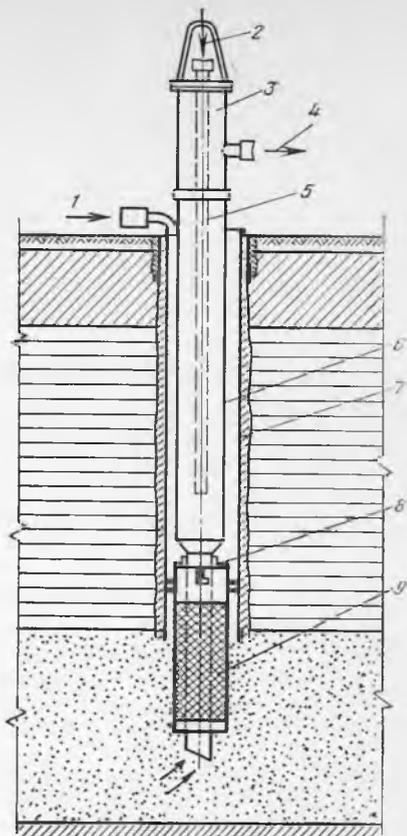


Рис. 27. Схема установки фильтра при помощи эрлифта:

1 — подача воды от насоса; 2 — подача воздуха от компрессора; 3 — оголовок; 4 — слив; 5 — воздухопроводная колонна; 6 — водоподъемная колонна; 7 — эксплуатационная колонна; 8 — Т-образный ключ; 9 — фильтр.

ные глинистые растворы, колюматизирующие водоносный пласт, гидровывом фильтра.

В случае отсутствия сведений о мощности и механическом составе водоносного пласта его сначала вскрывают малым диаметром с промывкой раствором для уточнения интервала установки фильтра. Затем в скважину опускают фильтровую колонну с гидравлической конической насадкой, в корпусе которой имеются обратный клапан и втулка с левой резьбой для соединения с бурильными трубами (рис. 26). В практике нашли применение извлекаемые и не извлекаемые из скважины насадки.

Для достижения необходимого эффекта гидровыва фильтра скорость выхода струи воды из сопла насадки должна быть не менее 40 м/с. Эту скорость с достаточной точностью можно определить по формуле

$$v_n = 4,2\sqrt{H}, \quad (29)$$

где H — напор, под которым струя вытекает из насадки, м.

Параметры насадки определяются выражением

$$l=7,1(D-d), \quad (30)$$

где l — длина насадки, мм; D и d — начальный и конечный диаметры насадки, мм.

Диаметр насадки рекомендуется рассчитывать по формуле

$$d=9\sqrt{Q/\sqrt{H_1}}, \quad (31)$$

где Q — подача насоса при оптимальном режиме работы, м³/ч; H_1 — напор насоса при данной насадке (практически максимальный напор насоса при максимальной его подаче), м.

Если в разрезе отсутствуют линзы и пропластки глин, а водоносный пласт представлен чистыми песками, можно применять способ посадки фильтров с помощью эрлифтов.

До водоносного горизонта скважину разбуривают роторным способом с промывкой раствором, опускают и цементируют эксплуатационную колонну и после разбуривания цементной пробки интенсивно промывают ствол до появления песка в воде. Для предотвращения образования песчаной пробки в обсадных трубах в продолжении всех операций по посадке фильтра уровень воды в скважине нужно поддерживать непрерывным подливом в устье.

Фильтровую колонну диаметром на 75...100 мм меньше диаметра эксплуатационной колонны опускают в скважину и крепят хомутами (рис. 27). Спускаемая с фильтром колонна является одновременно и водоподъемной для эрлифта. Нижний конец водоподъемной трубы выходит наружу из отстойника на 10...15 см и заканчивается срезом под углом 60°. В колонну водоподъемных труб опускают воздухопроводные диаметром 32 мм. Собранный эрлифтную колонну подвешивают на крюке бурового станка. При посадке фильтра в скважину от промывочного насоса подается вода и одновременно в работу включается эрлифт. По мере углубления фильтра в песок, во избежание образования песчаной пробки в водоподъемной колонне и прихвата воздухопроводных труб, необходимо обеспечивать непрерывность откачки. Песка в воде должно быть не более 10...15%. Количество песка регулируется скоростью посадки фильтра, которая ориентировочно составляет 4...6 м/ч.

Выше и ниже смесителя воздухопроводной колонны могут образовываться песчаные пробки, которые ликвидируют следующим образом. При образовании пробки выше смесителя через сливной патрубок промывочным насосом в водоподъемную колонну закачивают воду. При заполнении песком водоподъемной колонны ниже смесителя, о чем свидетельствует прекращение поступления воды на поверхность и снижение давления на манометре до нуля, слегка расхаживают эрлифт с одновременной подачей воды насосом в водоподъемную колонну.

По достижении проектной отметки вспомогательную колонну, имеющую переводник с левой резьбой, отвинчивают, а отстойник фильтра закрывают цементной пробкой или засыпают гравием. В кольцевом пространстве между фильтром и обсадной колонной устанавливают сальник. Затем водоподъемные трубы поднимают на расчетную высоту и ведут откачку скважины.

К преимуществам этого способа посадки фильтра можно отнести то, что в чистых песках гарантировано достижение фильтром проектной глубины, а также сокращаются общие затраты времени на освоение скважины перед вводом ее в эксплуатацию.

Однако этот способ неприменим в глинистых песках, при наличии твердых прослоек, а также при низких статических уровнях воды, так как при этом требуется большое количество воды и необходимо применять компрессоры, развивающие давление 1,5...2 МПа, осложнен процесс регулирования уровня воды в скважине в начальной стадии посадки фильтра, что вызывает появление в эрлифтной установке песчаных пробок и приводит к увеличению давления на выходе компрессора.

УСТРОЙСТВО ГРАВИЙНЫХ ОБСЫПОК В СКВАЖИНАХ, ПРОБУРЕННЫХ РОТОРНЫМ СПОСОБОМ С ПРЯМОЙ ПРОМЫВКОЙ

В настоящее время большинство скважин на воду бурят роторным способом с прямой циркуляцией промывочной жидкости. Система прямой промывки проста, ее предусматривают в технологическом процессе подавляющего большинства буровых установок, используемых при бурении скважин на воду. Одним из недостатков прямой промывки является то, что выбуренная порода транспортируется на поверхность в кольцевом пространстве между бурильными трубами и стенками скважины. Так как в скважине давление всегда выше, чем в водовмещающем пласте, происходит поглощение промывочной жидкости, при этом водоносный пласт кольматируется обломками выбуренной породы и эмульсией, которая образуется во время бурения. Поэтому перед обсыпкой фильтров гравием скважину необходимо тщательно промыть чистой водой в течение 5...10 ч, используя при этом буровой насос на полную подачу.

Способы транспортировки гравия к фильтрам можно разделить на три вида (Онопrienко, 1978):

гравитационное осаждение (гравий осаждается на забой за счет сил гравитации в воде, находящейся в покое);

гидромеханическая укладка (транспортировка гравия в нисходящем потоке воды);

гидродинамическое осаждение (транспортировка гравия в восходящем потоке воды).

Гравитационный способ транспортировки гравия. После промывки скважины чистой водой буровой насос отключают и приступают к гравийной обсыпке. Скорость падения различных частиц гравия разная, и это может привести к послойному формированию гравийной обсыпки.

Скорость и время падения частиц гравия и песка в спокойной воде следующие:

Диаметр зерен гравия (песка), мм	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	5,0	10,0
Скорость падения в спокойной воде, мм/с	1,8	2,6	4,0	5,6	6,8	8,0	10,8	13,2	18,0
Время падения на глубину 100 м в спокойной воде, мин	92	65	41	30	24	20	15	12	9

Чтобы избежать нежелательного расслаивания гравийной смеси, засыпку необходимо проводить непрерывно. Интенсивность засыпки песка — 2...2,5 м³/ч, гравия — 3...4 м³/ч.

По мере продолжения засыпки гравия концентрация твердых частиц гидросмеси, находящейся в кольцевом зазоре, увеличивается. В результате плотность твердых частиц гидросмеси в кольцевом пространстве растет и может достигнуть 1 150...1 250 кг/м³, что вызовет переток жидкости внутрь фильтровой колонны, поглощение ее водоносным пластом и ускорит движение гравия к забою скважины. Чтобы поддержать данное явление, гравий в скважину необходимо подавать в смеси с водой, это значительно ускоряет засыпку. Из-за разности плотности твердых частиц в фильтровой колонне и затрубном пространстве может происходить даже фонтанирование воды через фильтровую колонну.

Схема гравитационной обсыпки фильтров показана на рисунке 28.

Данный способ гравийной обсыпки можно применять как при бурении обычных скважин, так и при создании фильтра уширенного контура.

Последовательность проведения технологических операций, по данным С. Л. Драхлиса, показана на рисунке 29.

Вначале скважину бурят с промывкой глинистым раствором до проектной глубины заданным диаметром. По данным геофизических исследований уточняют интервалы установки рабочей части фильтра. При необходимости скважину закрепляют обсадными трубами с цементированием до кровли водонос-

Рис. 28. Схема гравитационной обсыпки фильтров:

1 — подача гравийной смеси; 2 — выход воды; 3 — эксплуатационная колонна; 4 — бурильные трубы; 5 — фильтровая колонна; 6 — гравийная обсыпка.

ного пласта. Затем глинистый раствор заменяют водой и при помощи механического расширителя расширяют ствол скважины вращательным бурением с прямой промывкой водой. Для этих целей применяют гидромеханический расширитель с режущими лопастями, раздвигающимися под давлением нагнетаемой через бурильные трубы воды (лопасти складываются при снятии давления), а также эксцентриковый механический расширитель.

По окончании расширения ствола скважины лопасти расширителя складывают и снаряд извлекают из скважины. В скважину на бурильных трубах спускают фильтр с направляющими фонарями. Фильтр обсыпают гравием по кольцевому зазору между стенками скважины и фильтром. Так как гравий вокруг фильтра оседает в основном за счет гравитационных сил и может в процессе эксплуатации скважины еще уплотниться, над фильтром создают запас гравия не менее 10...15 м.

Наиболее рациональный диаметр частиц гравийной обсыпки, отвечающей оптимальным условиям формирования фильтра, — 2...7 мм. В ней должно содержаться более 60% частиц диаметром 3...5 мм.

Гравитационное осаждение гравия в кольцевом пространстве имеет недостаточную скорость, что может привести к зависанию гравия и образованию гравийных пробок. В результате часть фильтров может остаться не обсыпан-

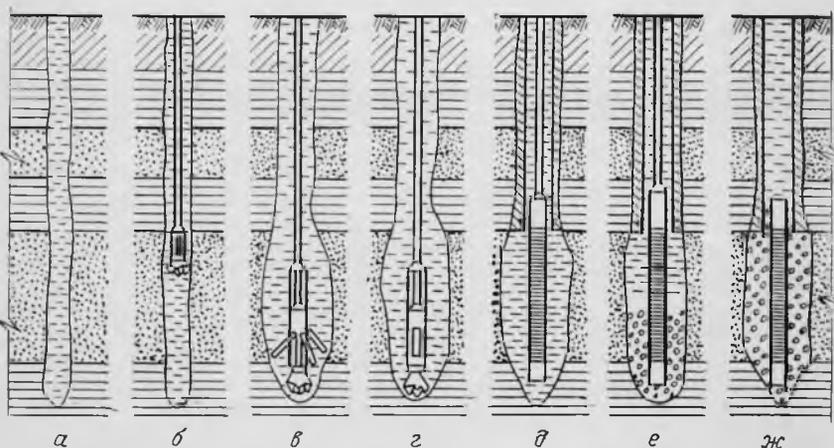
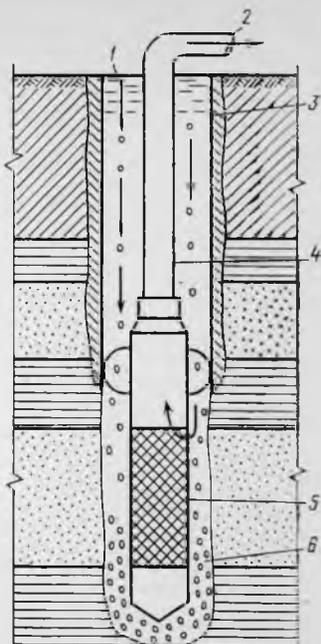


Рис. 29. Схема создания фильтра уширенного контура с гравитационной подачей гравия:

а — ствол скважины после окончания бурения; б — спуск расширителя; в — расширение ствола скважины; г — подъем расширителя; д — спуск фильтровой колонны; е — устройство гравийно-засыпного фильтра; ж — заканчивание скважины.

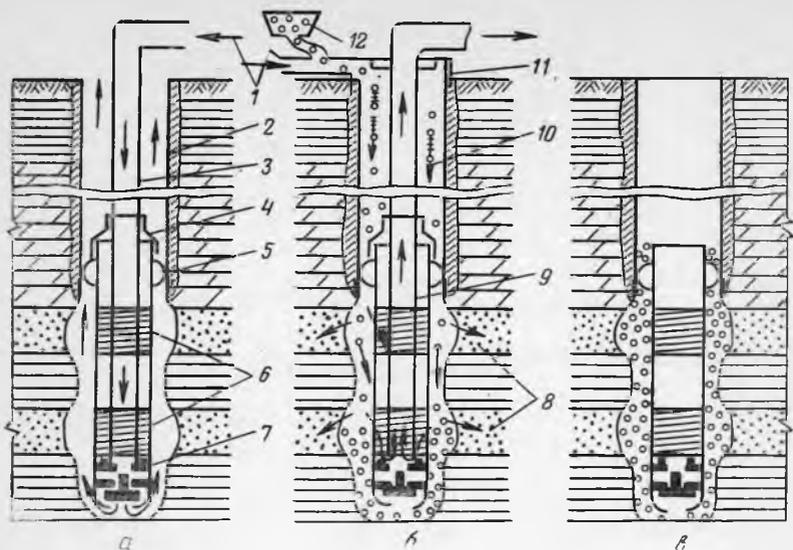


Рис. 30. Схема гидромеханической укладки гравия в прифильтровой зоне:

a — промывка скважины чистой водой; *б* — создание гравийной обсыпки; *в* — окончание скважины; 1 — вода от насоса; 2 — эксплуатационная колонна; 3 — бурильные трубы; 4 — предохранительный конус; 5 — центрирующие фонари; 6 — фильтры; 7 — клапанная камера с левым переводником и обратным клапаном; 8 — водоносные пласты; 9 — промывочные трубы; 10 — движение гравия; 11 — сальниковое устройство; 12 — гравиепитатель.

ной, и это приведет к пескованию скважины. Поэтому данный способ можно рекомендовать к применению в скважинах глубиной до 150...200 м и при разнице диаметров кольцевого зазора не менее 50 мм.

Несмотря на целый ряд недостатков, гравитационный способ транспортировки гравия в прифильтровую зону из-за своей простоты нашел широкое применение во многих буровых организациях, занимающихся бурением гидро-геологических, дренажных, водопонижительных и водозаборных скважин.

Гидромеханический способ укладки гравия в прифильтровой зоне скважины. Он предусматривает подачу гравия в смеси с водой на любую глубину скважины нисходящим потоком жидкости (рис. 30). В зоне водосодержащих пластов при необходимости планируют поинтервальное расширение ствола скважины с последующей установкой фильтровой колонны, внутри которой монтируются клапанная камера и колонна промывочных труб.

После спуска и цементации эксплуатационной колонны бурится пилот-скважина диаметром 151...190 мм до проектной глубины с прямой промывкой глинистым раствором. После геофизических исследований определяют интервалы установки фильтров и скважину расширяют до проектного диаметра с промывкой чистой водой или специальными растворами. После окончания расширения приступают к установке фильтров и зафильтровой промывки скважины чистой водой (см. рис. 30, *a*). Фильтровую колонну опускают на бурильных или специальных промывочных трубах, соединенных с помощью левого переводника, установленного в клапанной камере. В верхней части фильтровой колонны монтируют конус, предохраняющий ее от попадания песка и шлама во время промывки скважины. Промывку проводят при максимальной подаче буровых насосов до полного прекращения выноса шлама и осветления промывочной жидкости.

Закончив промывку, насосы переключают на гравиепитатель. Устье скважины в это время закрыто сальниковым устройством. Давление на насосах по мере засыпки гравия постепенно растет и в момент окончания засыпки

фильтров резко возрастает на 2...3 МПа. Это указывает на то, что фильтры гравием обсыпаны. Потом насосы отключают и досыпают гравий на высоту 10...15 м по расчету. Запас гравия необходим на случай его оседания в процессе эксплуатации скважины, для предупреждения пескования.

Применение гидромеханического способа доставки гравия в прифилтровую зону по сравнению с гравитационным имеет ряд преимуществ:

в несколько раз ускоряется процесс создания гравийной обсыпки;

повышается плотность укладки гравия, так как на гравий при его движении в затрубном пространстве действуют не только гравитационные силы, но и динамические силы от движения жидкости, что защищает скважину от пескования;

резко уменьшается возможность пробкообразования по пути транспортирования гравия;

по показаниям манометра и количеству закачанного гравия можно контролировать качество гравийной обсыпки;

уменьшается возможность расслаивания гравийной смеси.

Из-за сложности гидрогеологических условий вскрытие водосодержащих пластов и особенно их расширение не всегда можно провести чистой водой. В таких случаях И. И. Снежко (1976) рекомендует применять известковый или самораспадающийся крахмальный раствор.

Рациональная дозировка для приготовления 1 м³ известкового раствора приведена ниже.

Тип реагента	Масса, кг
Бентонит	8...10
Известь	17...20
Реагент — понизитель вязкости, экстракт каштанового дерева или кислый пирофосфат	5...6
Реагент — понизитель водоотдачи, форажен или КМЦ	3...5 5...7

Преимущество известкового раствора — высокая стойкость по отношению к пластovým водам и сдерживающее влияние на гидротацию и диспергирование глинистых частиц, содержащихся в водоносных песках, а также возможность быстрого удаления в процессе разглинзации легкоразрушаемой тонкой корки.

Для приготовления самораспадающегося крахмального раствора необходимо всего лишь 40...45 кг модифицированного бурового крахмала, при этом раствор имеет следующие параметры: плотность — 1008...1250 кг/м³, водоотдача — 6...12 см³ за 30 мин и толщина корки — 0,8...1,5 мм.

Такой раствор обладает всеми структурными свойствами высококачественного глинистого раствора в течение 24 ч и более, а при добавлении фермента превращается в техническую воду. При его применении практически полностью исключается коагуляция водосодержащих пластов.

В последние годы для этих же целей применяют водогипановые, меловые и другие растворы.

Гидродинамическое осаждение (транспортировка гравия в восходящем потоке воды). В скважинах глубиной до 300 м при создании гравийно-обсыпных фильтров из загрязненного глинистыми частицами и мелкими фракциями материала обсыпки транспортировку его целесообразно осуществлять в слабом восходящем потоке воды (Онопrienко, 1978). Скорость восходящего потока (0,4...0,8 см/с) обеспечивает вымывание частиц диаметром 0,2...0,3 мм.

До проектной отметки бурят скважину малого диаметра роторным способом с прямой промывкой забоя (рис. 31). На основании комплекса геофизических исследований определяют место установки фильтра, после чего расширяют скважину долотом проектного диаметра до кровли водоносного горизонта и устанавливают эксплуатационную колонну. После цементирования

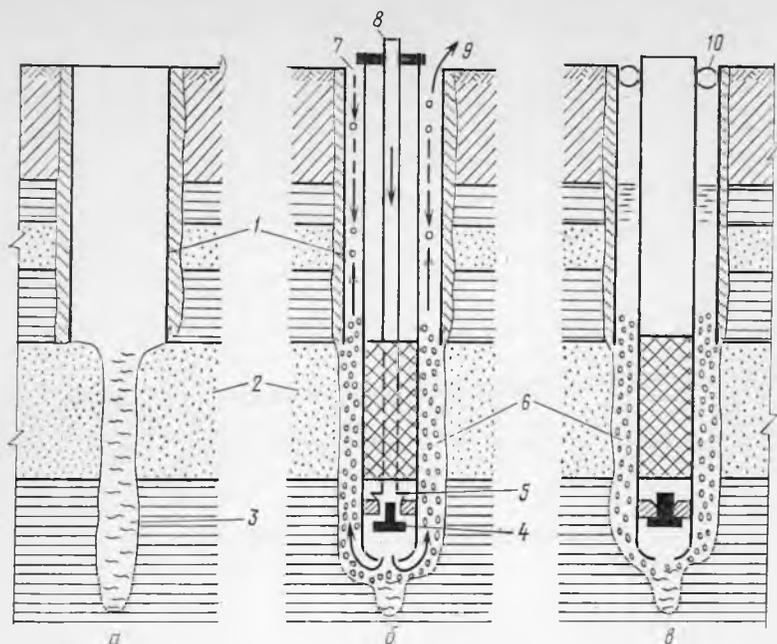


Рис. 31. Схема транспортировки гравия в прифильтровую зону в восходящем потоке воды:

а — бурение пилот-скважины и крепление эксплуатационной колонны; *б* — засыпка гравия в восходящий поток; *в* — окончание скважины; 1 — эксплуатационная колонна; 2 — водоносный пласт; 3 — пилот-скважина; 4 — обратный клапан; 5 — левый переводник; 6 — гравийная обсыпка; 7 — движение гравия; 8 — промывочные трубы; 9 — движение воды; 10 — сальник.

колонны глинистый раствор заменяют на воду, и чистой водой вскрывают водоносный горизонт.

