

6.3.6. ПРИСТЕННЫЕ, ПЛАСТОВЫЕ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ДРЕНАЖИ

Устройство пристенных, сопутствующих и пластовых дренажей входит в состав предупредительных мероприятий, предохраняющих отдельные здания и сооружения от подтопления грунтовыми водами. Такие дренажи, как правило, сооружаются в период строительства и препятствуют подъему уровня грунтовых вод под защищаемыми сооружениями, а также снижают возможность дополнительного инфильтрационного питания грунтовых вод за счет перехвата и отвода утечек из защищаемых сооружений с мокрым технологическим циклом, отстойников, резервуаров, водонесущих коммуникаций и др. Эти дренажи служат также для отвода верховодки, формирующейся в пазухах фундаментов, грунтах обратной засыпки, траншей и др. Пристенные и пластовые дренажи устраивают одновременно с устройством самих защищаемых сооружений.

Пристенные дренажи

Применяются для предотвращения подтопления сооружений, расположенных на водоупоре, препятствуя боковому притоку грунтовых вод со стороны, а также дренируя инфильтрационные воды, накапливающиеся в грунтах обратной засыпки фундаментных пазух, траншей и котлованов.

Представляют собой вертикальные или наклонные фильтрующие призмы, сочлененные в нижней части с дренажной трубой, имеющей соответствующим образом подобранную фильтрующую обсыпку из рыхлого песчано-гравелистого материала или фильтрующую обертку из тканого или нетканого материала - стеклоткань, минеральный войлок и др. Фильтрующие призмы выполняют из песчаного материала или из пористобетонных плит, блоков и т.п.

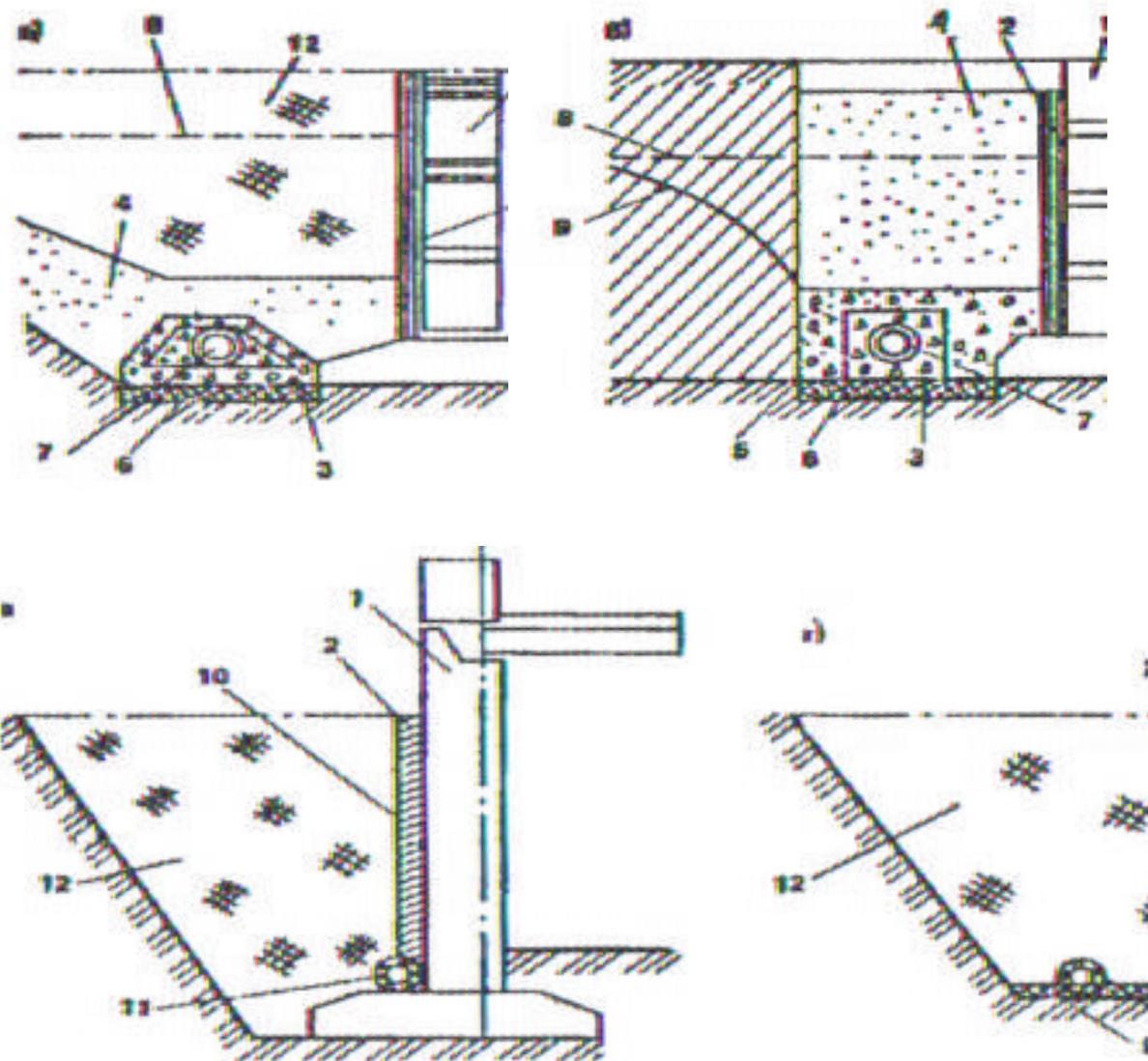


Рис. 26. Конструктивные схемы пристенных дренажей

1 - защитное сооружение; 2 - гидроизоляция; 3 - щебень; 4 - песок; 5 - песчано-щебеночная подготовка; 7 - дренажная труба; 8 - непопавший уровень депрессии; 10 - плита из пористого бетона; 11 - трубофильтр; 12 - грунт обратной.

Пластовые дренажи

Применяются для защиты заглубленных частей сооружений при условии, чтобы дно котлованов и траншей не доходило до водоупора. Применение пластовых дренажей особенно целесообразно в слабопроницаемых грунтах.

Основными конструктивными элементами пластовых дренажей являются песчано-гравийные слои, уложенные в основании защищаемого сооружения и имеющие уклон в одну из сторон внешнего контура сооружения.

Вода, отбираемая из фильтрующих слоев, отводится дренажными трубами, снабженными обратным фильтром, с уклоном в сторону водоприемника.