Закончив бурение, в скважину опускают фильтровую колонну, в отстойнике которой вмонтирован обратный клапан, через него промывают скважины от выбуренного шлама. Воду в кольцевой зазор подают по бурильным трубам, соединенным с фильтровой колонной левым переводником. После тщательной промывки скважины засыпают гравий в восходящий поток промывочной жидкости. Излив воды из скважины должен быть минимальным, чтобы не выносить частицы гравия.

В целях предотвращения гравийных пробок в кольцевом зазоре загрузка материала засыпки должна быть в пределах 0,8...2 г/с на 1 см² площади кольцевого зазора.

Данный способ не нашел широко распространения из-за некоторых недостатков: гравитационное осаждение гравия происходит в восходящем потоке жидкости, что тормозит его движение на забой и способствует созданию гравийных пробок, с увеличением глубины скважины эта опасность возрастает; больших затрат времени на создание гравийной обсыпки по сравнению с вышеописанными способами.

Его рекомендуется применять при использовании загрязненного мелкими фракциями гравия для обсыпки фильтров в скважинах с большим кольцевым пространством и небольшой глубине. Это позволит непосредственно в скважине очищать песчано-гравийную смесь от мелких фракций и глинистых частиц путем разделения фракций и выносить на поверхность образовавшуюся эмульсию.

Гравийная обсыпка самоизливающихся скважин. Водоносный горизонт, сложенный разнородными песками и обладающий пластовым давлением выше гидростатического, как правило, вскрывают с помощью глинистого раствора. Качество глинистого раствора подбирают в зависимости от фракционного состава водовмещающего песка и пластового давления. Но при этом забойное давление должно быть выше пластового, только тогда можно успешно пробурить скважину, установить фильтры, выполнить гравийную обсыпку и приступить к пробной откачке. Однако в этих условиях происходит коагуляция водоносного горизонта.

Если при выполнении гравийной обсыпки фильтров не принять необходимых мер по разглинизации скважины, то можно не только свести к нулю влияние гравийной обсыпки, а даже принести вред скважине, так как во время пробной откачки глинистая корка на стенках ствола оказывается как бы зажатой между пластом и гравийной обсыпкой и повдвигать на нее через толщу фильтр — гравий практически невозможно. Особенно остро эта проблема встает при расширении прифилтровой зоны скважины для выноса выбуренной породы с применением глинистого раствора, так как при этом зона коагуляции водоносного горизонта еще более удаляется от оси скважины. Все это препятствует широкому применению гравийной обсыпки при бурении самоизливающихся скважин, особенно глубоких, на воду.

Вскрытие и расширение водоносных горизонтов, имеющих высокое пластовое давление, рекомендуется осуществлять с применением известковых растворов.

Расширение прифилтровой зоны можно выполнять также с применением крахмальных растворов. Глинистые корки этих растворов легко разрушаются в процессе промывки скважины.

Схема гравийной набивки в самоизливающихся скважинах показана на рисунке 32, а.

После расширения скважины и удаления из нее выбуренного шлама приступают к спуску фильтровой колонны. Фильтровую колонну спускают на бурильных или насосно-компрессорных трубах и соединяют с ними левым переводником. Для центрирования колонны по длине устанавливают центрирующие фонари. В нижней части колонны бурильных труб монтируют перепускную коробку. Установив фильтровую колонну на забой, приступают к промывке скважины чистой водой. В этот момент клапан под действием пружины занимает верхнее положение и закрывает проходное отверстие бурильных труб. Внутри бурильных труб давление падает, и пакер разжимается. Давление на клапан должно быть больше разжимного усилия пакера на 0,1 МПа. Когда клапан открывается, чистая вода поступает в зафилтрованное пространство.

Скважину следует промывать при максимальной подаче буровых насосов.

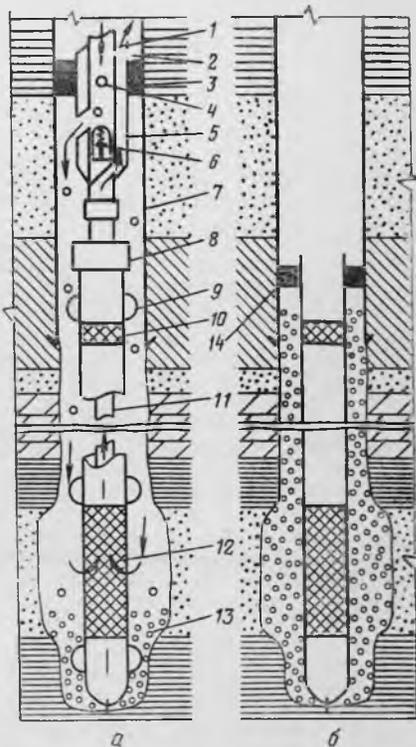


Рис. 32. Схема гравийной набивки самоизливающихся скважин:

а — процесс гравийной набивки; б — окончание скважины; 1 — направление движения воды; 2 — бурильные трубы; 3 — пакер; 4 — отверстие для выхода воды в пакер; 5 — перепускная коробка; 6 — клапан; 7 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 8 — левый переводник; 9 — центрирующие фонари; 10 — контрольный фильтр; 11 — водоподъемные трубы; 12 — фильтровая колонна; 13 — гравийная обсыпка; 14 — сальник.

После полного осветления воды приступают к гравийной засыпке. Смесь гравий—вода по бурильным трубам через перепускную коробку попадает в затрубное пространство и устремляется к фильтрам. Гравий оседает в при-фильтровой зоне, а вода через фильтр попадает в водоподъемные трубы и через перепускную коробку и эксплуатационную колонну поднимается на поверхность. Над основными фильтрами на высоте 40...50 м ставят контрольный фильтр. Он служит для контроля при создании запаса гравия над фильтрами. Как только гравийная обсыпка перекрывает контрольный фильтр, давление в бурильных трубах резко повышается, что свидетельствует об окончании гравийной обсыпки. Буровые насосы отключают. Отвернув левый переводник, извлекают бурильные и промывочные трубы.

Если по каким-либо причинам создать достаточный запас гравия не удастся, а также при наличии над фильтрами других напорных водоносных горизонтов, выше гравийной засыпки устанавливают сальниковое устройство (см. рис. 32, б).

При превышении пластового давления над гидростатическим на 0,1...0,15 МПа гравий в скважину можно доставлять с помощью гравиепитателя. Если пластовое давление еще выше, смесь гравий—вода закачивают буровыми насосами, а это приводит к интенсивному износу их гидравлической части и может вызвать остановку насосов из-за закупорки гравия в клапанных узлах. Длительные же остановки во время засыпки гравия могут привести к самопроизвольному движению песка со стенок скважины к фильтрам.

Для повышения надежности гравийной обсыпки Г. П. Квашин и А. И. Деревянных (1981) предлагают следующие схемы обвязки насосного оборудования для подачи гравия в поток жидкости, направляемой в скважину, минуя насосные агрегаты.

В тресте «Востокбурвод» разработан гравиепитатель высокого давления бункерного типа (рис. 33). Он работает следующим образом: через воронку при открытой заслонке в емкость засыпают гравий. При закрытой заслонке в емкость направляется поток жидкости от насоса с помощью переключателя. Жидкость, пройдя через трубу, поднимается к клапану и нагнетается в скважину через патрубок. Одновременно с этим жидкостью, войдя в емкость, заполняет свободное от гравия пространство, прижимает заслонку к воронке, захватывает нижний слой гравия и выносит его через трубу. Вышележащий гравий оседает, занимает освободившийся объем и под действием потока жидкости также направляется в трубопровод.

После освобождения емкости от гравия поток жидкости путем изменения положения переключателя направляют в трубу, а клапан перебрасывают в крайнее левое положение. Давление в емкости снимается переключателем через трубу и сопло, заслонка открывается и в емкость снова засыпается гравий.

С целью обеспечения непрерывности процесса гравиепитатель komponуют из двух блоков с тем, чтобы обеспечить последовательную работу одного из блоков на нагнетание в скважину, а второго — на заполнение гравием.

При зависании гравия промывочная жидкость с помощью переключателей и патрубка подается в скважину.

Для подачи гравия, минуя насосы, используют специальное устройство (рис. 34). Принцип работы устройства заключается в следующем: жидкость-песконоситель, подаваемая с устья скважины агрегатами под давлением в манифольд, про-

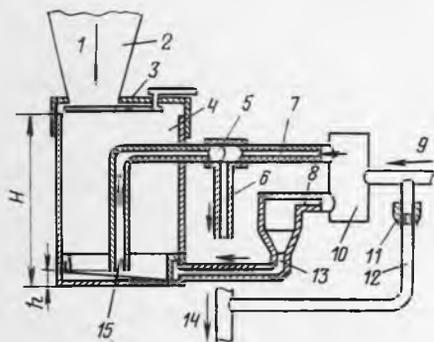


Рис. 33. Гравиепитатель высокого давления бункерного типа конструкции треста «Востокбурвод»:

1 — гравий; 2 — воронка; 3 — заслонка; 4 — емкость; 5 — клапан; 6, 12 — патрубки; 7, 8, 15 — трубы; 9 — от насоса; 10, 11 — переключатели; 13 — сопло; 14 — в скважину.

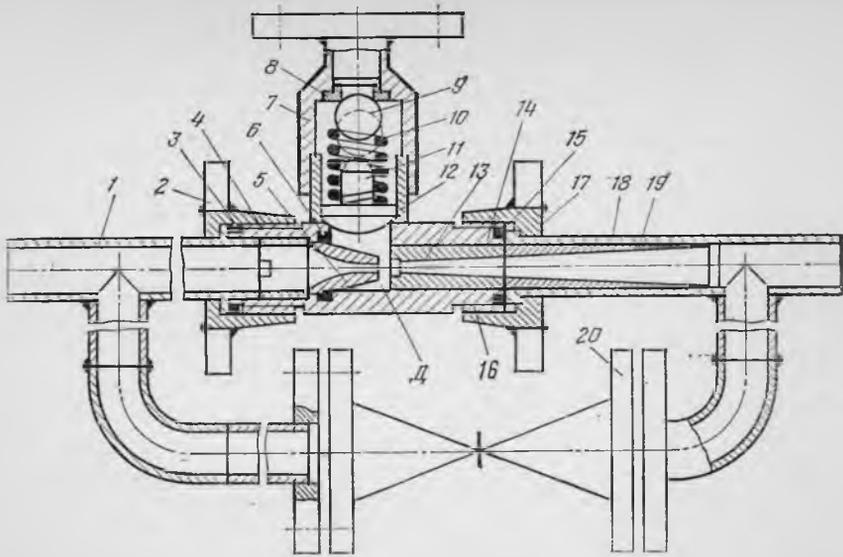


Рис. 34. Устройство для подачи гравийной смеси в поток жидкости высокого давления:

1, 18 — патрубки; 2, 17 — втулки-гайки; 3 — уплотнительное кольцо; 4 — гайка; 5 — сопло-конус; 6, 15 — уплотнительное резиновое кольцо; 7 — корпус; 8 — седло; 9 — шар; 10 — пружина; 11 — направляющая; 12 — ограничительное кольцо; 13 — расходящийся патрубок; 14 — корпус; 16 — регулировочное кольцо; 19 — конус (камера смешения); 20 — задвижка.

ходит через патрубок в сопло-конус, далее в сменный конически расходящийся патрубок, конус и патрубок и в колонну насосно-компрессорных труб.

Одновременно через бункер-воронку пескосмесительной машины, установленный на фланце, в корпус загружают гравий. Он, отжав шариком пружину, попадает в полость Д.

Вследствие создающегося разрежения в области сопла-конуса гравий засасывается в камеру-конус высокого давления и смешивается с водой. После «затворения» гравия открывают задвижку. Промывочная жидкость, минуя сопло-конус, через криволинейные патрубки и задвижку попадает в патрубок и скважину.

Применение гравиепитателей приведенных конструкций позволяет регулировать интенсивность загрузки гравия в зафильтрованное пространство.

УСТРОЙСТВО ГРАВИЙНЫХ ОБСЫПКИ В СКВАЖИНАХ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА, ПРОБУРЕННЫХ РОТОРНЫМ СПОСОБОМ С ОБРАТНОЙ ПРОМЫВКОЙ

Гравийные обсыпки в скважинах большого диаметра, пробуренных роторным способом с обратной промывкой, устраивают следующим образом.

После выполнения геофизических работ в пробуренной скважине, расширения до проектных размеров прифильтовой зоны водоносного пласта и установки фильтровой колонны немедленно приступают к обсыпке фильтров гравием. Гравий одновременно должен быть промыт и в необходимом количестве находится возле скважины.

Схема транспортировки гравия в прифильтовую зону скважины показана на рисунке 35.

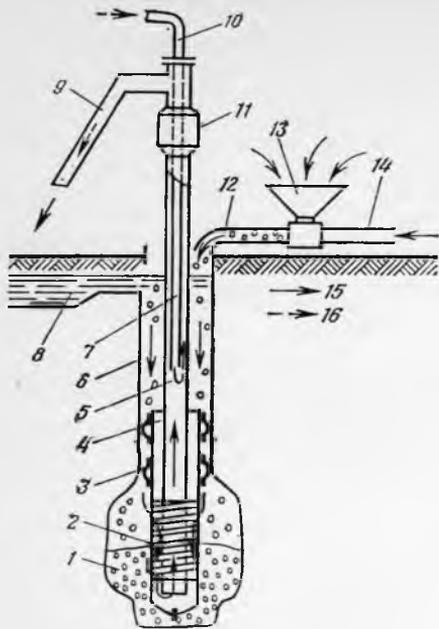


Рис. 35. Схема транспортировки гравия в прифильтровую зону скважины:

1 — гравийная обсыпка; 2 — фильтровая колонна; 3 — центрирующие фонари; 4 — левый переводник; 5 — бурильные трубы; 6 — эксплуатационная колонна; 7 — воздушные трубы; 8 — отстойник промывочной жидкости; 9 — выбросной шланг; 10 — воздушный шланг; 11 — сальник-вертлюг; 12 — трубопровод для подачи смеси гравий — вода; 13 — гидравлическая мешалка; 14 — трубопровод от насоса к гидромешалке; 15 — путь движения воды; 16 — путь движения воздуха.

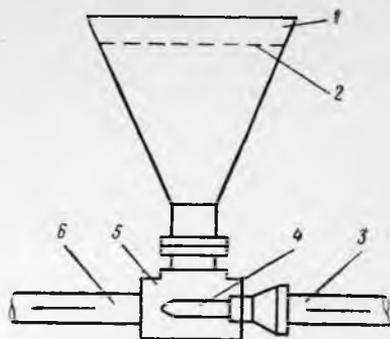


Рис. 36. Схема устройства гидравлической мешалки эжекторного типа:

1 — воронка; 2 — решетка; 3 — нагнетательный трубопровод; 4 — насадка; 5 — смесительная камера; 6 — сбросной трубопровод.

длины фильтровой колонны и состояния ствола скважины. Обычно расстояние между фонарями не должно превышать 25 м. В верхней части бурильной колонны монтируют воздушные трубы диаметром 25...40 мм.

В зависимости от принятой схемы монтажа эрлифта воздушные трубки могут находиться как внутри, так и с наружной стороны бурильных труб. Глубина загрузки воздухоподводящей колонны под уровень воды — 50...70 м. Через нее от компрессора воздух подается в бурильные трубы и, двигаясь по ним вверх, захватывает с собой воду. Внутри бурильных труб уровень промывочной жидкости снижается, давление падает и обратная циркуляция восстанавливается.

В случае значительного выхода фильтровой колонны из-под башмака эксплуатационной гравий, двигаясь вместе с водой вниз по стволу скважины, может размывать со стенок породу и песок. Мелкие части шлама через проволоку попадают внутрь фильтра и там откладываются, что приводит к его частичному или полному заиливанию. Чтобы этого не происходило, бурильные трубы опускают ниже левого переводника вплоть до нижней кромки фильтров. Тогда промывочная жидкость вынуждена циркулировать через все фильтры вплоть до забоя, захватывая при этом имеющийся внутри фильтровой колонны шлам и вынося его через бурильные трубы на поверхность. Гравий к устью скважины доставляется по трубопроводу или лотку водой. Движение воды осуществляют с помощью бурового насоса, входящего в комплект буровой

установки. Между насосом и устьем скважины вблизи гравия устанавливают смеситель, который предназначен для смешения гравия с водой.

Роль смесителя выполняют гидравлические мешалки эжекторного типа, которые широко используют в практике бурения скважин для приготовления глинистых растворов. Гидравлическая мешалка (рис. 36) состоит из воронки с решеткой, нагнетательной и отводящей труб, смесительной камеры и насадки. В воронку подают гравий, а по нагнетательной трубе под давлением 2...3 МПа — воду, которая с большой скоростью вытекает из насадки. В смесительной камере создается пониженное давление (эффект эжекции) и гравий засасывается в камеру, где интенсивно перемешивается с водой и увлекается потоком к устью скважины.

Если вместо гидравлической мешалки использовать цементно-смесительную машину 2СМН-20 (рис. 37), то можно полностью механизировать засыпку гравия в скважину. Кроме того, цементно-смесительная машина позволяет засыпать в скважину необходимое (расчетное) количество гравия и исключает его потери.

Изменением скорости вращения шнеков можно также регулировать количество подаваемого гравия в скважину. Это очень важно, так как засыпка гравия малыми порциями увеличивает время на засыпку, а большими — может

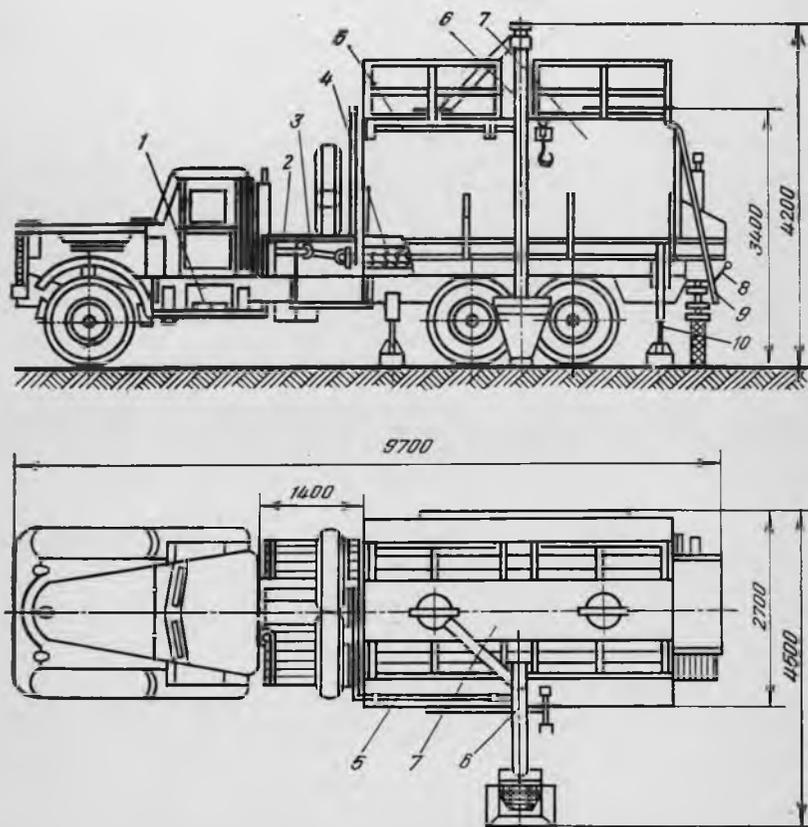


Рис. 37. Смесительная машина 2СМН-20:

1 — шасси автомобиля; 2 — раздаточная коробка; 3 — карданный вал; 4 — разгрузочный шнек; 5 — приводной вал шнекового транспортера; 6 — шнековый транспортер; 7 — бункер; 8 — приемная воронка; 9 — смесительное устройство; 10 — домкрат.

вызвать образование пробки между трубами и стенками скважины. Появление гравийных пробок выше фильтровой колонны может привести к прихвату бурильного инструмента, а также обвалу стенок скважины ниже гравийной пробки (рис. 38). Оптимальное соотношение объемов гравия и воды, обеспечивающее безопасную засыпку гравия в скважину и позволяющее сформировать полную гравийную обсыпку вокруг фильтра, — 1:2...1:3.

Схема обвязки смесительной машины в этом случае та же, что и при цементировании скважины.

Количество подаваемой в скважину воды (рис. 39) должно быть равно:

$$Q_n = Q_a + Q_{скв}, \quad (32)$$

где Q_n — подача насоса, м³/ч; Q_a — подача эрлифта, м³/ч; $Q_{скв}$ — количество жидкости, поглощаемой скважиной, так как при засыпке гравия, так же как и при бурении, скважина должна быть заполнена промывочной жидкостью до устья, м³/ч.

Не следует подавать в скважину лишнюю смесь. При $Q_n > Q_a + Q_{скв}$ гравий, имеющий большую плотность, будет поступать по межтрубному пространству вниз, а избыток воды переливаться из устья скважины. Соотношение гравий — промывочная жидкость изменится в пользу гравия и возникнут условия для образования гравийных пробок.

При $Q_n < Q_a + Q_{скв}$ уровень промывочной жидкости в скважине H_0 будет приближаться к статическому уровню водоносного горизонта. Загрузка эрлифта под уровень промывочной жидкости уменьшится, а значит уменьшится и дебит эрлифта. Время на гравийную обсыпку значительно увеличится.

Внедрение в практику бурения скважин на воду обратной циркуляции промывочной жидкости позволило снизить до минимума кольматацию водоносного горизонта. Расширение прифильтровой зоны скважины и заполнение ее гравием в комплексе с промывкой позволило не только увеличить в несколько раз дебит скважин существующих водозаборов, но и использовать для водоснабжения отдельных объектов, поселков водоносные горизонты, которые раньше считались практически безводными.

Конструкции скважин № 3954 и 3703, пробуренных для водоснабжения совхоза «Кегичевский» и СПТУ в г. Богодухове Харьковской области, приведены на рисунке 40. Водоносные горизонты в скважинах безнапорные, представлены мелкозернистыми песками и для водоснабжения в данной местности не использовались из-за кольматации во время бурения. Пробная откачка эффекта не давала. Расширение скважины в районе водоносного горизонта, обратная промывка, гравийная обсыпка позволили ввести в эксплуатацию эти считавшиеся неперспективными водоносные горизонты. Дебиты скважин составили 6...8 м³/ч, что позволило обеспечить водой отдельные объекты и сэкономить десятки тысяч рублей вследствие отказа от бурения глубоких скважин.

ГРАВИЙНАЯ ОБСЫПКА ФИЛЬТРОВ УШИРЕННОГО КОНТУРА В ГЛУБОКИХ СКВАЖИНАХ

Сооружаемые скважины на воду подразделяют на мелкие (ударно-канатного бурения и роторные, пробуренные буровыми установками УРБ-ЗАМ и 1БА-15В до глубины 500 м) и глубокие (глубиной свыше 500 м, сооружаемые буровыми установками УБВ-600, БУ-50БР, БУ-75БР и др.).

Внедрение обратной промывки в технологию бурения глубоких скважин позволило успешно проводить расширение прифильтровой зоны скважин до диаметра 800...1200 мм.

Наиболее распространенные конструкции глубоких скважин с устройством уширенного контура в прифильтровой зоне приведены на рисунке 41.

Принципиальная схема установки фильтров в глубоких скважинах (свыше 500 м) не отличается от схемы установки в обычных скважинах.

В глубоких скважинах выход фильтровой колонны из-под башмака эксплуатационной может достигать 150...250 м и более. При этом увеличивается путь транспортировки гравия от устья в прифильтровую зону скважины и

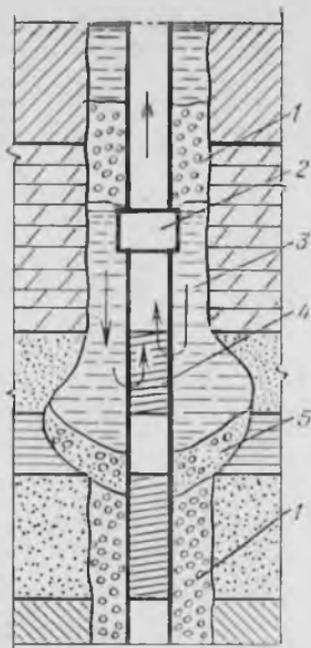


Рис. 38. Схема образования гравийных пробок и осевой стенок скважины:

1 — гравий; 2 — соединительная муфта; 3 — промывочная жидкость; 4 — фильтр; 5 — песок и обломки других пород.

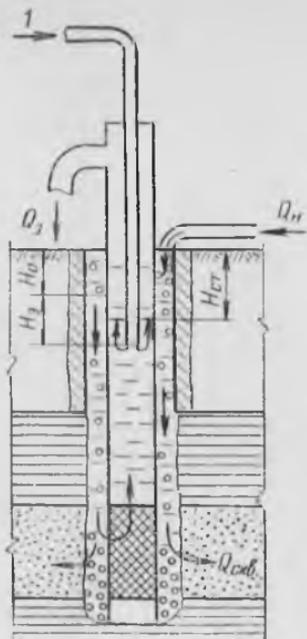


Рис. 39. Схема баланса промывочной жидкости во время гравийной обсыпки с обратной промывкой:

H_0 — фактический уровень промывочной жидкости в скважине; H_3 — загрузка воздушных трубок под уровень промывочной жидкости; $H_{ст}$ — статистический уровень водоносного горизонта; 1 — воздух.

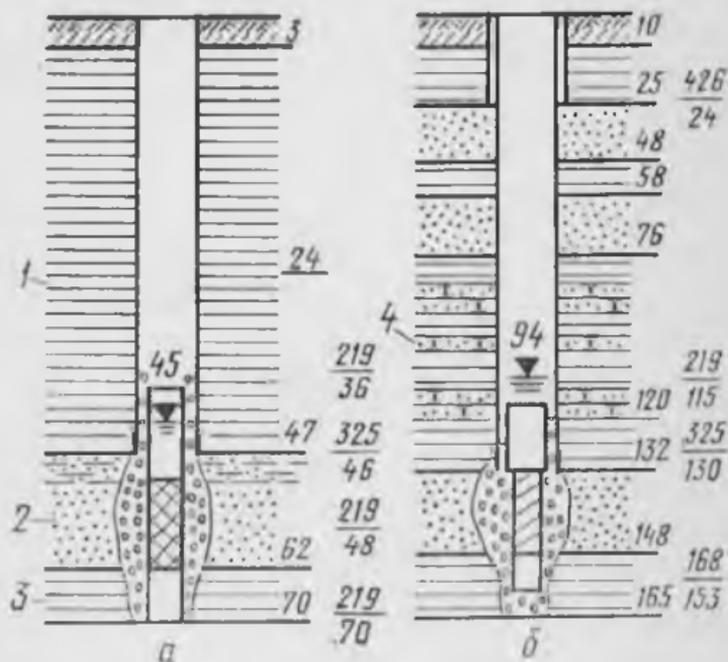


Рис. 40. Конструкции скважин № 3954 (а) и № 3703 (б), пробуренных на безнапорных водоносных горизонтах:

1 — глина; 2 — песок; 3 — суглинок; 4 — песчаник.

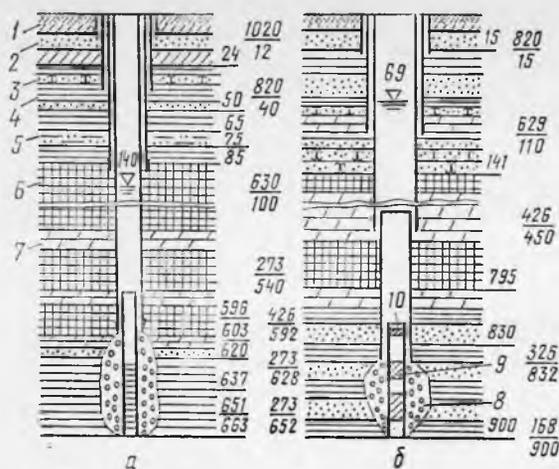


Рис. 41. Конструкции глубоких скважин № 3866 (а) и № 3661 (б) на воду, пробуренных в условиях Днепровско-Донецкой впадины:

1 — суглинок; 2 — песок; 3 — песчаник; 4 — глина; 5 — песок глинистый; 6 — мел; 7 — мергель; 8 — гравийная обсыпка; 9 — фильтр; 10 — контрольный фильтр.

повышается опасность: недостаточной обсыпки фильтров, так как во время эксплуатации гравий уплотняется, может открыться часть фильтра и скважина будет песковать; пересыпки гравия, при этом гравий может создать пробку выше левого переводника, заклинить надфильтровые буровые трубы.

Поэтому при подготовке к спуску фильтровой колонны обязательно подсчитывают объем гравия, необходимый для обсыпки, который равен объему прифильтровой зоны скважины. Объем прифильтровой зоны определяют на основе кавернометрии (рис. 42). Он равен сумме всех каверн в зоне гравийной обсыпки, включая и нерасширенную часть ствола скважины:

$$W_{\text{гр}} = K W_{\text{снв}} = K (\pi/4) \sum_{i=1}^{i-n} (D_i^2 - d^2) h_i, \quad (33)$$

где $W_{\text{гр}}$ — расчетно-необходимый запас гравия, м³; $W_{\text{снв}}$ — объем прифильтровой зоны скважины, подлежащей гравийной обсыпке, м³; K — коэффициент потерь гравия при транспортировке и погрузочно-разгрузочных работах, $K = 1,1 \dots 1,2$; n — число участков скважины, используемых в расчете; D — диаметр скважины i -го участка согласно кавернометрии, м; d — диаметр фильтров, м; h_i — высота i -го участка скважины, м.

Во время эксплуатации скважины гравий уплотняется, проседает и фильтры могут оголиться. Во избежание пескования скважины над верхним фильтром образуется запас гравия, то есть гравийная обсыпка поднимается на 30...50 м выше фильтров. Во избежание пересыпки гравия, которая может привести к заклиниванию бурового инструмента и левого переводника в скважине ниже головы фильтровой колонны на 10...15 м устанавливают контрольный фильтр. Длина фильтра 1...1,5 м, конструкция обычная.

Внедрение контрольного фильтра в технологию сооружения глубоких скважин с устройством уширенного контура сыграло положительную роль в повышении качества и ускорении создания гравийной обсыпки.

На практике фактический расход гравия всегда превышает необходимый расчетный запас $W_{\text{гр}}$. Иногда это превышение составляет 30...50%.

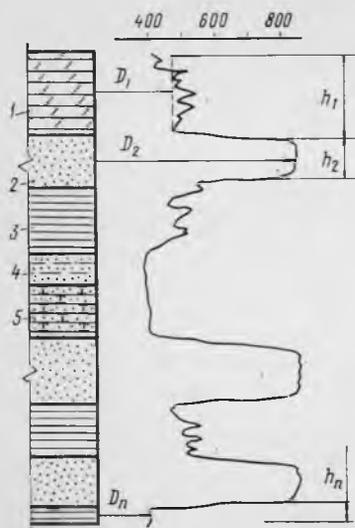


Рис. 42. Кавернограмма при-
фильтровой зоны скважины:

1 — меломергальные отложения; 2 —
песок водоносный; 3 — глина; 4 — пе-
сок глинистый; 5 — песчаник.

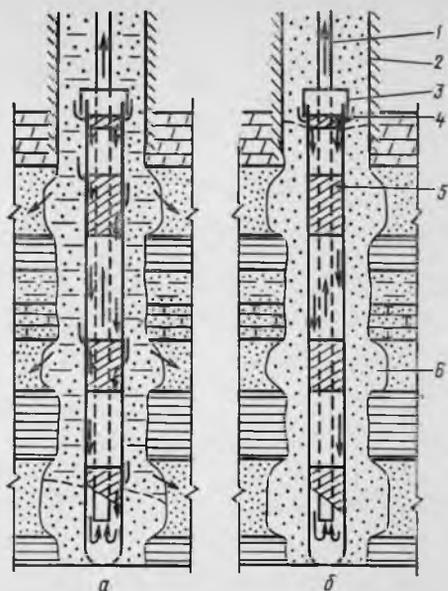


Рис. 43. Схема движения промывочной
жидкости в начале (а) и конце гравийной
обсыпки (б):

1 — бурильные трубы; 2 — эксплуатационная ко-
лонна; 3 — левый переводник; 4 — контрольный
фильтр; 5 — фильтры; 6 — гравийная обсыпка.

Сверхрасчетный расход гравия происходит за счет неучтенных каверн, которые местами могут быть больше максимальных пределов измерения каверномера; размыва новых каверн во время засыпки путем трения гравия о стенки скважины; загрязненности гравия мелкими, пылеватыми частицами, которые в процессе обсыпки вымываются на поверхность.

Поэтому на буровой, особенно если она находится далеко от баз снабжения, необходимо создавать запас гравия:

$$W_{\text{факт}} = K_3 K W_{\text{снв}}, \quad (34)$$

где K_3 — коэффициент запаса, $K_3 = K_{\text{наб}} K_{\text{загр}} = 1,25 \dots 1,5$; $K_{\text{наб}}$ — коэффициент кавернозности, возникающей при гравийной обсыпке, для известняков, песчаников, водоносных песков $K_{\text{наб}} = 1 \dots 1,1$, для глин, меловых отложений $K_{\text{наб}} = 1,2 \dots 1,4$ (значения определены на основании геофизических данных пробуренных артезианских скважин на Левобережной части УССР); $K_{\text{загр}}$ — коэффициент загрязненности гравия мелкими частицами или растворимыми включениями (определяют лабораторным путем). Если загрязненность составляет более 20%, такой гравий предварительно промывают.

При отсутствии контрольного фильтра до засыпки гравия на левом переводнике отворачивают бурильный инструмент и вместо него в скважину опускают специальную пробку, которая предохраняет фильтровую колонну от попадания внутрь нее гравия. Эта операция в зависимости от глубины установки фильтров занимает в глубоких скважинах с уширенным контуром в при-фильтровой зоне 7...15 ч. Кроме того, буровому мастеру в течение смены приходится несколько раз приостанавливать обсыпку, ждать, пока гравий осядет на забой, и путем расхонок бурильного инструмента проверять — не образовалась ли гравийная пробка. В результате гравийная обсыпка может длиться

40...50 ч. Применение контрольного фильтра сокращает эту операцию до 14...20 ч.

В начальной стадии гравийной обсыпки промывочная жидкость частично поглощается водоносными горизонтами скважины (рис. 43), а частично, проинкая через все фильтры внутрь фильтровой колонны, через бурильные трубы выносится на поверхность. Под действием движения жидкости, а также собственной массы гравий оседает на забой скважины, постепенно обсыпая все фильтры. Достигнув контрольного фильтра, гравий перекрывает его. Дебит эрлифтной установки на поверхности из-за уменьшения поступления промывочной жидкости в бурильные трубы резко падает. Вскоре из-за снижения уровня жидкости в бурильных трубах эрлифт совсем прекращает работу, то есть все фильтры, в том числе и контрольный, обсыпаны гравием. После этого засыпают расчетное количество гравия в интервал от контрольного фильтра до левого переводника. Гравийная обсыпка окончена. Разворачивают бурильный инструмент на левом переводнике и извлекают его на поверхность. Строительство артезианской скважины завершено. Далее приступают к пробной откачке.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СКВАЖИНЫ В ЗОНЕ ВОДОНОСНОГО ПЛАСТА

Цель расширения скважины в зоне водоносного пласта — увеличить фильтрационные способности околофильтровой зоны путем создания мощной гравийной обсыпки.

Установки геологоразведочного бурения, используемые при сооружении скважин на воду, имеют слабое насосное оборудование. А так как скважины на воду по сравнению с геологоразведочными имеют значительно больший диаметр, то при их бурении с прямой промывкой скорость восходящего потока промывочной жидкости составляет всего 0,03...0,15 м/с вместо 0,5...1 м/с, требуемой для выноса выбуренной породы. Естественно, что выбуренный шлам не будет выноситься на поверхность, а начнет скапливаться в расширенной части скважины; это вызовет опасность прихвата бурильного инструмента и зашламовывания водоносного горизонта. Применение обратной промывки при бурении скважин чистой водой позволило выбуренный шлам удалить через бурильные трубы и сохранить расширенную часть скважины в естественном виде, что дало возможность сохранить фильтрационные способности водоносного горизонта.

Таким образом, расширение прифильтровой зоны водоносного пласта дает наибольший экономический эффект только в комплексе с применением обратной промывки.

В практике бурения скважин на воду используют несколько систем обратной промывки:

отсос промывочной жидкости с забоя через колонну бурильных труб с помощью вакуумных и центробежных насосов;

подъем промывочной жидкости на поверхность через бурильную колонну труб водоструйными насосами (гидроэлеваторы);

откачка жидкости из скважины по колонне бурильных труб с помощью эрлифта.

При бурении скважин глубиной 300...500 м используют серийные буровые установки УРБ-ЗАМ, БА-15В, а при больших глубинах — буровые установки нефтяного ряда БУ-75БР и др. Для создания обратной циркуляции промывочной жидкости с помощью эрлифта применяют компрессорные станции ДК-9, ПК-10, УКП-80.

Для компоновки эрлифта в качестве водоподъемных применяют серийные бурильные трубы стальные диаметром 114...168 мм, легкосплавные (ЛБТ) диаметром 114...147 мм. В качестве воздухоподводящих используют бурильные геологоразведочные трубы ниппельного соединения диаметром 33,5...42 мм.

Обычные вертлюги заменяют вертлюгами для обратной промывки или дополняют специальными вертлюжными приставками.

Вертлюг для обратной промывки, разработанный в Киевском СУ-581 треста «Укрбурвод», показан на рисунке 44.

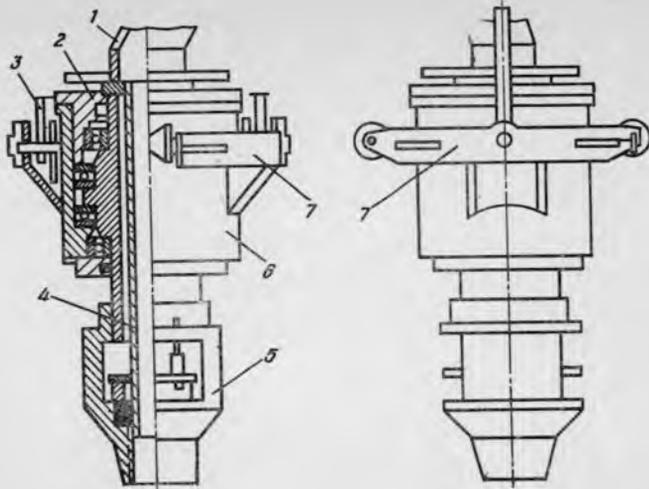


Рис. 44. Вертлюг для обратной промывки конструкции Киевского СУ-581 треста «Укрбурвод»:
 1 — отводное колено; 2 — верхняя крышка; 3 — серьга; 4 — удлиненная грязевая труба; 5 — корпус вертлюга; 6 — корпус сальников; 7 — направляющее устройство.

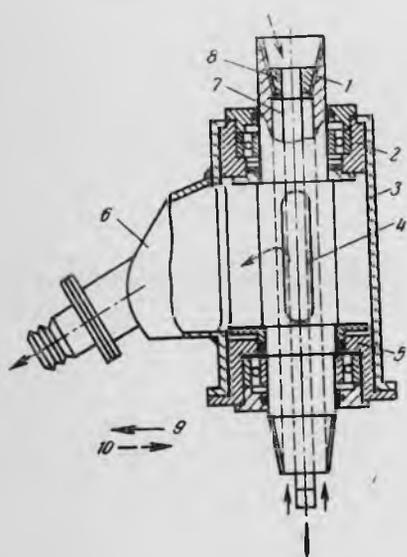


Рис. 45. Вертлюжная приставка для установок УРБ-ЗАМ и БА-15В:
 1 — ствол; 2 — верхняя крышка; 3 — корпус; 4 — отверстие для выхода пульпы; 5 — нижняя крышка; 6 — отводящий патрубков; 7 — патрубков для воздуха; 8 — пробка; 9 — пульпа; 10 — воздух.

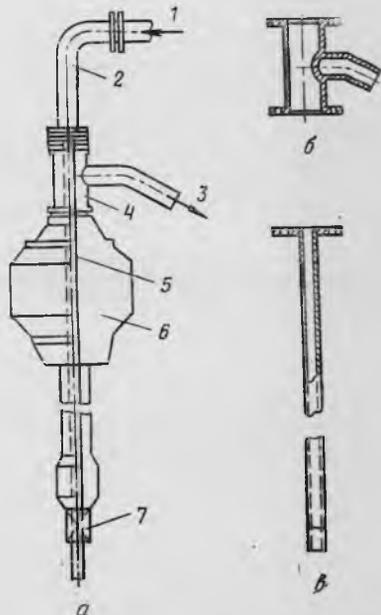


Рис. 46. Схема монтажа вертлюжной приставки для станков УВВ-600:
 а — вертлюжная приставка; б — корпус приставки; в — фланец с воздушной трубой; 1 — воздух; 2 — манифольд для подачи воздуха; 3 — пульпа; 4 — вертлюжная приставка; 5 — воздушные трубки; 6 — вертлюг; 7 — переводник под рабочую штангу-квадрат.

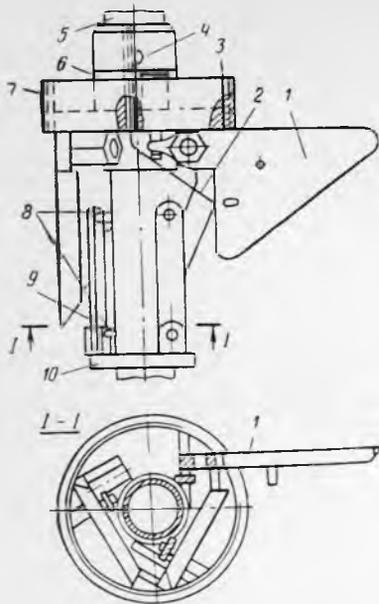
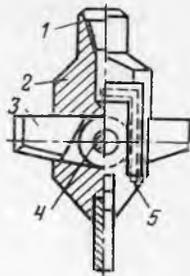


Рис. 47. Расширитель конструкции треста «Укрбурвод»:

1 — лопасть; 2 — проволока; 3 — фланец; 4 — болты; 5 — бурильные трубы; 6 — зазор между двумя частями замкового соединения; 7 — кольцевой регулируемый упор; 8 — шарнир; 9 — тяга; 10 — направляющее кольцо.

Рис. 48. Двухлопастной инерционный расширитель конструкции треста «Востокбурвод»:

1 — присоединительная резьба; 2 — корпус расширителя; 3 — лопасти; 4 — палец шарнира; 5 — промывочные отверстия.



Этот вертлюг можно использовать как для прямой, так и для обратной промывки. Чтобы перейти с прямой промывки на обратную, в вертлюге вместе с отводным коленом монтируется устройство для подачи воздуха. Этот вертлюг хорошо зарекомендовал себя на практике и нашел широкое применение при обратновсасывающем методе промывки.

В буровых установках УРБ-ЗАМ и 1БА-15В, если нужно перейти на обратную циркуляцию промывочной жидкости, между вертлюгом и ведущей бурильной трубой (квадрат) вставляют вертлюжную приставку (рис. 45). Воздух через серийный вертлюг попадает в патрубок, а через воздушные трубки — внутрь бурильных труб, приводя в работу эрлифтную установку. Выбуренный шлам через бурильный инструмент и ведущую бурильную штангу проходит в ствол вертлюга и через окна выходит в корпус, из которого через отвод шлангами попадает в отстойник. Крышки служат для расположения в них подшипников и сальниковых устройств. Воздушные трубки крепят к пробке, которая служит одновременно и уплотнением между воздушной средой и промывочной жидкостью. Грузоподъемность приставки 20 т. Еще более простую конструкцию имеет приставка для буровых установок УБВ-600, БУ-75БР (рис. 46).

Если необходимо перейти на обратную циркуляцию промывочной жидкости, то в верхней части вертлюга отсоединяют отвод и между ним и корпусом вертлюга вставляют приставку. Вместе с приставкой крепят фланец с патрубком под воздушные трубы. Один вид промывки можно заменить другим через 20...30 мин.

Для расширения ствола скважины в прифильтровой зоне с одновременной обратной циркуляцией промывочной жидкости применяют в основном расширители двух типов: инерционного действия и принудительного раскрытия.

Принцип работы расширителей инерционного действия конструкции трестов «Укрбурвод» и «Востокбурвод» состоит в отклонении лопастей от оси скважины за счет инерционных сил при вращении бурильной колонны.

Техническая характеристика расширителя конструкции треста «Укрбурвод» (рис. 47): длина расширителя в сборе 1220 мм; диаметр расширителя в сборе 240 мм; диаметр расширителя инерционного действия в рабочем положении 500, принудительного раскрытия 600 мм, масса расширителя 118 кг.

Режущие элементы этого расширителя выполнены в виде трех треугольных лопастей, тангенциально закрепленных на наружной поверхности бурильной трубы. На одном конце трубы расположено направляющее кольцо, имеющее осевое перемещение и шарнирно связанное посредством тяг с режущими элементами, а на втором — кольцевой регулируемый упор, взаимодействующий с режущими элементами в период рабочего хода. Лопастей в нерабочем положении скреплены с болтами, установленными на замке бурильной трубы с помощью проволоки, пропущенной через отверстие в двух частях замкового соединения, между которыми при монтаже бурильных труб оставлен зазор.

При вращении снаряда на забое скважины верхняя бурильная труба проворачивается относительно нижней, связанной с долотом, в пределах обусловленного зазором. При этом края отверстий в двух частях замкового соединения срезают проволоку, и лопасти, извлекаемые центробежной силой, выдвигаются до соприкосновения с кольцевым упором.

Техническая характеристика двухлопастных инерционных расширителей конструкции треста «Востокбурвод» (рис. 48) приведена в таблице 19.

При обратновсасывающем методе промывки принудительное раскрытие лопастей расширителя конструкции треста «Укрбурвод» (рис. 49) осуществляется за счет грузового цилиндра, который через поводок давит на лопасти, вынуждая их расширяться. Грузовой цилиндр находится внутри корпуса.

На поверхности лопасти сводят вниз и связывают алюминиевым проводом. В таком виде расширитель транспортируют на забой скважины. Для раскрытия лопастей необходимо на забое произвести несколько оборотов бурильным инструментом. Алюминиевый провод быстро перетирается и расширитель раскрывается. После этого его приподымают на необходимый интервал расширения прифилтровой зоны и начинают работу.

Расширитель треста «Укрбурвод», в котором принудительное раскрытие лопастей осуществляется с помощью пружины, показан на рисунке 50.

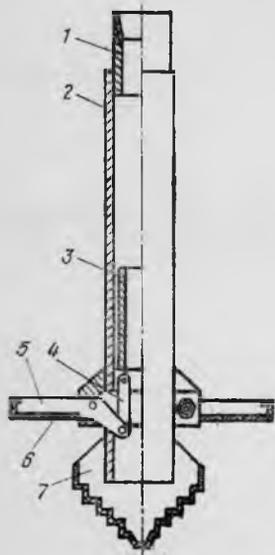


Рис. 49. Самораскрывающийся расширитель конструкции треста «Укрбурвод»:

1 — переводник; 2 — корпус; 3 — ось крепления лопастей; 4 — поводок; 5 — неподвижный фланец; 6 — поводок; 7 — подвижный фланец; 8 — пружина; 9 — упор; 10 — накладки твердых сплавов.

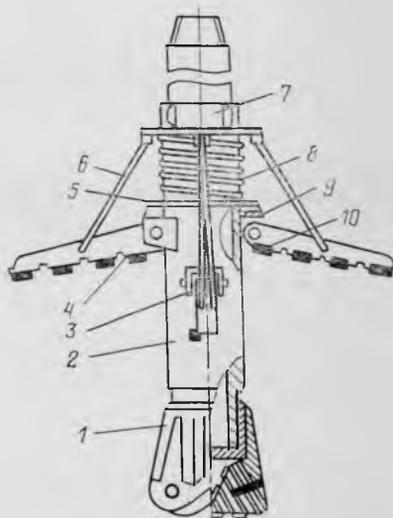


Рис. 50. Самораскрывающийся расширитель пружинного действия:

1 — пилот-долото; 2 — корпус; 3 — ось крепления лопастей; 4 — лопасти; 5 — неподвижный фланец; 6 — поводок; 7 — подвижный фланец; 8 — пружина; 9 — упор; 10 — накладки твердых сплавов.

19. Основные параметры двухлопастных расширителей треста «Востокбурвод»

Шифр долота-расширителя	Диаметр расширителя, мм		Тип присоединительной резьбы, ГОСТ	Длина корпуса расширителя, мм
	в сборе	в рабочем положении		
РД-269	143	269 ± 1,0	3-76, ГОСТ 286—74	110
РД-295	193	295 ± 1,5	3-76, ГОСТ 286—74	120
РД-346	240	346 ± 2,0	3-121, ГОСТ 5286—75	460

Контроль за расширением прифильтовой зоны осуществляют кавернометром. В случае, если прифильтовая зона не достигла проектных размеров, расширение повторяют.

РАЗГЛИНИЗАЦИЯ СКВАЖИН РОТОРНОГО БУРЕНИЯ

Основное число водозаборных, водопонижительных и дренажных скважин бурится роторным способом, который резко сокращает затраты на их сооружение. Для выноса разбуренных пород часто используют глинистый раствор, при этом происходит глинизация водоносного пласта и рабочей поверхности фильтра, вследствие чего увеличиваются сроки освоения скважин и снижаются их дебиты.

Глинистый раствор образует глинистую корку на стенках скважины (наружная глинизация), проникает в трещины и поры водоносной породы (внутренняя глинизация). Кроме этого, при установке фильтровой колонны глинистая корка замазывает поверхность и отверстия фильтра. Удерживая в процессе бурения стенки скважины от обрушения, в последующем глинистая корка снижает водоотдачу водоносного пласта по сравнению с возможной в несколько раз. Поэтому по окончании бурения ее удаляют (разглинизируют скважину), затрачивая на удаление из скважины продуктов глинизации 3...20 смен и более, но полного восстановления водоотдачи обычно не достигают.

Чтобы свести до минимума процесс глинизации водоносного пласта, рекомендуется: применять глинистые растворы высокого качества, образующие тонкую, но прочную глинистую корку, предохраняющую пласт от обильной внутренней глинизации, и облегченные глинистые растворы, не проникающие в глубь пласта из-за малой плотности твердых частиц; заменять глинистый раствор меловым, так как создаваемая им внутренняя глинизация легче удаляется посредством солянокислотной обработки; использовать в качестве промывочной жидкости чистую воду; заменять прямую промывку чистой водой на обратную и процесс удаления разрушенной породы промывкой на продувку воздухом и др.

Для восстановления водоотдачи водоносных пластов и обеспечения оптимальных дебитов скважин, пробуренных роторным способом с глинистым раствором, существует много способов разглинизации (см. с. 67).

Способы разглинизации, основанные на разного вида промывках. Промывку чистой водой, подаваемой в зафильтовое пространство через башмак фильтровой колонны (рис. 51), применяют для разглинизации малонапорных водоносных пластов, сложенных мелко- и среднезернистыми песками.

После установки фильтровой колонны в скважину чистую воду подают буровым насосом по бурильным трубам, ввинченным нижним концом в переводник башмака на левой резьбе. Фильтровая колонна должна находиться выше на 0,5 м забоя скважины для обеспечения свободного поступления промывочной воды в зафильтовое пространство. Если фильтровую колонну спускают «впотаи», то надфильтовую часть перекрывают специальным сальником или коническим фланцем. Промывку ведут до осветления воды. Признак «оживления» водоносного пласта — вынос песка и поглощение воды. После этого бурильные трубы вывинчивают из башмака отстойника и извлекают из скважины. Отверстие в отстойнике перекрывают. Отверстие для выхода промы-

Классификация способов разглинizations скважин

Способы разглинizations	Методы и приемы их выполнения
I. Основанные на разного вида промывках	<ol style="list-style-type: none"> 1. Промывка по зафильтровому пространству через башмак колонны 2. Понтервальная промывка с помощью стопколец 3. Промывка через рабочую поверхность фильтра с помощью пакеров и гидроершей 4. Промывка вращающимися потоками воды 5. Гидропескоструйная промывка 6. Промывка нагнетанием воды в пласт
II. Основанные на понижении гидростатического напора и изменении давления на пласт	<ol style="list-style-type: none"> 1. Свабирование и желонирование 2. Прокачка эрлифтом с обратной промывкой 3. Засасывание глинистой корки через отверстия в отстойнике 4. Засасывание глинистой корки через рабочую поверхность фильтра 5. Обрушение глинистой корки и засасывание ее через промывочные окна
III. Динамические способы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Взрыв торпед из детонирующего шнура ТДШ 2. Электрогидравлическое воздействие на обрабатываемую зону 3. Пневмовзрыв 4. Метод имплозии 5. Метод ультразвука 6. Вибрационный метод
IV. Химические способы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Солянокислотная обработка водоносного пласта

вочной воды можно устраивать в отстойнике фильтра, расположив его не менее чем на 0,5 м выше забоя скважины. Тогда фильтровую колонну ставят прямо на забой скважины.

Промывка через башмак фильтровой колонны неэффективна, так как имеет место только замена глинистого раствора на воду и вымывание налипшей гелеобразной массы со стенок скважины и с поверхности фильтра.

Понтервальную промывку с помощью стопколец рекомендуют применять при разглинizations нескольких водоносных горизонтов, представленных мелкозернистыми и среднезернистыми песками. Этот процесс повторяет процесс разглинizations методом промывки через башмак фильтровой колонны, поэтому, так же как и предыдущий, он неэффективен.

Промывку через рабочую поверхность фильтра с помощью пакеров и гидроершей осуществляют с целью удаления глинистого раствора из пространства между рабочей частью фильтра и водоносным пластом, а также для разглинizations рабочей части фильтра. Применение пакеров и гидроершей позволяет проводить понтервальную разглинizations фильтра и стенок скважины. Наиболее удачный по конструкции пакер Г. Н. Доценко. Гидроерши работают на том же принципе, что и пакееры. Заслуживает внимания и широкого применения гидравлический ерш конструкции Ф. И. Письменского и И. Р. Мельникова. Конструкция гидроерша позволяет использовать его так же, как сваб, что очень важно при проведении процессов разглинizations. Кроме того, гидроерш можно успешно применять для восстановления пропускной способности фильтра после кольматации его в процессе эксплуатации.

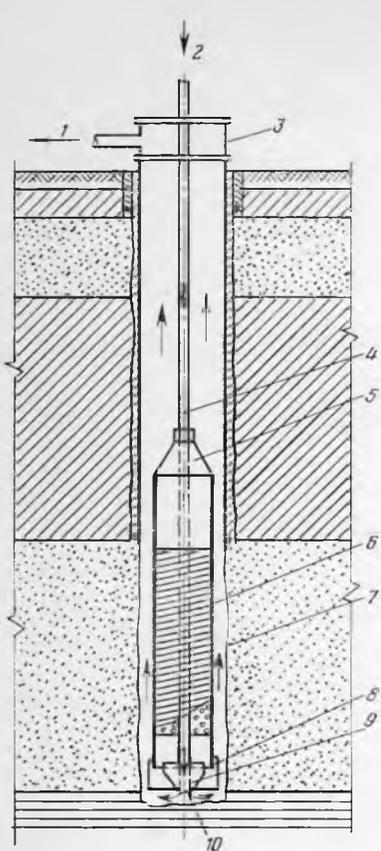


Рис. 51. Схема разглинизации чистой водой, подаваемой в зафильтровое пространство через башмак фильтровой колонны:

1 — на выброс; 2 — от насоса; 3 — тройник для отвода промывочной воды; 4 — бурильные трубы; 5 — конический фланец; 6 — фильтровая колонна; 7 — глинистая корка; 8 — башмак фильтра; 9 — переводник с левой резьбой в башмаке отстойника фильтра; 10 — отверстие для промывочной воды.

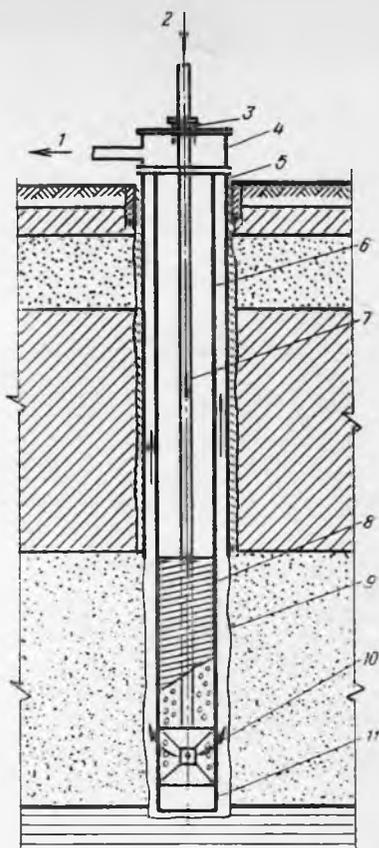


Рис. 52. Схема разглинизации с подачей воды в зафильтровое пространство через рабочую поверхность фильтра с помощью гидравлического ерша:

1 — на выброс; 2 — от насоса; 3 — сальник для бурильных труб; 4 — тройник для отвода промывочной воды; 5 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 6 — фильтровая колонна; 7 — бурильные трубы; 8 — рабочая поверхность фильтра; 9 — глинистая корка; 10 — гидравлический ерш; 11 — отстойник фильтра.

Для разглинизации напорных водоносных пластов, сложенных крупно- и среднезернистыми песками, в целях увеличения скорости выхода воды в зафильтровое пространство применяют гидравлический ерш (рис. 52).

Вода попадает к ершу по бурильным трубам и обрабатывает только ограниченный его манжетами участок скважины. Чтобы вода не поступала к необрабатываемым участкам фильтра, истрепавшиеся резиновые манжеты надо своевременно заменять новыми. Для лучшей разглинизации необходимо неоднократно поднимать и опускать ерш вдоль всей рабочей поверхности фильтра.

Промывка с помощью пакеров и гидроершей дает положительные результаты, однако этот способ малопродуктивный.

Промывку вращающимися потоками воды применяют для внешней разглинизации стенок скважин в водоносных песках. Для создания вращательного движения промывочной воды на фильтре устраивают винтовую поверхность из листового металла, виннипласта и других материалов (рис. 53). Такая поверхность позволяет развивать скорость движения воды 1,5...2 м/с (примерно втрое больше, чем при поступательном движении), что способствует быстрому и эффективному смыву глинистой корки со стенок скважины.

Скорость вращательного движения потока промывочной воды определяют по формуле

$$v_{вр} = \frac{0,074 + 1,24(D+d)}{h} v_{пост}, \quad (35)$$

где $v_{вр}$ — скорость вращательного движения воды в зафильтровом пространстве, м/с; $v_{пост}$ — скорость поступательного движения воды в зафильтровом пространстве, м/с; D — диаметр скважины, м; d — диаметр фильтровой колонны, м; h — шаг винтовой поверхности, м.

Преобразовав формулу (34) и приняв $v_{вр}/v_{пост} = K_{ув}$, получают

$$h = \frac{0,074 + 1,24(D+d)}{K_{ув}}, \quad (36)$$

где $K_{ув}$ — коэффициент, показывающий степень увеличения скорости вращательного движения воды в зафильтровом пространстве по отношению к поступательному движению.

Гидропескоструйную промывку применяют при наружной разглинизации пласта. При этом используется кинематическая энергия промывочной воды с песком и абразивность смеси. Гидропескоструйная промывка имеет существенные недостатки: ограниченная область применения (бесфильтровые скважины и скважины, в которых водоносный горизонт оборудован каркасно-стержневым фильтром без каких-либо покрытий); сопла, через которые нагнетается водно-песчаная смесь, очень быстро выходят из строя.

Промывка нагнетанием воды в пласт рекомендуется для внутренней разглинизации пласта при условии предварительно проведенной любым другим методом наружной разглинизации. Она может осуществляться нагнетанием воды через устье скважины, оборудованное герметизирующим устройством, и нагнетанием воды через бурильные трубы и специальное пакерное устройство при наличии герметизирующего устройства на устье скважины.

Обязательное условие при применении этого метода — надежное и высококачественное цементирование эксплуатационной колонны обсадных труб

Способы разглинизации, основанные на понижении гидростатического напора и изменении давления на пласт. Свабирование и желонирование применяют в тех случаях, когда по каким-либо причинам становится невозможной прокачка эрлифтом. Сущность этого метода заключается в том, что при подъеме столба жидкости, находящейся над свабом (поршнем) или желонкой, создается переменное давление внутри скважины. Оно способствует поступлению воды из водоносного пласта в скважину, разрушению глинистой корки и очистке поверхности фильтра от глинистого раствора. Эффективность применения метода достигается при разглинизации скважин глубиной более 100 м с напорными водоносными пластами. При освоении безнапорных водоносных пластов применение метода свабирования, как правило, эффекта не дает.

При желонировании удлиненную желонку перемещают внутри фильтра вниз и вверх в течение 2...3 смен (таргание). Под действием желонки вода из скважины проникает в зафильтровое пространство и приводит в движение

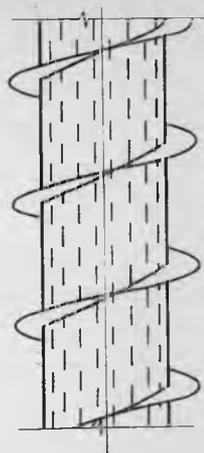


Рис. 53. Рабочая поверхность фильтра с винтовой поверхностью.

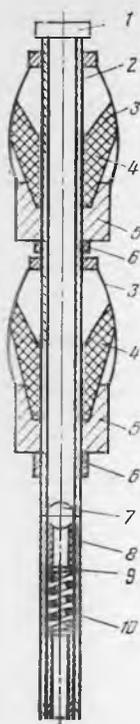


Рис. 54. Сваб с регулируемым клапаном конструкции «Азин-маш»:

1 — специальная вращающаяся пробка; 2 — труба; 3 — проволочные корзинки, в которых расположены резиновые манжеты; 4 — резиновые поршни; 5 — чашки для крепления резиновых поршней; 6 — муфты; 7 — приемный клапан; 8 — втулка; 9 — окно; 10 — пружина, регулируемая на определенное давление.

находящуюся там воду. Глинистая корка постепенно разрушается и размывается.

Вместо тартания или в дополнение к нему скважины прокачивают свабами различной конструкции: сваб с применением в качестве манжеты самоуплотняющегося сальника, разработанный трестом «Востокбурвод»; сваб с регулируемым клапаном, разработанный К. А. Алиевым. Сваб загружают под статический уровень воды в скважине до рабочей части фильтра, если фильтровая колонна выведена до устья, или до надфильтровой трубы, если она установлена «впотай».

Свабирование и желонирование проводят до стабилизации уровня воды в скважине и появления в извлекаемой воде песка, то есть до извлечения основной массы загрязняющих веществ из пласта и фильтра. После этого приступают к откачке воды из скважины эрлифтом. Откачку необходимо начинать с минимального понижения уровня воды с последующим увеличением подачи во избежание закупорки фильтрующей поверхности фильтра мелким песком.

Этот метод не рекомендуется применять в скважинах, оборудованных сетчатыми и гравийными клееными фильтрами, так как при интенсивном отсасывании поршнем песок может сильно уплотниться вокруг фильтра и вызвать резкое снижение дебита.

В отдельных случаях в целях создания более высокой депрессии на пласт применяют свабирование с одновременной откачкой насосом.

При прокачке эрлифтом с обратной промывкой обрушение глинистой корки со стенок скважины происходит в результате депрессии, создаваемой работой эрлифта. Функция промывочной воды при этом сводится только к транспортированию обрушенного материала, так как из-за низкой скорости движения она не имеет разрушающей силы.

Этот метод непригоден при оборудовании водоносного горизонта гравийными обсыпными фильтрами, так как вместе с глинистой коркой происходит обрушение пород как с водоносного горизонта, так и с горизонтов, представленных неустойчивыми породами. Поэтому создать качественную обсыпку фильтра из гравия или песка не представляется возможным.

При применении метода засасывания глинистой корки через отверстия в отстойнике разглинизацию проводят путем откачки воды эрлифтом. Эрлифт сразу же необходимо пускать в работу с максимальной производительностью. Это вызывает интенсивное поступление внутрь скважины глинистого раствора, глинистой корки и песка. Образующаяся большая песчаная пробка удаляется обратной промывкой либо обратной промывкой в комбинации с прокачкой эрлифтом. После удаления песчаной пробки отверстие в отстойнике засыпают гравием.

При сооружении гравийного обсыпного фильтра в мелко- и разномерных песках этот метод непригоден, так как мелкозернистые пески легко оплывают и не удается провести равномерную обсыпку фильтра обсыпным материалом.

Метод засасывания глинистой корки через рабочую поверхность фильтра (рис. 55) рекомендуется применять при разглинизации напорных водоносных пластов, сложенных мелкозернистыми песками или слаботрециноватыми породами (Ильи, Сафонов, 1972). Разглинизацию посредством промывки скважины с одновременной прокачкой эрлифтом начинают с промывки чистой во-

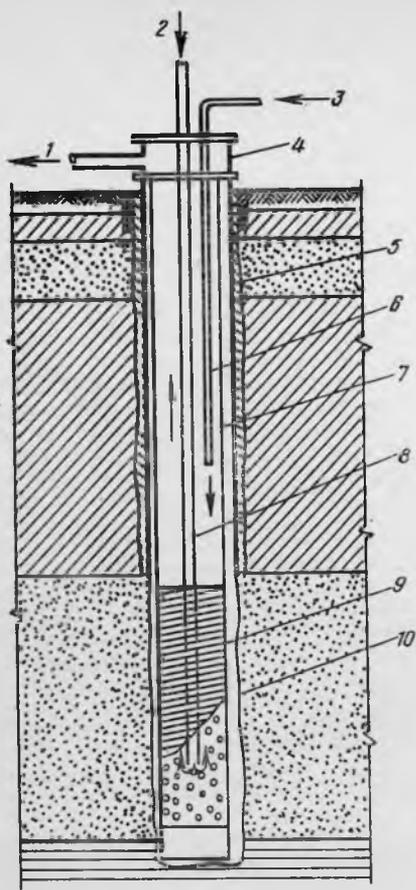


Рис. 55. Схема разглинизации путем засасывания глинистой корки через рабочую поверхность фильтра:

1 — на выброс; 2 — от насоса; 3 — от компрессора; 4 — тройник для отвода промывочной воды; 5 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 6 — воздушные трубы эрлифта; 7 — фильтровая колонна; 8 — бурильные трубы; 9 — рабочая поверхность фильтра; 10 — упорное глинистая корка.

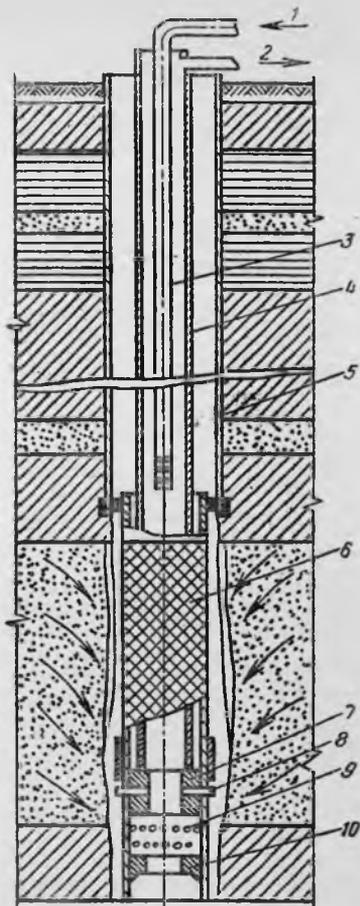


Рис. 56. Схема разглинизации обрушением глинистой корки и засасыванием ее через промывочные окна:

1 — от компрессора; 2 — на выброс; 3 — воздушные трубы эрлифта; 4 — водоподъемные трубы; 5 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 6 — рабочая часть фильтра; 7 — втулка; 8 — срезной штифт; 9 — промывочные окна; 10 — упорное кольцо.

дой, подаваемой насосом через бурильные трубы в течение 2...3 ч. Затем чередуют промывку водой с прокачкой скважины эрлифтом. Интенсивность прокачки следует увеличивать постепенно, иначе водоносный песок вокруг рабочей поверхности фильтра может сильно уплотниться. Если водоносные пласты сложены неоднородными песками или сильно трещиноватыми породами, разглинизацию можно начинать прямо с прокачки скважины эрлифтом.

Сущность метода обрушения глинистой корки и засасывания ее через промывочные окна, разработанного ВСЕГИНГЕО, заключается в удалении породы, обрушенной в зафильтровом пространстве, через специальные окна в отстойнике

Рис. 57. Торпеда из детонирующего шнура ТДШ-3:

1 — головка; 2 — взрывной патрон; 3 — детонирующий шнур; 4 — трос; 5 — направляющие фонари-центраторы; 6 — натяжной груз.



обратновсасывающей промывкой, создаваемой при откачке воды из скважины эрлифтом.

Вскрытие водоносного горизонта следует вести облегченным раствором, обработанным специальными реагентами, например поверхностно-активными веществами ОП-7, ОП-10 и др. По окончании бурения в скважину опускают колонну с фильтром, оборудованную по схеме, приведенной на рисунке 56. После этого откачивают воду из скважины эрлифтом. При понижении уровня воды глинистая корка и песок обрушиваются со стенок скважины и через промывочные окна поступают внутрь фильтровой колонны и выносятся на поверхность. Содержание песка в откачиваемой жидкости не должно превышать 10...15% объема прокачиваемой жидкости.

Процесс разглинизации считают законченным, если в песке, выносимом через окно забоя скважины, не остается глинистых частиц.

По окончании разглинизации водоподъемной колонной слегка ударяют по скользящей втулке, она, опускаясь вниз, срезает шлифты и перемещается до упорного кольца, перекрывая промывочные окна. После этого водоподъемную колонну приподнимают на длину фильтра и продолжают откачку до полного осветления воды.

Динамические способы разглинизации. Разглинизация скважин взрывом торпед из детонирующего шнура (ТДШ) широко применяется в СССР. Взрывы торпед эффективны не только для разглинизации фильтра, замазываемого глиной при спуске в скважину, но и для внутренней и наружной разглинизации водоносного пласта, представляющего слабоустойчивыми и неустойчивыми породами (Шляферт, Вольницкая, 1970).

В настоящее время промышленность выпускает торпеды из детонирующего шнура (рис. 57), разработанные в соответствии с исследованиями института ВНИИ Геофизика. Торпеда состоит из одной, двух или трех ниток детонирующего шнура; взрывного патрона или электродетонатора, приспособленного для спуска и крепления торпеды; направляющих фонарей для центровки торпеды внутри фильтра; кабельной головки для спуска и подъема торпеды, а также проводов для подвода напряжения к взрывному патрону или электродетонатору. Техническая характеристика торпед ТДШ приведена в таблице 20.

20. Техническая характеристика торпед ТДШ

Показатели	Тип торпеды		
	ТДШ-50	ТДШ-25	ТДШ-В
Максимальный наружный диаметр торпеды без центраторов, мм	50	24	60
Длина груза, мм	1 000	2 200	—
Масса груза, кг	16	7	—
Допустимая максимальная температура в скважине, °С	80	80	80
Допустимое максимальное гидростатическое давление, МПа	50	50	50
Длина торпеды, м	1...100	1...100	1...10
Число отрезков детонирующего шнура	1...5	1...5	1...2
Тип центраторов	Сменные		

В торпедах из детонирующего шнура применяют шнур марки ДШ-В, снаряженный мощным бризантовым ВВ-ТЭНом, и шнур марки ДШУ-60, снаряженный гексогеном. Шнур детонирует от капсуля-детонатора или от электродетонаторов ЭД-8—56, ЭДС, а также от других инициирующих устройств.

Перед взрывом ТДШ скважину промывают от глинистого раствора и опускают в нее заряд. Применять взрыв можно во всех конструкциях фильтров на основе стержневых каркасов и стальных труб с сетчатыми и проволочными покрытиями. Не допускается использовать этот метод в скважинах, оборудованных фильтрами из пластических масс, чугуна.

Для взрыва ТДШ рекомендуются следующие заряды: для сетчатых фильтров — в 1 нить, для проволочных фильтров — в 2, для перфорированных каркасов и обсадных труб — в 3..4 нити ДШ.

Заряд состоит из одного или нескольких кусков шнура, собранных в пучок и привязанных к отрезку троса или пенькового каната. Для спуска торпеды в скважину снизу к отрезку троса прикрепляют оттягивающий груз. Торпеду опускают на каротажном кабеле. Длина торпеды должна соответствовать длине фильтра, установленного в скважине.

Детонатор устанавливают на торпеду только перед самым спуском ее в скважину, концы детонирующего шнура и проводников тщательно изолируют. Установка торпеды должна обеспечивать условия, при которых детонатор находится вне зоны рабочей части фильтра. Его следует выводить также на 0,5..1 м выше или ниже места сварки труб и сальников, так как параметры взрыва в зоне детонатора гораздо выше, чем у самой торпеды. После установки торпеды нужно убедиться в том, что она стоит по центру скважины в центраторах и ни в коем случае не упирается грузом в забой скважины.

Детонирующий шнур взрывают при помощи электродетонатора, который помещают в герметическую оболочку (головка торпеды).

Работы по торпедированию скважин детонирующим шнуром проводят специалисты-геофизики, имеющие права на производство взрывных работ.

В момент взрыва фильтр является своего рода отражателем и гасителем прямого действия ударной волны на водоносный пласт. Однако динамические усилия вызывают деформацию глинистой корки на стенках скважины и разрушают структуру водовмещающей породы на значительном расстоянии от зоны непосредственного действия взрывной волны. Степень деформации зависит от типа фильтра (проволочный, дырчатый или сетчатый).

Разрушению структуры пласта при взрыве способствуют прохождение ударной волны по системе частиц песка и поровой воде и пульсация газового пузыря, возникающего вследствие действия газов взрыва на воду. В результате кратковременного действия взрывной волны вода, насыщая водоносный пласт, не успевает отжаться и водоносный песок практически почти не уплотняется, а разрушаются только его структура и проницаемость. Проницаемость вновь образовавшейся структуры песка зависит в основном от его окатанности и гранулометрического состава; пористости и напряженного состояния; степени разрушения, которая, в свою очередь, зависит от мощности заряда торпеды.

Иногда при взрыве торпеды (даже с минимальной мощностью заряда) в рабочей зоне фильтра разрушается его сетка или каркас. При взрыве торпеды в отстойнике фильтровой колонны эффект ее действия значительно снижается. Более эффективен метод, при котором взрывчатое вещество небольшими зарядами распределяется вдоль всей длины фильтра. Взрывы должны быстро следовать один за другим. Это создает вибрационный эффект, при помощи которого лучше происходит разглинизация прифильтровой зоны водоносного пласта и особенно фильтра.

После взрыва торпед из детонирующего шнура дебиты скважины увеличиваются в 1,5..7 раз и более, что свидетельствует не только о восстановлении естественной водопроницаемости пород, но и об искусственном увеличении ее в призабойной зоне.

Наряду с этим метод разглинизации взрывом торпед ТДШ имеет существенные недостатки:

при разрушении продуктов глинизации не происходит одновременного извлечения обрушенного материала на поверхность земли, что существенно сказывается на качестве разглинизации фильтра, особенно в глубоких скважинах;

при взрывах вместе с глинистой коркой обрушиваются породы из вышележащих горизонтов, не закрепленных трубами, что приводит к засорению фильтрового пространства и отрицательно сказывается на качестве обсыпки при сооружении гравийного обсыпного фильтра;

даже при минимальной мощности заряда может происходить разрушение сетки или каркаса фильтра;

разглиннизация методом взрыва имеет важный организационный недостаток, связанный с трудностями хранения и транспортирования взрывчатых веществ, а также с необходимостью содержания специального работника для проведения взрывных работ.

Для разглиннизации скважины методом электрогидравлического воздействия на обрабатываемую зону применяют импульсную установку, созданную по предложению треста «Промбурвод» и Новочеркасского политехнического института. Действие ее основано на электрогидравлическом эффекте. Установка состоит из источника электропитания, высоковольтного трансформатора, блока высоковольтных конденсаторов, жидкостного и воздушного разрядников. Жидкостный разрядник, возбуждающий ударную волну, на кабеле опускают в скважину и с помощью лебедки многократно передвигают вдоль обрабатываемой части фильтра.

Метод электрогидравлического воздействия имеет преимущество по сравнению с методом взрыва, так как позволяет регулировать силу и частоту разрядов и тем самым избежать нарушения целостности каркаса и сетки. Однако он не лишен других недостатков, присущих методу взрыва.

Метод пневмовзрыва основан на мгновенном преобразовании энергии сжатого воздуха в механическую работу при его внезапном расширении (В. Г. Склянский). Специальный пневмоснаряд на трубах опускают в скважину. В рабочую полость снаряда подают воздух от компрессора высокого давления. При пневмовзрыве возникает ударная волна, которая разрушает глинистую корку и очищает фильтр.

Конструкция пневмоснаряда позволяет регулировать силу и частоту взрывов.

Сущность метода импложии заключается в том, что в зону разглиннизации на тросе опускают полый легко разрушающийся сосуд, внутренняя полость которого заполнена разреженным растворяющимся в воде газом. При разрушении стеклянного сосуда в водяном столбе образуется свободное пространство, вызывающее гидравлический удар и ударную волну, которые разрушают глинистую корку на стенках скважины и на поверхности фильтра.

Для разглиннизации скважины можно применять сухой лед (твердая углекислота), который доставляют в водоносный пласт в специальном контейнере. Углекислота, взаимодействуя с водой, вызывает бурную реакцию с выделением углекислого газа, что способствует разрушению глинистой корки.

Эти методы при сооружении буровых скважин на воду широкого применения не нашли.

Метод ультразвука разработан НИИ оснований и подземных сооружений и ВСЕГИНГЕО. Он основан на способности жидкости подвергаться периодическому сжатию и растяжению при прохождении через нее ультразвуковых колебаний. Колебания воспроизводит на поверхности земли ультразвуковой генератор УЗГ-2,5 с частотой электромагнитных колебаний 17...25 кГц и передает их по 4-жильному кабелю к вибратору типа ПМС-6, ПМС-7 или ПН-1,5, который передвигается вдоль обрабатываемого участка скважины.

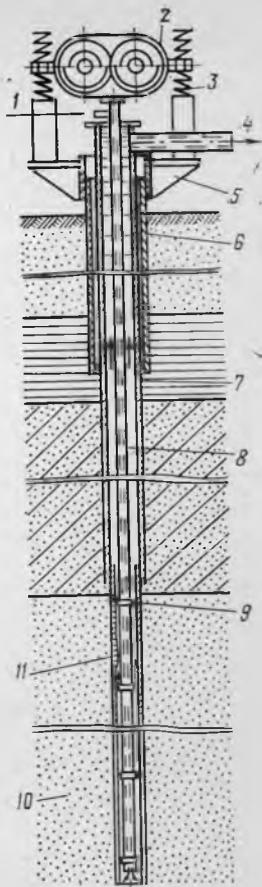
Применение ультразвука для разглиннизации скважин дает небольшой эффект.

Вибрационный метод разработан В. В. Верстовым, М. Л. Либным и М. Г. Цейтлиным (Верстов, Цейтлин, Цыганков, 1979).

Сущность вибрационного способа обработки скважин на воду заключается в том, что одновременно с откачкой или прокачкой скважины на фильтр и призабойную зону водоносного пласта воздействует гидродинамическое давление, возбуждаемое в столбе воды вибрирующим вдоль продольной оси скважины рабочим органом (рис. 58). Этот орган представляет собой ряд дисков, укрепленных на трубе, которая соединена с расположенным над устьем скважины вибратором продольно-направленного действия. Для увеличения эффекта вибрации и передачи гидродинамического давления размер зазора между внутренним

Рис. 58. Схема вибрационной разглинзации скважин:

1 — воздух или вода; 2 — вибратор; 3 — пружины вибратора; 4 — вода со шламом; 5 — наголовник; 6 — колонна обсадных труб; 7 — эксплуатационная колонна; 8 — насосно-компрессорные трубы; 9 — вибрационные диски; 10 — водоносный пласт; 11 — фильтр.



диаметром фильтра и наружным диаметром диска должен быть минимальным (3..5 мм). При включении вибратора диски начинают колебаться, вызывая импульсы переменного давления в водяном столбе, которые разрушают глинистую корку на фильтре и стенках скважины и способствуют вымыванию глинистых частиц из пор пород водоносного пласта.

Комбинированное действие знакопеременного гидродинамического давления и потока воды, создаваемого откачкой, обеспечивает эффективное разрушение глинистой корки и удаление продуктов коагуляции из призабойной зоны водоносного пласта.

Вибрационный способ разглинзации технологичен, позволяет регулировать продолжительность и интенсивность динамической обработки скважин, совмещать динамическое и химическое воздействие на коагулянт, обеспечивает с помощью вибрирующего рабочего органа нагнетание реагента за контур фильтра и его циркуляцию в зоне обработки.

Интенсивность разрушения глинистой корки или других коагулирующих соединений на стенках скважины и фильтра определяется возбуждаемым в воде гидродинамическим давлением. Амплитуда импульсов этого давления зависит от амплитуды и частоты колебаний рабочего органа, радиального зазора между диском и стенками фильтра, шага расположения дисков и их толщины, а также от гидрогеологических условий, определяющих степень коагуляции призабойной зоны скважины и фильтра. Оптимальная амплитуда гидродинамического давления, определяющая эффективное протекание процесса разрушения осадков, составляет 0,2..0,3 МПа при частоте импульсов не менее 500 колебаний в минуту.

Параметры виброустановок типа ВУР, рабочие органы которых в зависимости от их массы совершают колебания с амплитудой 6..12 мм при частоте 700..800 колебаний в минуту, обеспечивают возбуждение гидродинамического давления в скважинах глубиной до 800 м с диаметром фильтровых труб не менее 114 мм.

Техническая характеристика разработанных в ВНИИГС вибрационных установок приведена в таблице 21, техническая характеристика самоходных агрегатов для выполнения комплекса операций при вибрационной гидродинамической обработке скважин на воду — в таблице 22.

Вибрационный метод разглинзации скважин дает положительный эффект и позволяет при определенных условиях не только восстановить проницаемость пласта, но и искусственно увеличить ее. Но он имеет существенные недостатки: для его применения на скважине необходимо иметь электроэнергию, что не всегда представляется возможным; обслуживать установку должны высококвалифицированные специалисты; в процессе вибрации может иметь место разрыв колонны труб, служащей для промывки и укрепления рабочего органа.

Химический способ разглинзации солянокислотной обработкой водоносного пласта (Амьянь и др., 1970). Обработка скважин соляной кислотой основана на способности кислоты растворять карбонатные породы (известняк, долами-

21. Техническая характеристика виброустановок для вибрационной гидродинамической обработки скважин на воду

Показатели	Марка виброустановки		
	ВУР-2	ВУР-3	ВУР-4
Тип виброустановки	Поверхностная		Погружная
Предельная глубина обрабатываемой скважины, м	120	250	800
Минимальный диаметр колонны скважины, мм:			
эксплуатационной	168	168	219
фильтровой	114	114	114
Максимальная масса рабочего органа, кг	1 000	2 000	400
Амплитуда колебаний рабочего органа при его максимальной массе, мм	6	6	7
Частота колебаний рабочего органа в минуту	700	700	800
Мощность приводного электродвигателя, кВт	7,5	13	5,5
Масса виброустановки (без рабочего органа), кг	800	1300	240
Размеры в плане, мм	780×510	1400×680	Диаметр 188
Высота (без рабочего органа), мм	1300	1200	3260
Тип агрегата, с которым может работать виброустановка	АВО-2	АВО-1	АВО-1, АВО-2 или буровая установка

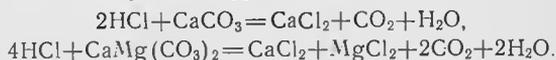
22. Техническая характеристика самоходных агрегатов АВО-1 и АВО-2

Показатели	Тип агрегата	
	АВО-1	АВО-2
Предельная глубина обслуживаемых скважин, м	250	120
Транспортная база-автомобиль	ЗИЛ-131	ГАЗ-66
Мощность базового двигателя, кВт	110	84
Высота мачты от поверхности земли до оси кран-блока, мм	11 000	9 000
Расстояние от оси мачты до отвеса рабочего каната, мм	530	1 500
Рабочая грузоподъемность мачты, кг	2 500	2 000
Мощность электрического генератора, кВт	30	20
Подача компрессора, м ³ /мин	5,3	5,3
Наибольшее рабочее давление, развиваемое компрессором, МПа	0,9	0,9
Виброустановка	ВУР-3 ВУР-4	ВУР-2 ВУР-4
Максимальная масса груза, перевозимого в прицепе, кг	1 000	1 000
Общая транспортная масса агрегата с прицепом и виброустановкой, кг	12 500	7 000

ты и др.), в результате этого расширяются трещины и поры водовмещающих пород. Растворимость глин в соляной кислоте незначительна, однако при обработке ею глинисто-карбонатного кольматанта происходит разрыхление и дезинтеграция глинистого материала, он утрачивает специфические свойства глин и легко взмучивается, образуя тонкую, долго не оседающую взвесь, которую можно удалить из пор пласта в результате откачки.

Наиболее эффективна разглинизация скважин солянокислотной обработкой пластов, представленных карбонатными породами, и в том случае, когда водоносный пласт вскрывают с применением меловых растворов.

Процесс растворения карбонатных пород (известняк и доломит) соляной кислотой выражается следующими уравнениями:



Для обработки прифльтровой зоны кислоту заливают в ствол скважины и выдерживают в течение суток или задавливают ее за контур фильтра сжатым воздухом и чистой водой. Объем требуемой кислоты подсчитывают, исходя из объемов отстойника и рабочей части фильтра. При кислотных обработках следует иметь надежные герметизирующие устройства на устье скважины и тщательно цементировать кондуктор и эксплуатационную колонну. По окончании обработки скважины кислотой проводят откачку воды до тех пор, пока откачиваемая вода не будет иметь естественный химический состав.

Для солянокислотной обработки скважин используют техническую соляную кислоту концентрацией 18...35,2%. Для ослабления коррозионного действия кислоты на металл в кислотный раствор вводят ингибиторы. Наиболее эффективен из них катапин, дозировка которого колеблется от 0,025 до 0,5% массы кислоты, менее эффективны уротропин и формалин, применяемые в дозировке соответственно 0,2...0,8 и 0,6...1,5%.

В скважину обычно закачивают ингибированную соляную кислоту концентрации 10...15%.

Рекомендации по приготовлению 1 м³ раствора соляной кислоты приведены в таблице 23.

23. Рекомендации по приготовлению 1 м³ раствора соляной кислоты требуемой концентрации

Концентрация кислоты, используемой для обработки скважин, %	Концентрация исходной кислоты, %					
	20		27,5		31	
	Кислота, л	Вода, л	Кислота, л	Вода, л	Кислота, л	Вода, л
10	490	510	345	655	300	700
11	535	465	375	625	325	675
12	585	415	410	590	355	645
13	635	365	445	555	385	615
14	690	310	480	520	415	585
15	740	260	510	490	445	555

При наличии в составе материалов, кольматирующих поры и трещины водоносного пласта, большого количества алюмосиликатов (глин) к раствору соляной кислоты следует добавлять 5...8%-ную плавиковую кислоту.

Проведение кислотной обработки требует тщательного соблюдения правил техники безопасности. Работа с кислотой проводится согласно Правилам безопасности при эксплуатации водопроводно-канализационных сооружений, изданным в 1970 г. Несоблюдение их может привести к тяжелому отравлению.

Соляная кислота — ядовитая жидкость. Попадание концентрированной кислоты на кожу вызывает ожоги, а вдыхание ее паров — удушье и отравление. Поэтому при подготовке кислоты для заливки в скважину рабочие должны быть одеты в кислотозащитные костюмы, резиновые сапоги, перчатки и

противогазы. При разбавлении кислоту заливают в воду, причем в это время рабочие должны находиться с наветренной стороны. Бочки с кислотой надо держать под навесом или накрывать брезентом во избежание нагревания от солнца. При нагревании соляной кислоты в бочках поднимается давление и при отвинчивании пробок происходит сильное разбрызгивание кислоты.

Для оказания срочной медицинской помощи на месте ведения работ необходимо иметь чистую воду (не менее 100 л), раствор двууглекислой соды (0,5 л), раствор борной кислоты (1 л) и вату.

УСТРОЙСТВО САЛЬНИКОВ

При заборе воды из рыхлых песчаных водоносных горизонтов, обладающих значительным напором, кольцевой зазор между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой должен быть предохранен от возможного проникновения песка в скважину. При применении обсыпных фильтров эту задачу выполняет гравийная или пенополистирольная обсыпка. Использование других типов фильтров обуславливает необходимость установки на надфильтровой трубе сальника.

Резиновый разжимной сальник (рис. 59) собирают и устанавливают следующим образом. На верхней части надфильтровой трубы нарезают резьбу в 3 раза длиннее стандартной для этого диаметра. Затем ниже резьбы приваривают неподвижный фланец, наружный диаметр которого должен позволять ему свободно проходить в эксплуатационную колонну. На надфильтровую тру-

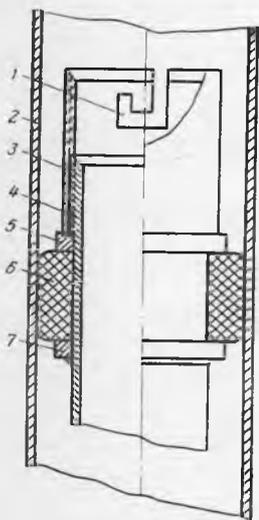


Рис. 59. Резиновый разжимной сальник:

1 — фигурный вырез; 2 — эксплуатационная колонна; 3 — муфта; 4 — надфильтровая труба; 5 — подвижной фланец; 6 — резиновый цилиндр; 7 — неподвижный фланец.

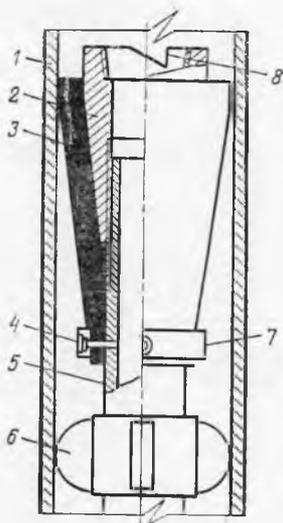


Рис. 60. Разжимной резиновый сальник конструкции треста «Укрбурвод»:

1 — эксплуатационная колонна; 2 — конус; 3 — литой резиновый цилиндр; 4 — болт; 5 — надфильтровая труба; 6 — центрирующий фонарь; 7 — обжимное кольцо; 8 — срез под ключ.

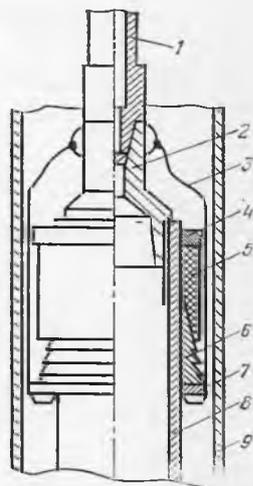


Рис. 61. Резиновый нажимной сальник конструкции треста «Востокбурвод»:

1 — вспомогательная колонна труб; 2 — переводник с левой резьбой; 3 — стальной тросик; 4 — верхнее неподвижное кольцо; 5 — резиновая манжета; 6 — ступенчатый конус; 7 — нажимное подвижное кольцо; 8 — надфильтровая труба; 9 — эксплуатационная колонна.

бу надевают резиновый цилиндр такой длины, чтобы нижний его конец опирался на фланец, а верхний закрывал не менее половины резьбы на надфильтровой трубе. На резиновый цилиндр накладывают подвижный фланец, свободно перемещающийся по надфильтровой трубе. После этого на надфильтровую трубу до половины резьбы навинчивают муфту с фигурным вырезом для спускового ключа, на котором бурильными трубами или штангами фильтровую колонну опускают в скважину до забоя. При вращении ключа вправо муфта опускается, нажимает на подвижный фланец, который сжимает резиновый цилиндр. Резиновый цилиндр, сжимаясь в вертикальном направлении, расширяется в горизонтальном до тех пор, пока не упрется своей наружной поверхностью в стенки эксплуатационной колонны, и дальнейшее навинчивание муфты и движение ее вниз станут затруднительными. Таким образом, кольцевой зазор между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой плотно перекрывается резиновым цилиндром, зажатым между фланцами.

Разжимной резиновый сальник приведен на рисунке 60. Сальниковое устройство монтируют на роторе и опускают в скважину вместе с фильтровой колонной. Ниже цилиндрической резьбы длиной 220..250 мм на надфильтровой трубе обжимным кольцом и болтами крепят литой резиновый цилиндр. На надфильтровую трубу навинчивают конус, имеющий в верхней части левую резьбу для соединения с колонной бурильных труб. Сальниковое устройство собирают на поверхности так, чтобы конус только начал входить в резиновый цилиндр, не разжимая его. В таком положении оно свободно входит в эксплуатационную колонну и имеет достаточный зазор между нею и сальником для производства гравийной обсыпки.

После установки фильтровой колонны на забой и выполнения всех работ по промывке скважины вращением колонны бурильных труб вправо отсоединяют левый переводник. Сальник остается в скважине, но недостаточно плотно перекрывает кольцевое пространство. Для полного его перекрытия в скважину на бурильных трубах опускают ключ и вращением вправо конусом разжимают резиновый цилиндр.

Резиновый нажимной сальник, разработанный в тресте «Востокбурвод» (рис. 61), состоит из верхнего неподвижного и нижнего подвижного колец. стального ступенчатого конуса, резиновой манжеты, переводника с левой резьбой, двух стальных тросиков диаметром 4..6 мм.

При вращении вправо колонны труб, на которой опускалась в скважину фильтровая колонна, переводник с левой резьбой вывинчивается с надфильтровой трубы, в результате стальные тросики натягиваются и поднимают вверх нижнее металлическое кольцо. Вместе с кольцом движется вверх ступенчатый конус, который своими выступами нажимает на резиновую манжету, она увеличивается в диаметре и перекрывает кольцевой зазор между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой. При дальнейшем извлечении вспомогательной колонны труб из скважины стальные тросики обрываются, а сальник остается в скважине.

Самоуплотняющийся сальник, разработанный в тресте «Востокбурвод» (Квашнин, Деревянных, 1981), представляет собой коническую резиновую манжету с наружным диаметром на 3 мм больше внутреннего диаметра эксплуатационной колонны.

Сальник устанавливают так, чтобы расширенная часть манжеты была обращена в сторону забоя (рис. 62). При заборе воды из скважины под действием перепада давлений сальник самоуплотняется.

При установке сальника используют специальное устройство (рис. 63). После навинчивания на надфильтровую трубу патрубка на него надевают сальник, смещение которого ограничивают упорными болтами. Затем на патрубок, верхний конец которого имеет левую резьбу, навинчивают муфту, к которой четырьмя винтами через два ограничительных кольца крепят конусный цилиндр.

После запрессовки сальника в конусный цилиндр в муфту ввинчивают переводник и на бурильных трубах фильтр опускают на забой скважины. Центраторы, установленные на муфте, обеспечивают соосное расположение надфильтровой трубы в эксплуатационной колонне.

После установки фильтра на забой скважины колонну бурильных труб вращают вправо, при этом муфта вместе с конусным цилиндром поднимается

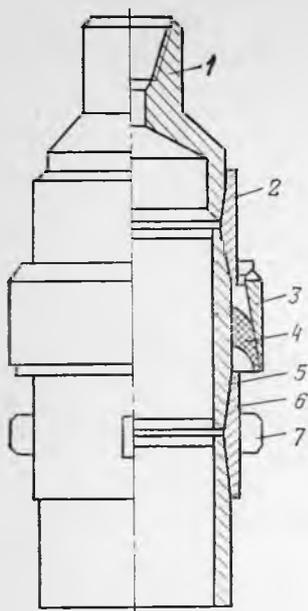


Рис. 62. Самоуплотняющийся резиновый сальник конструкции треста «Востокбурвод»:

1 — переводник; 2, 6 — муфты; 3 — конусный цилиндр; 4 — сальник; 5 — патрубок; 7 — центраторы.

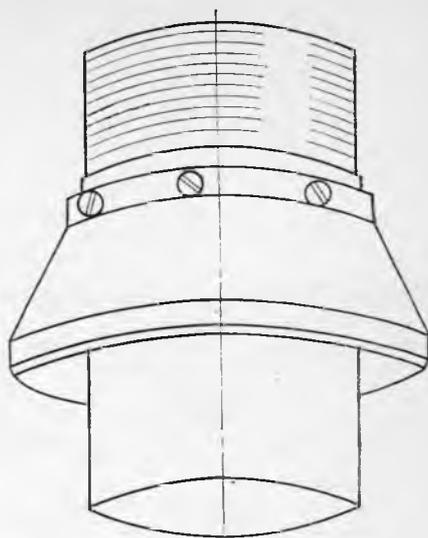


Рис. 63. Устройство для уплотнения сальника конструкции треста «Востокбурвод».

вверх, освобождая сальник. Сальник расширяется и перекрывает кольцевое пространство между надфильтровой трубой и эксплуатационной колонной скважины.

Пеньковый разжимной сальник (рис. 64) устанавливают аналогично резиновому разжимному сальнику, но для перекрытия кольцевого зазора применяют просмоленный пеньковый канат.

Пеньковый сальник состоит из муфты с длиной резьбы в 2 раза больше стандартной и фигурным вырезом, уплотняющей грундбуксы, надфильтровой трубы, на которой на 0,3...0,4 м ниже резьбовой части приварен фланец, и пеньковой сальниковой набивки.

После установки фильтра на забой скважины муфту вращают вправо. Она давит на грундбуксу, которая движется вниз и уплотняет сальниковую набивку в кольцевом зазоре между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой.

Из-за недолговечности пеньковой набивки такой сальник рекомендуется для установки в скважинах с небольшим сроком эксплуатации.

Пенополистирольный сальник (авторское свидетельство № 394525) представляет собой многослойный фильтр, расположенный в кольцевом зазоре между надфильтровой трубой и эксплуатационной колонной (рис. 65).

На надфильтровой трубе устанавливают кожу из тонкостенной трубы или жести (можно приварить на

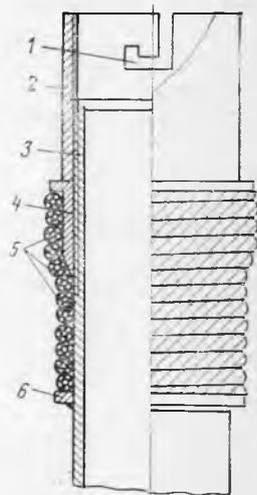


Рис. 64. Пеньковый разжимной сальник:

1 — фигурный вырез; 2 — муфта; 3 — надфильтровая труба; 4 — уплотняющая грундбукса; 5 — пеньковая сальниковая набивка; 6 — фланец.

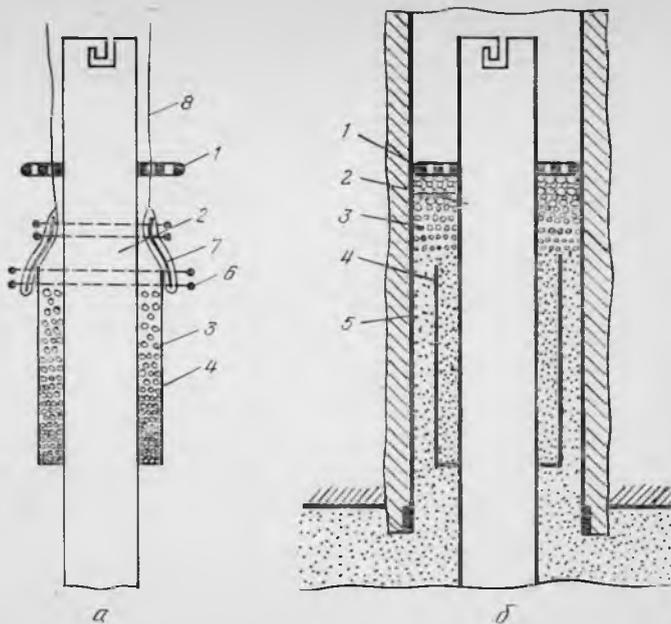


Рис. 65. Пенополистирольный сальник:

a — подготовленный к установке в скважину; *б* — установленный в скважине; 1 — перфорированный фланец; 2 — надфильтровая труба; 3 — гранулы пенополистирола; 4 — кожух; 5 — эксплуатационная колонна; 6 — тесьма; 7 — экран; 8 — стальные тросики.

распорках два кольца и кожух выполнить из полиэтиленовой пленки). Кожух должен свободно проходить в эксплуатационную колонну. Выше кожуха на расстоянии 0,5—0,6 м приваривают перфорированный фланец с дырчатой или щелеистой перфорацией, диаметром меньше внутреннего диаметра эксплуатационной колонны на 5 мм. Диаметр отверстий или ширину щелей принимают 6...8 мм.

Кожух заполняют гранулами пенополистирола. Сначала на дно кожуха засыпают слой мелких гранул, а затем слой из более крупных гранул в порядке возрастания их диаметров до крупности 8...10 мм.

Диаметр мелких гранул пенополистирола, контактирующих в сальнике с водоносной породой, должен быть в 8...10 раз больше 50%-ного диаметра частиц водоносной породы. Крупность вышележащего слоя гранул должна быть в 2...2,5 раза больше крупности предыдущего слоя пенополистирола.

Так, при установке сальника в мелкозернистых песках рекомендуется создавать 4 слоя из гранул пенополистирола с диаметром гранул: $d_1=1...1,5$ мм, $d_2=2...3,5$ мм, $d_3=4...6$ мм и $d_4=8...10$ мм, а в среднезернистых песках 3 слоя: $d_1=2,5...3$ мм, $d_2=5...6$ мм и $d_3=8...10$ мм.

Высота каждого слоя гранул пенополистирола в сальнике должна быть 50...70 мм. Исходя из толщины фильтра-сальника и поперечного сечения кольцевого зазора, устанавливают требуемый объем гранул и размеры кожуха.

Перед опусканием в скважину кожух перекрывают экраном из ткани или пленки, предохраняющим гранулы пенополистирола от всплытия при установке фильтра в скважину. Экран крепят к кожуху и надфильтровой трубе тесьмой и охватывают 4...6 стальными тросиками, расставленными равномерно по периметру кожуха. Концы тросиков продевают через отверстия во фланце и присоединяют к трубам, на которых фильтр опускают в скважину.



Рис. 66. Свинцовый забивной сальник:

1 — колотушка; 2 — свинцовый цилиндр; 3 — эксплуатационная колонна; 4 — надфильтровая труба; 5 — центрирующий фонарь.

После установки фильтра на забой скважины при подъеме труб, на которых проводилось опускание фильтровой колонны, тросики разрывают или срывают экран с кожуха. Гранулы пенополистирола всплывают и образуют фильтр-сальник в кольцевом зазоре между надфильтровой трубой и эксплуатационной колонной скважины. Экран и тесьма остаются в скважине ниже фланца, не препятствуя образованию сальника.

Свинцовый забивной сальник (рис. 66) представляет собой цилиндр, внутренняя полость которого выполнена в виде конуса с уменьшением диаметра снизу вверх. Наружный диаметр цилиндра должен быть на 2...3 мм меньше внутреннего диаметра эксплуатационной колонны.

Сальник опускают в скважину и при помощи колотушки забивают в кольцевой зазор между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой. Надфильтровая труба должна иметь центрирующие фонари.

Свинцовые сальники не рекомендуется применять в скважинах питьевого водоснабжения.

Деревянный забивной сальник аналогичен по устройству свинцовому. Его применяют очень редко и только тогда, когда ширина перекрываемого кольцевого зазора больше 100 мм. Сальник изготавливают в виде цилиндра из цельного куска сухого дерева с вязкой древесиной. Цилиндр делают с заостренной нижней кромкой. Наружный диаметр сальника должен быть несколько меньше внутреннего диаметра эксплуатационной колонны, а внутренний диаметр — немного больше наружного диаметра надфильтровой трубы. Цилиндр высотой 0,4...0,5 м опускают нижним концом в скважину и за-

гоняют ударами сверху колотушкой в зазор между эксплуатационной колонной и надфильтровой трубой. Дерево в воде разбухает и плотно закрывает кольцевой зазор.

Глава V. УСТРОЙСТВО ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ В СКВАЖИНАХ УДАРНОГО БУРЕНИЯ

УСТРОЙСТВО ОДНОСЛОЙНЫХ ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ

При ударно-канатном способе бурения можно устраивать гравийные фильтры тонкослойные с толщиной обсыпки 50 мм и уширенного контура с толщиной более 75 мм.

Чаще всего тонкослойные гравийные обсыпки устраивают путем засыпки гравия в кольцевое пространство между фильтровой и вспомогательной обсадными колоннами с последующим их извлечением (см. рис. 2).

Последовательность операций по устройству фильтров этим способом следующая:

обсадной колонной проходят водоносный пласт;

на забой скважины засыпают слой гравийной обсыпки высотой около 0,5 м и опускают на трубах или штангах заранее заготовленный фильтр, наружный диаметр которого должен быть минимум на 100 мм меньше внутреннего диаметра обсадных труб. Для центрирования фильтра в скважине на фильтровой колонне в нескольких местах приваривают направляющие фонари. Если фильтр

Рис. 67. Устройство однослойной гравийной обсыпки ушренного контура с помощью эрлифта:

1 — засыпка гравия; 2 — воздух от компрессора; 3 — вынос породы; 4 — водоподъемная труба эрлифта; 5 — обсадная труба; 6 — воздушная труба эрлифта; 7 — гравийная обсыпка.

устанавливают впопай, то колонну, на которой его опускают, соединяют с ним переводником с левой резьбой, что дает возможность после окончания засыпки отсоединить колонну от фильтра, вращая ее по часовой стрелке. Если фильтр опускают на штангах, патрубков, посредством которого фильтр соединяется со штангами, должен быть закрыт конусной пробкой, препятствующей попаданию засыпаемого материала внутрь фильтра;

порциями засыпают отсортированный гравий в межтрубное пространство. По мере засыпки через короткие интервалы постепенно поднимают обсадную трубу с тем, чтобы обсыпка все время находилась в кольцевом зазоре между фильтром и обсадной трубой. Во избежание спаривания обсадной колонны с фильтром, а также чтобы гравий лучше укладывался, следует вращать обсадную колонну слева направо (расхаживать ее) и наносить по ней удары;

после того как фильтр будет полностью обнажен, верхний уровень обсыпки следует сделать выше башмака приподнятой обсадной трубы на 4...5 м;

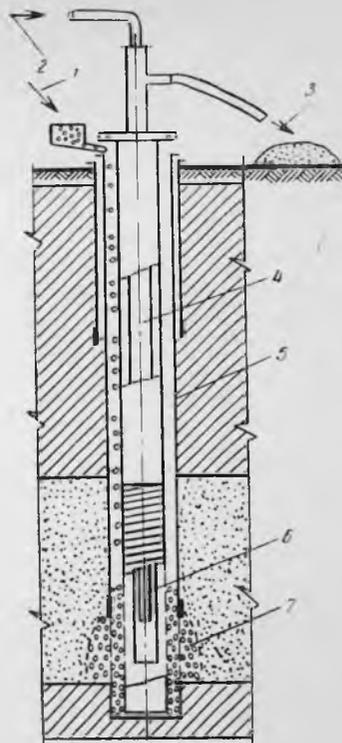
по окончании обсыпки фильтра гравием трубы или штанги, на которых был опущен фильтр, отвинчивают и извлекают на поверхность.

Высота гравийной обсыпки в межтрубном пространстве зависит от способа подъема трубы. При подъеме трубы талыми или полиспастом высота гравийной обсыпки над башмаком обсадной колонны не должна превышать 2...2,5 м; высота подъема труб после каждой засыпки гравия — 1...1,5 м. При подъеме труб кранами с применением вибраторов высота обсыпки при каждой операции может достигать 10 м, а обсадные трубы поднимают на 6...7 м. При затруднительном извлечении обсадной колонны гравийную обсыпку делают высотой не более 4...5 м, а трубу извлекают на высоту не более 2...4 м.

Для предупреждения расслоения обсыпки при оседании на забой рекомендуется проводить засыпку большими порциями гравия, равными по высоте намечаемому обнажению фильтра. Колонны поднимают спустя несколько минут после того, как прекратился шелестящий звук в колонне, издаваемый гравием во время падения при соприкосновении со стенками трубы.

Если зазор между обсадной и фильтровыми колоннами на сторону составляет более 100 мм, то обсыпку фильтров можно проводить по опущенным на забой вспомогательным трубам малого диаметра, которые по мере обсыпки фильтра приподнимаются.

Во время засыпки гравия необходимо выполнять следующие требования: не засыпать гравий на забой, если после этого не предполагается вынимать обсадные трубы; во избежание возможного схватывания колонны обсадных труб с фильтром категорически воспрещается пересыпание гравия сверх указанных норм. Верхний уровень гравийной обсыпки определяют щупом длиннее каркаса фильтра на 1 м из круглого железа диаметром 15 мм. Щуп опускают на тонком тросе. Низ его желательно покрыть резиной. Щуп категорически запрещается оставлять на забое во время подъема колонны труб.



Тонкие гравийные обсыпки не обеспечивают надежной работы фильтров, поэтому на практике устраивают обсыпки уширенного контура. Они особенно целесообразны в мелкозернистых песках для увеличения водоотдачи пласта.

Гравийную обсыпку уширенного контура при ударно-канатном способе бурения можно устраивать описанным выше способом в комбинации с прокачкой фильтра эрлифтом. Для этого перед подъемом обсадных колонн в фильтр опускают эрлифт, водоподъемная труба которого находится на высоте 0,5 м от низа фильтра, где она и остается на весь период его обнажения. Подъем обсадной колонны и обсыпку фильтра гравием проводят одновременно с откачкой эрлифтом (рис. 67, см. с. 83), которая способствует выносу породы, проникающей в фильтр из водоносного пласта через обсыпку и фильтр, на поверхность. В результате этого контур обсыпки в прифильтровой зоне расширяется. Обсадную колонну поднимают постепенно, метр за метром, по мере того как будет осветляться вода, откачиваемая из скважины. Для прокачки фильтров требуются компрессоры производительностью 6...10 м³/мин.

При таком способе устройства гравийных фильтров расход гравия увеличивается в 1,5...2 раза против геометрического расчета, что указывает на создание обсыпки уширенного контура. Однако верхние участки гравийной обсыпки остаются слабопрокаченными и более тонкими, чем нижние. Это происходит потому, что по мере обнажения фильтра его фильтрующая поверхность увеличивается, а скорость притока воды уменьшается и, следовательно, снижается эффект выноса породы из водоносного пласта.

Для преодоления этого недостатка и улучшения образования контура гравийных обсыпок можно использовать способ скользящего эрлифта (Гаврилко, 1968). От предыдущего он отличается тем, что эрлифтная колонна не стоит на месте, а движется внутри фильтра по мере его обнажения. Последовательность операций по устройству фильтров этим способом следующая:

бурят скважину до подошвы водоносного пласта с креплением ее колонной вспомогательных обсадных труб (рис. 68, а);

опускают в скважину фильтровую колонну с смонтированным внутри нее эрлифтом, который оборудуют следующим образом. Низ водоподъемной колонны закрыт специальной резиновой манжетой (пакер), состоящей из нескольких слоев резиновых колец-прокладок диаметром, позволяющим манжете плотно прилегать к внутренним стенкам фильтра. Для пропуска воды с песком нижняя часть водоподъемной колонны над резиновой манжетой имеет отверстия (см. рис. 68, б);

гравий засыпают одновременно с откачкой воды эрлифтом и обнажением фильтра вспомогательной колонной. При этом эрлифт поднимают одновременно со вспомогательной колонной. Расстояние между башмаком вспомогательной и пакером водоподъемной колонн составляет 1...1,5 м. После монтажа эрлифта вспомогательную колонну поднимают на высоту 1...1,5 м, а водоподъемную закрепляют на вспомогательной при помощи хомута. В кольцевое пространство между вспомогательной колонной и фильтром засыпают гравий и включают эрлифт. Во время прокачки эрлифтом через фильтр из водоносного пласта выносятся песок, который замещается гравием. Гравий в скважину подсыпают таким образом, чтобы его запас над башмаком вспомогательной колонны составлял не более 1,5...2 м. Состояние гравия в забое контролируют щупом. После формирования обсыпного фильтра в нижнем участке водоносного пласта, о чем свидетельствует некоторое осветление откачиваемой воды, вспомогательную колонну вместе с эрлифтом поднимают выше на 1...1,5 м и аналогично устраивают обсыпной гравийный фильтр на следующем участке. И так до полной обсыпки фильтра. Резиновая манжета, которая поднимается вместе с эрлифтной колонной, позволяет изолировать прокаченный участок водоносного пласта от вышележащего непрокаченного. При необходимости, особенно в начальный момент, для надежной работы эрлифта и уширения скважины гравий в скважину можно доставлять с подливом воды;

после устройства гравийно-обсыпного фильтра обсыпку насыпают выше башмака обсадной колонны на 4...5 м и извлекают из скважины вспомогательную колонну и эрлифт.

Расход гравия при устройстве гравийной обсыпки с помощью скользящего эрлифта увеличивается в 2,5 раза по сравнению с обычной обсыпкой

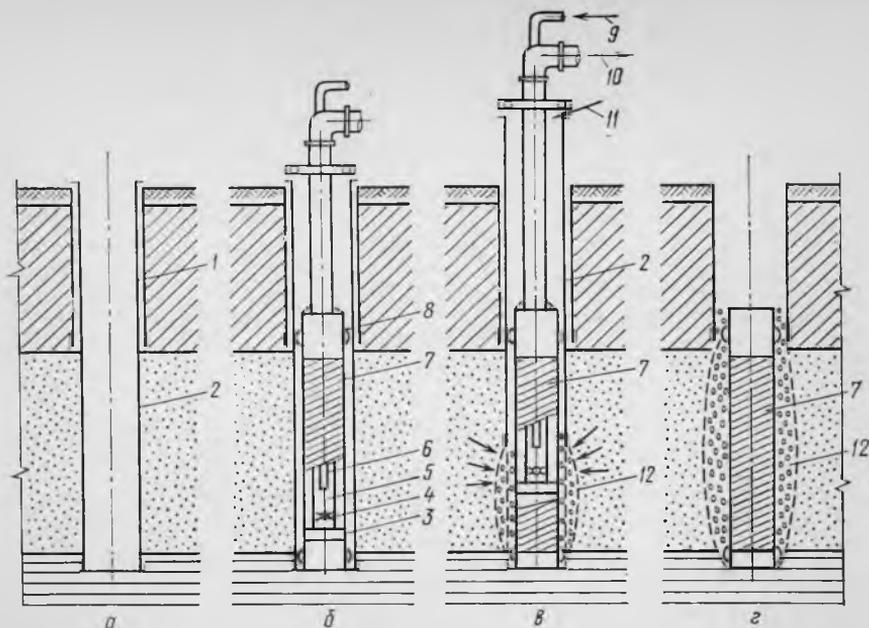


Рис. 68. Технологическая схема операций по устройству однослойной гравийной обсыпки уширенного контура с помощью скользящего эрлифта:

a — бурение с вскрытием водоносного пласта вспомогательной колонной; *б* — спуск в скважину фильтровой колонны с эрлифтом и пакером; *в* — устройство гравийной обсыпки уширенного контура; *г* — заканчивание скважины; 1 — эксплуатационная обсадная колонна; 2 — вспомогательная колонна; 3 — резиновая манжета (пакер); 4 — отверстия в водоподъемной колонне; 5 — водоподъемная колонна эрлифта; 6 — колонна воздушных труб эрлифта; 7 — фильтр; 8 — центрирующие фонари; 9 — воздух от компрессора; 10 — вода + порода; 11 — засыпка гравия; 12 — гравийная обсыпка.

(В. М. Гаврилко), что свидетельствует о значительном уширении ее контура. Кроме того, в процессе откачки из водоносного пласта удаляются мелкие частицы, что интенсифицирует водоотдачу пласта.

Вскрытие водоносного пласта и установка гравийных фильтров с применением конических башмаков-расширителей при ударно-канатном способе бурения исключают необходимость подъема колонны обсадных труб для обнажения фильтра. Сооружение скважин глубиной до 120 м этим способом проходит успешно в водоносных горизонтах, представленных песками различного гранулометрического состава без глинистых слоев и пропластков, которые могут затруднять формирование гравийной обсыпки вокруг фильтров. Разница в диаметрах фильтровой и эксплуатационной колонн должна составлять не менее 100 мм.

Последовательность операций по устройству гравийных фильтров с применением конических башмаков-расширителей следующая:

при бурении скважину закрепляют обсадными трубами до кровли водоносного пласта. На надфильтровой колонне опускают фильтр, на нижний конец которого навинчивают конический башмак-расширитель (рис. 69, *a*). Башмак-расширитель изготовляют из муфты обсадной трубы, сваренной встык с трубным башмаком, диаметром больше диаметра муфты на 50 мм (рис. 70).

Основные размеры башмака-расширителя приведены в таблице 24.

Для равномерной засыпки гравия вокруг фильтра и чтобы фильтр шел по центру обсадной колонны, к надфильтровой трубе приваривают центрирующие фонари; кольцевое пространство между фильтровой и обсадной колонной за-

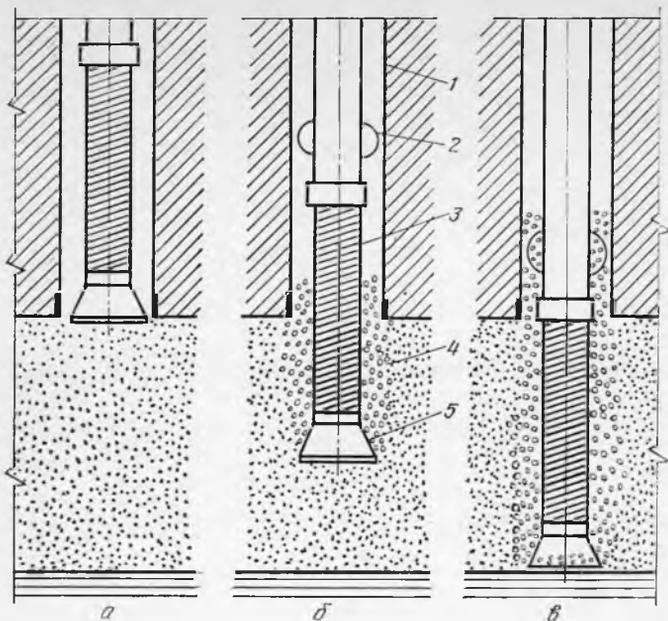


Рис. 69. Технологическая схема операций по устройству гравийной обсыпки с применением конического башмака-расширителя:

a — положение фильтра перед вскрытием водоносного пласта; *б* — промежуточное положение фильтра; *в* — скважина в законченном виде; 1 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 2 — центрирующие фонари; 3 — фильтровая колонна; 4 — гравийная обсыпка; 5 — конический башмак-расширитель.

сыпают гравием на высоту 2...3 м. Фильтровую колонну начинают погружать в водоносный пласт путем бурения через нее методом тартания желонкой или эрлифтной откачкой с одновременной подсыпкой гравия (см. рис. 69. б). При этом необходимо следить за положением гравия в обсадной колонне и поддерживать его уровень выше башмака колонны на 2...3 м, чтобы не происходил разрыв гравийной обсыпки при ее опускании в пласт. После посадки фильтровой колонны конический башмак заливают цементным раствором или заполняют крупным гравием. Строительную откачку проводят с досыпкой гравия в кольцевое пространство между фильтром и эксплуатационной колонной. По окончании откачки скважину сдают в эксплуатацию.

24. Основные размеры башмака-расширителя, мм

Наружный диаметр фильтровой колонны, мм	А	Б	В
168	243	366	188
219	294	428	243
273	346	491	298
325	396	554	351
377	447	589	402
426	496	629	451

При неглубоком залегании водоносных пластов, представленных пльвунами или тонкозернистыми песками со слабой водоотдачей, можно проводить гравийную обсыпку уширенного контура при помощи вспомогательных скважин. При этом вначале бурят центральную скважину и оборудуют ее фильтром. На расстоянии 1...1,5 м вокруг скважины сооружают 4...6 вспомогательных (кустовые) скважины малого диаметра, которые проходят до водоупора колонной обсадных труб, обсыпают гравием и после этого извлекают обсадные трубы. Воду с песком откачивают эрлифтом из основной скважины с одновременным засыпанием гравия во вспомогательные. В водоносном пласте вокруг основной скважины образуется гравийная обсыпка уширенного контура.

Кустовые скважины сооружать сложно и дорого. Устройство гравийных фильтров при помощи вспомогательных скважин не только не имеет каких-либо преимуществ перед скважинами больших диаметров, но и приводит к большим материальным затратам без существенного увеличения их дебита.

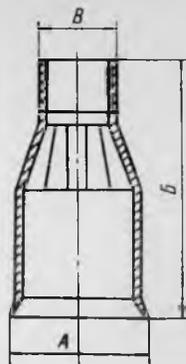


Рис. 70. Конический башмак-расширитель.

УСТРОЙСТВО МНОГОСЛОЙНЫХ ГРАВИЙНЫХ ФИЛЬТРОВ

В водоносных пластах, представленных мелкозернистыми и тонкозернистыми песками со слабой водоотдачей, можно устраивать гравийные фильтры с двухслойной и реже трехслойной обсыпкой.

Существуют два способа устройства гравийных фильтров с многослойной обсыпкой: с помощью вспомогательных колонн и при одновременном вскрытии водоносного пласта эрлифтом.

Последовательность операций по устройству двухслойной гравийной обсыпки с помощью вспомогательных колонн следующая (рис. 71): обсадной колонной большого диаметра проходят водоносный пласт до водоупора. Если водоносный пласт не пройден до водоупора, то во избежание подпыла песка в обсадные трубы дно скважины тампонируют глиной на высоту 1...1,5 м и на глинистую пробку насыпают гравий высотой 0,5 м. В напорных водоносных горизонтах тампонаж осуществляют при обратном напоре, создаваемом путем закачки воды в ствол скважины. Вспомогательную и фильтровую колонны опускают в скважину. Ширина кольцевого зазора между колоннами должна быть не менее 50 мм. Для равномерного образования контура гравийной обсыпки колонны должны быть оборудованы центрирующими фонарями (см. рис. 71, а);

двухслойную гравийную обсыпку устраивают с одновременным обнажением фильтра (см. рис. 71, б). При обнажении фильтра колонны поднимают последовательно от большого диаметра к меньшему. Высота каждого подъема трубы не должна превышать 7...10 м, его проводят с одновременной подсыпкой гравия и систематическим контролем уровня его шупом. При длине фильтров до 10 м вначале поднимают на всю требуемую длину колонну обсадных труб, а затем вспомогательную колонну. Если длина фильтра большая, то колонны поднимают по частям: на 7...10 м поднимают колонну обсадных труб, потом вспомогательную, а затем эти операции повторяют до полного обнажения фильтра; вспомогательную колонну удаляют из скважины и отвинчивают надфильтровую трубу выше муфтового переводника с левой резьбой. Скважина готова к эксплуатации (см. рис. 71, в).

Для создания надежного фильтра необходимо увеличивать толщину слоя гравия, контактирующего с водоносной породой.

Трехслойную гравийную обсыпку устраивают в скважинах точно так же, как и двухслойную, но при этом требуется еще одна вспомогательная колонна.

Технология производства двухслойной гравийной обсыпки при одновременном вскрытии водоносного пласта эрлифтом предложена (Гаврилко, 1968) с целью максимального уширения первого слоя гравийной обсыпки, сокращения времени на ее устройство и снижения стоимости работ.

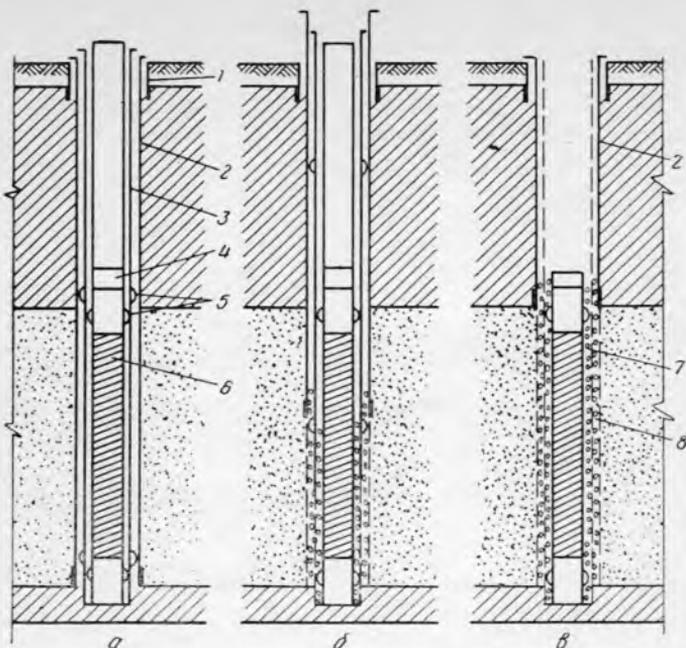


Рис. 71. Технологическая схема операций по устройству двухслойной гравийной обсыпки с помощью вспомогательных колонн:

a — спуск вспомогательной и фильтровой колонн; *б* — обнажение фильтра с одновременным устройством двух слоев гравия; *в* — заканчивание скважины; 1 — кондуктор; 2 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 3 — вспомогательная колонна; 4 — муфтовый переводник с левой резьбой; 5 — центрирующие фонари; 6 — фильтровая колонна; 7 — слой крупнозернистого гравия; 8 — слой гравия, контактирующего с водоносной породой.

Последовательность операций по устройству двухслойной гравийной обсыпки следующая:

при бурении скважину закрепляют обсадными трубами до кровли водоносного горизонта. В скважину спускают вспомогательную колонну, жестко соединенную с вмонтированным в нее эрлифтом. На нижнем конце водоподъемной колонны эрлифта должен быть специальный диффузор с диаметром меньше диаметра вспомогательной колонны на 50...75 мм. Он предназначен для лучшего подсасывания песка по всему периметру забоя. Воздушные трубы проходят внутри водоподъемной колонны (рис. 72, *a*);

водоносный пласт вскрывают эрлифтом с одновременным устройством первого слоя обсыпки (рис. 72, *б*). Для этого в кольцевой зазор между эксплуатационной и вспомогательными колоннами засыпают гравий на высоту 2...2,5 м, включают в работу эрлифт и вымывают песок из забоя скважины. В начальный период в целях создания необходимого для работы эрлифта напора подливают воду во вспомогательную колонну. По мере вымывания песка гравий из межтрубного пространства перемещается на забой и образует контур гравийной обсыпки вокруг вспомогательной колонны. Верхний уровень гравия в межтрубном пространстве все время поддерживается на 1,5...2 м выше башмака колонны обсадных труб. Размещение гравия в межтрубном пространстве контролируют при помощи шупа. Для интенсификации передвижения гравия к забюю рекомендуется встряхивать и проворачивать вспомогательную колонну при помощи редукционной лебедки. Когда вместе с водой и песком начинает выбрасываться гравий, проводят дальнейшее погружение вспомогательной ко-

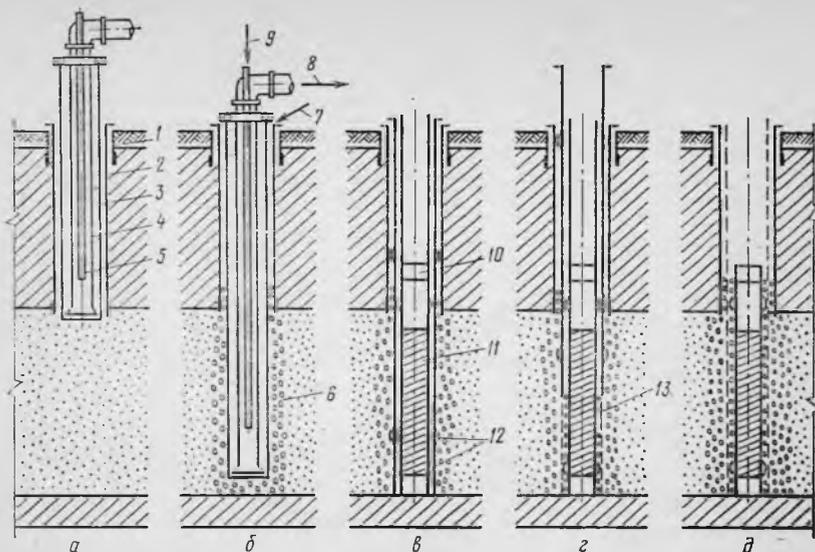


Рис. 72. Технологическая схема операций по устройству двухслойной гравийной обсыпки при вскрытии водоносного пласта эрлифтом:

а — спуск в скважину вспомогательной колонны с эрлифтом; *б* — вскрытие водоносного пласта с одновременным устройством гравийной обсыпки; *в* — спуск в скважину фильтровой колонны; *г* — устройство второго слоя обсыпки; *д* — заканчивание скважины; 1 — кондуктор; 2 — эксплуатационная колонна обсадных труб; 3 — вспомогательная колонна; 4 — водоподъемная колонна эрлифта; 5 — колонна воздушных труб эрлифта; 6 — первый слой гравия, контактирующего с водоносной породой; 7 — засыпка гравия; 8 — вода + порода; 9 — воздух от компрессора; 10 — муфтовый переводник с левой резьбой; 11 — фильтровая колонна; 12 — центрирующие фонари; 13 — второй слой крупнозернистого гравия.

лонны вместе с эрлифтом, которые при помощи троса соединены с грузоподъемной лебедкой. По мере углубления скважины наращивают вспомогательную колонну, водоподъемные и воздушные трубы;

после окончания вскрытия водоносного пласта демонтируют и извлекают на поверхность эрлифт, а в скважину опускают фильтровую колонну (см. рис. 72, *в*);

второй слой крупнозернистой гравийной обсыпки устраивают путем медленного подъема вспомогательной колонны для обнажения фильтра при одновременной подсыпке гравия в межтрубное пространство между вспомогательной и фильтровой колоннами (см. рис. 72, *г*);

вспомогательную колонну удаляют из скважины и отвинчивают надфильтровую трубу выше муфтового переводника с левой резьбой. Скважина готова к эксплуатации (см. рис. 72, *д*).

Описанный способ устройства двухслойной гравийной обсыпки можно применять в том случае, когда точно известен геологический разрез и имеется вода для обеспечения работы эрлифта в начальный момент вскрытия водоносного пласта.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТАНОВКЕ ФИЛЬТРОВ В СКВАЖИНЫ

Для создания по всей высоте фильтра равномерной толщины гравийной обсыпки фильтровую колонну перед спуском в скважину оборудуют центрирующими фонарями. Фонари (рис. 73, *а*) изготавливают в виде направляющих планок из полосовой стали шириной 50...60 мм и толщиной 6...8 мм или из прутковой стали диаметром 12...18 мм с последующей наваркой стальной полосы, которую приваривают по окружности трубы. Наружный диаметр пла-

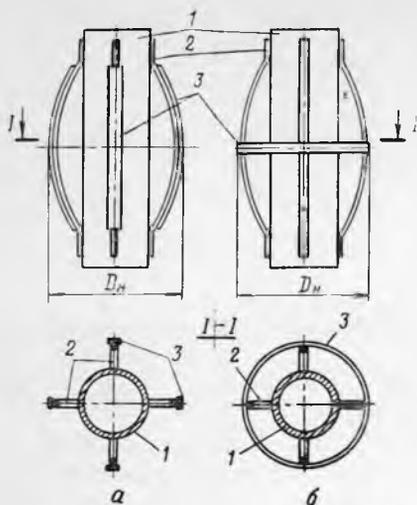


Рис. 73. Центрирующие фонари для установки на фильтровых колоннах:
1 — труба фильтровой колонны; 2 — пруток стальной; 3 — сталь полосовая.

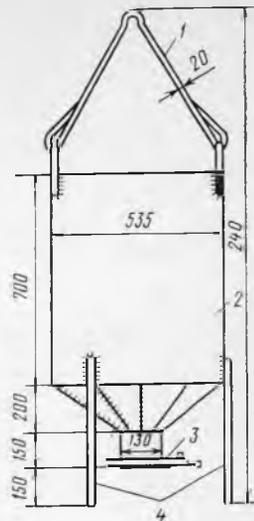


Рис. 74. Бадья для засыпки гравия в скважину:

1 — скоба; 2 — емкость; 3 — затвор; 4 — направляющие.

нок должен быть таким, чтобы зазор между фонарями и внутренним диаметром обсадной колонны, в которую опускается фильтровая колонна, находился в пределах 8...10 мм. На практике применяют фонари, связанные по окружности полосовым железом в виде обруча (рис. 73, б). Но при их спуске может происходить подрезка породы с не закрепленных обсадными трубами стенок скважины.

Центрирующие фонари устанавливают на отстойнике (ближе к его верхней части), затем на рабочей части фильтра через 8...10 м, в начале надфильтровой трубы и далее на спускных надфильтровых трубах (если они есть) через 10...15 м. Фонари можно приваривать электросваркой непосредственно к фильтровой колонне, при ее спуске можно использовать промежуточные патрубки с приваренными заранее фонарями.

Перед спуском фильтровой колонны необходимо проверить глубину скважины. В случае заноса скважина должна быть очищена до проектной отметки желонкой или эрлифтом. При образовании песчаной пробки в скважину доливают воду для создания противодействия водой и на забой скважины засыпают гравий на высоту 40...50 см, который предохраняет скважину от подъема песчаной пробки.

Фильтр в скважине устанавливают на эксплуатационной колонне или «впотаи». В последнем случае верх надфильтровой трубы должен находиться на расстоянии не менее 3...5 м от башмака эксплуатационной колонны. Если фильтр устанавливают впотай, то колонну, на которой опускают его в скважину, соединяют с ним переводником с левой резьбой. Это дает возможность после окончания засыпки гравия отсоединить колонну от фильтра, вращая ее по часовой стрелке, и извлечь из скважины. При опускании фильтра на штангах патрубков, посредством которого фильтр соединяется со штангами, закрывают конусной пробкой для предотвращения попадания засыпаемого материала внутрь фильтра. Фильтр необходимо опускать медленно и плавно, непрерывно наблюдая за спуском.

Особое внимание следует обращать на спуск в скважину гравийных фильтров кожухового типа, чтобы исключить возможность протиранья сетки, удер-

живающей гравий. Центрирующие фонари на каркасах таких фильтров должны быть установлены через 5 м. Кроме этого, фильтры кожухового типа перед спуском на забой следует несколько раз опустить под воду, затем поднять над устьем скважины, проверить усадку гравия и, в случае необходимости, досыпать его. Такая операция предотвратит оседание гравийной обсыпки при спуске фильтра под воду, то есть обнажение перфорированной части фильтров и пескование скважин при эксплуатации.

При большой высоте обнаженной части обсадной колонны в случае устроения гравийной обсыпки в скважинах ударно-канатного бурения с помощью вспомогательных колонн гравий засыпают через специально прорезаемые на обсадной колонне окна размером 350..300 мм или сверху с помощью бункерной бады (рис. 74), поднимаемой на тросе вспомогательной лебедкой.

Установка фильтра — наиболее ответственная часть работ при сооружении водозаборных скважин. В большой степени надежность их работы будет зависеть от правильного подбора гравийной обсыпки, поэтому для успешной работы гравийных фильтров необходимо тщательно подготавливать материал для обсыпок. Гравий и песок, используемые в качестве обсыпок, не должны содержать известковые включения, примеси пыли и глины, иметь форму, приближающуюся к шару. При необходимости их промывают водой для отмывки примесей пыли и глины, а также, чтобы получить обсыпку требуемого гранулометрического состава, просеивают на виброгрохотах. Недопустимо применять в качестве обсыпок фильтров известковую и гранитную крошки. В скважинах, оборудованных такой крошкой, наблюдается пескование, которое не удается ликвидировать длительными откачками, и в результате образуются провалы в воронки вокруг скважины. Кроме этого, в случае применения солянокислотной обработки скважин известковая крошка разрушается (Гаврилко, 1968).

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТКАЧКИ

Наиболее важный вопрос в создании фильтра высокодебитных скважин — режим строительной откачки, в процессе которой у каркаса из засыпанного гравия происходит формирование устойчивого фильтра, а на границе контакта гравийной обсыпки с водоносным грунтом — естественного.

При проведении строительных откачек необходимо:

достигнуть дебита, превышающего эксплуатационный не менее чем на 20%, при содержании механических примесей в откачиваемой воде не более 0,01% по массе и стабилизации динамического уровня;

в ходе откачек проверять, не происходит ли просадка материала обсыпки;

в водоносных горизонтах, сложенных мелкозернистыми и среднезернистыми песками, откачку начинать с минимального понижения статического уровня воды, то есть с минимального дебита, постепенно его увеличивая; при сильном песковании уменьшить расход до прекращения выноса песка, при осветлении воды снова последовательно увеличивать интенсивность откачки вплоть до достижения максимального понижения;

контролировать увеличение дебита по объему выносимого песка в воде, переходить к следующей ступени дебита (на другое понижение) только после полного прекращения выноса песка и стабилизации расхода и понижения воды в скважине. Если фильтр создан бурением скважин большого диаметра, где гравийная обсыпка вплотную прилегает к фильтровому каркасу и имеет достаточную толщину, то строительную откачку можно проводить в соответствии с данными таблицы 25;

начинать строительную откачку с максимального дебита, постепенно переходя на меньшее понижение после полного осветления откачиваемой воды, если эксплуатируемый пласт представлен галечником, гравием или крупнозернистым песком. Это улучшает проницаемость прифильтровой зоны за счет выноса мелких частиц;

если водоприемная часть скважины расположена в водоносном пласте, представленном мелкозернистыми и среднезернистыми песками, то при строительной откачке не допускать частых и резких остановок, так как усиливается вынос мелкозернистых песков, что может привести к обрушению устья скважин и искривлению фильтрового каркаса; в случае вынужденных остановок посте-

пенно уменьшать дебит скважин до минимального значения, а затем уже прекращать откачку; после ликвидации причин остановок откачку начинать с минимального дебита; увеличивать его также после полного осветления откачиваемой воды и стабилизации понижения; если водопримная часть расположена в водоносном пласте, представленном гравелистым песком, то вести откачку с резкими остановками и пусками оборудования для откачки воды (компрессоры), что создает в водоносном грунте гидравлические толчки, в результате которых усиливается вынос мелких и отложение более крупных частиц в прифилтровой зоне скважины, и, в свою очередь, ускоряет формирование естественного обратного фильтра, улучшает проницаемость прифилтровой зоны.

25. Рекомендуемые режимы строительных откачек (Н. М. Решеткина)

Грунты капируемого пласта	Первое понижение напора $S=5...7$ м		Второе понижение напора $S=7...10$ м		Третье понижение напора $S > 10$ м		Общий срок строительных откачек, сут
	Q, л/с	T, сут	Q, л/с	T, сут	Q, л/с	T, сут	

Песок:

мелкозернистый	25...35	2...3	35...50	2...3	50...70	2	6...8
среднезернистый	30...40	2...3	40...60	2...3	60...80	2	6...8
крупнозернистый	40...50	1...2	50...70	1...2	70...100	2	4...6
гравелистый	50...60	До 1	60...90	До 1	> 100	До 1	До 3
Гравий	< 100	До 1	60...80	До 1	< 60	До 1	До 3

в течение откачки каждые 2 ч замерять дебит, уровень воды в скважине и содержание механических примесей (мутность) в откачиваемой воде.

В связи с тем что при строительной откачке вода содержит большое количество взвешенных частиц, проводить ее рекомендуется с помощью эрлифта, водоструйного насоса, либо желонированием. Наиболее распространены и надежны в работе эрлифтные устройства.

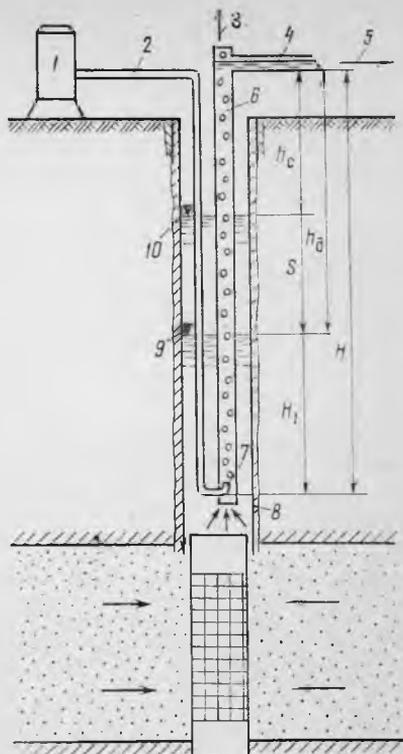
Для подъема воды эрлифтом (рис. 75) используют сжатый воздух. Эрлифт состоит из водоподъемных и воздухопроводных труб, смесителя и компрессора. Компрессором подается сжатый воздух в скважину к смесителю, находящемуся в нижней части колонны воздухопроводных труб. Воздух, поступая из воздухопроводной трубы в смеситель, образует воздушно-водяную смесь, плотность которой зависит от количества поступающего воздуха. Чем больше высота подъема, тем меньше должна быть плотность твердых частиц смеси, то есть с увеличением высоты подъема воды увеличивается расход воздуха.

Эрлифт в отличие от других водоподъемников обладает следующими преимуществами: не имеет рабочих частей в скважинах, надежен в работе, может быть применен для откачек воды с большим содержанием песка или шлама, а также обладает высокой производительностью при малых диаметрах скважины. Недостатки эрлифта — низкий коэффициент полезного действия и необходимость создания высокого столба воды в скважине.

Для понижения воды в скважине с помощью эрлифта применяют две схемы монтажа: центральную — при расположении воздухопроводных труб внутри водоподъемных и параллельную — при расположении воздухопроводных труб рядом с водоподъемными. Для формирования устойчивого фильтра, при котором не наблюдается пескования скважин, строительную откачку лучше всего проводить эрлифтом по центральной схеме, где фильтровый каркас использован в качестве водоподъемной трубы, а воздухопроводная опущена до отстойника.

Рис. 75. Схема строительной откачки при помощи эрлифта:

1 — компрессор; 2 — воздухопроводная труба; 3 — воздух; 4 — труба для отведения воды от скважины; 5 — вода; 6 — водоподъемная труба, подающая воздушно-водяную эмульсию; 7 — смеситель; 8 — колонна обсадных труб; 9 — динамический уровень; 10 — статический уровень.



Дебит при откачке регулируют изменением количества подаваемого в скважину воздуха или глубины погружения смесителя эрлифта. Глубина погружения смесителя эрлифта зависит от динамического уровня воды в скважине и определяется по формуле

$$H = Kh_d, \quad (37)$$

где h_d — глубина динамического уровня воды в скважине от уровня излива, м; K — коэффициент погружения смесителя, значение которого принимают в пределах 1,5...3.

Объем воздуха (m^3), необходимый для подъема $1 m^3$ воды, определяют по формуле

$$V_0 = \frac{K}{C \lg \frac{h_d(K-1)+10}{10}}, \quad (38)$$

где C — опытный коэффициент, принимаемый в зависимости от коэффициента погружения K в пределах 8...14.

Полный расход воздуха ($m^3/мин$) для откачки расчетного расхода воды равен:

$$W = QV_0/60, \quad (39)$$

где Q — расчетный расход воды, $m^3/ч$.

Значение пускового давления компрессора (МПа) определяют по формуле

$$P_0 = 0,01(Kh_d - h_c + 2), \quad (40)$$

где h_c — глубина статического уровня воды, м.

Рабочее давление воздуха (МПа) равно:

$$P = 0,01[h_d(K-1) + 5]. \quad (41)$$

Расход эмульсии (вода+воздух) ($m^3/с$) выше смесителя равен

$$q_1 = Q_1 + [W/(10P-1)60], \quad (42)$$

где Q_1 — расчетный расход воды, $m^3/с$.

Расход эмульсии ($m^3/с$) при изливе равен:

$$q_2 = Q_1 + W/60. \quad (43)$$

УКАЗАТЕЛЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев М. В. Технология и оборудование для получения изделий из полистирола.— Киев, 1969.— 148 с.
- Васильев С. В., Веригин И. Н. Методы фильтрационных расчетов гидромелиоративных систем.— М., 1970.— 124 с.
- Верстов В. В., Цейтлин М. Г., Цыганков Б. А. Инструкция по разглинзации скважин на воду вибрационным способом. ВСН 219—79.— М., 1979.— 33 с.
- Гаврилко В. М. Фильтры водозаборных, водопонизительных и гидрогеологических скважин.— 3-е изд.— М.: Госстройиздат, 1968.— 400 с.
- Гаврилко В. М., Алексеев В. С., Гуркин А. Я. и др. Сооружение высокодебитных водозаборных и дренажных скважин.— М.: Колос, 1974.— 176 с.
- Гаврилко В. М., Алексеев В. С. Фильтры буровых скважин.— Изд. 2-е, перераб. и доп.— М.: Недра, 1976.— 344 с.
- Журба М. Г. Фильтры с плавающей загрузкой для сельхозводоснабжения.— М.: Колос, 1978.— 118 с.
- Ильин В. Г., Сафонов Н. А. Буровое дело.— М.: Колос, 1972.— 208 с.
- Квашнин Г. П., Деревянных А. И. Водозаборные скважины с гравийными фильтрами.— М.: Недра, 1981.— 216 с.
- Онопrienко М. Г. Бурение и оборудование гидрогеологических скважин.— М.: Недра, 1978.— 169 с.
- Павлов В. А. Пенополистирол.— М.: Химия, 1973.— 240 с.
- Пятикоп Ю. В., Дяченко В. Д., Бандырский И. Н. Новая технология сооружения скважин с пенополистирольным обсыпным фильтром.— Промышленное строительство и инженерные сооружения, 1976, № 3, с. 8..9.
- Пятикоп Ю. В., Бандырский И. Н., Дяченко В. Д. Эффективный метод разглинзации скважин роторного бурения.— Промышленное строительство и инженерные сооружения, 1978, № 4. с. 27..29.
- Руководство по проектированию сооружений для забора подземных вод. ВНИИводгео Госстроя СССР.— М.: Стройиздат, 1978.— 209 с.
- СНИП II-31—74. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.— М.: Стройиздат, 1975.— 152 с.
- Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду/Под ред. В. В. Дубровского.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Недра, 1972.— 512 с.
- Справочник по бурению скважин на воду/Под ред. проф. Д. Н. Башкатова.— М.: Недра, 1979.— 560 с.
- Ткаченко В. П. Расслоение гравия при устройстве гравийно-обсыпных фильтров в скважинах большого диаметра.— Труды ВНИИ ВОДГЕО, 1971, вып. 31, с. 103..110.
- Шляферт М. А., Вольницкая Э. М. Увеличение дебита водяных скважин взрывом.— М.: Недра, 1970.— 63 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Гравийные обсыпные фильтры	3
Требования, предъявляемые к фильтрам буровых скважин, выбор фильтров	3
Конструкции гравийных фильтров, создаваемых в забое скважины	5
Конструкции гравийных фильтров, создаваемых на поверхности	7
Подбор фракционного состава и толщины гравийной обсыпки	12
Определение количества гравия или пенополистирола на обсыпку	14
Глава II. Пенополистирольные обсыпные фильтры	15
Конструкция пенополистирольных фильтров, создаваемых в забое скважины	15
Конструкция зонтичных фильтров с пенополистирольной обсыпкой	17
Определение гранулометрического состава пенополистирольной обсыпки	19
Физико-механические и химические свойства полувспененного полистирола	22
Технология приготовления пенополистирольной обсыпки	24
Технология закачки пенополистирола в скважину	26
Глава III. Фильтры-каркасы гравийных и пенополистирольных обсыпных фильтров	28
Каркасно-стержневые фильтры с проволоочной обмоткой	29
Фильтры с круглой или щелевой перфорацией и проволоочной обмоткой	34
Фильтры с водоприемной поверхностью из штампованного просечного листа	38
Стеклопластиковые фильтры конструкции Харьковского СУ-582 треста «Укрбурвод»	40
Изготовление щелевых фильтров методом плазменной резки	42
Глава IV. Устройство гравийных фильтров в скважинах роторного бурения	45
Установка фильтров с помощью гидравлического размыва пласта	45
Устройство гравийных обсыпок в скважинах, пробуренных роторным способом с прямой промывкой	48
Устройство гравийных обсыпок в скважинах большого диаметра, пробуренных роторным способом с обратной промывкой	55
Гравийная обсыпка фильтров уширенного контура в глубоких скважинах	58

Оборудование для расширения скважины в зоне водоносного пласта	62
Разглинизация скважин роторного бурения	66
Устройство сальников	78
Глава V. Устройство гравийных фильтров в скважинах ударного бурения	82
Устройство однослойных гравийных фильтров	82
Устройство многослойных гравийных фильтров	87
Рекомендации по установке фильтров в скважины	89
Строительные откачки	91
Указатель литературы	94

40

5090

39

9/866

Смоленск

**Юрий Васильевич Пятикоп, Иосиф Николаевич Бандырский,
Валерий Дмитриевич Дяченко, Владимир Викторович Сенченко**

**СПРАВОЧНИК ПО ОБОРУДОВАНИЮ БУРОВЫХ СКВАЖИН
ОБСЫПНЫМИ ФИЛЬТРАМИ**

И. о. заведующей редакцией Г. М. Попова
Редактор Л. С. Торобкова
Художник Ю. А. Вотоловский
Художественный редактор С. В. Соколов
Технический редактор Н. В. Суржева
Корректор К. С. Торобцева

ИБ № 3296

Сдано в набор 10.05.83. Подписано к печати 12.07.83. Т-15930. Формат 60×90₁₆. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 6. Усл. кр.-отт. 6,38. Уч.-изд. л. 8,63. Изд. № 283. Тираж 4000 экз. Заказ № 4388. Цена 35 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Смоленск, пр. им. Ю. Гагарина, 2.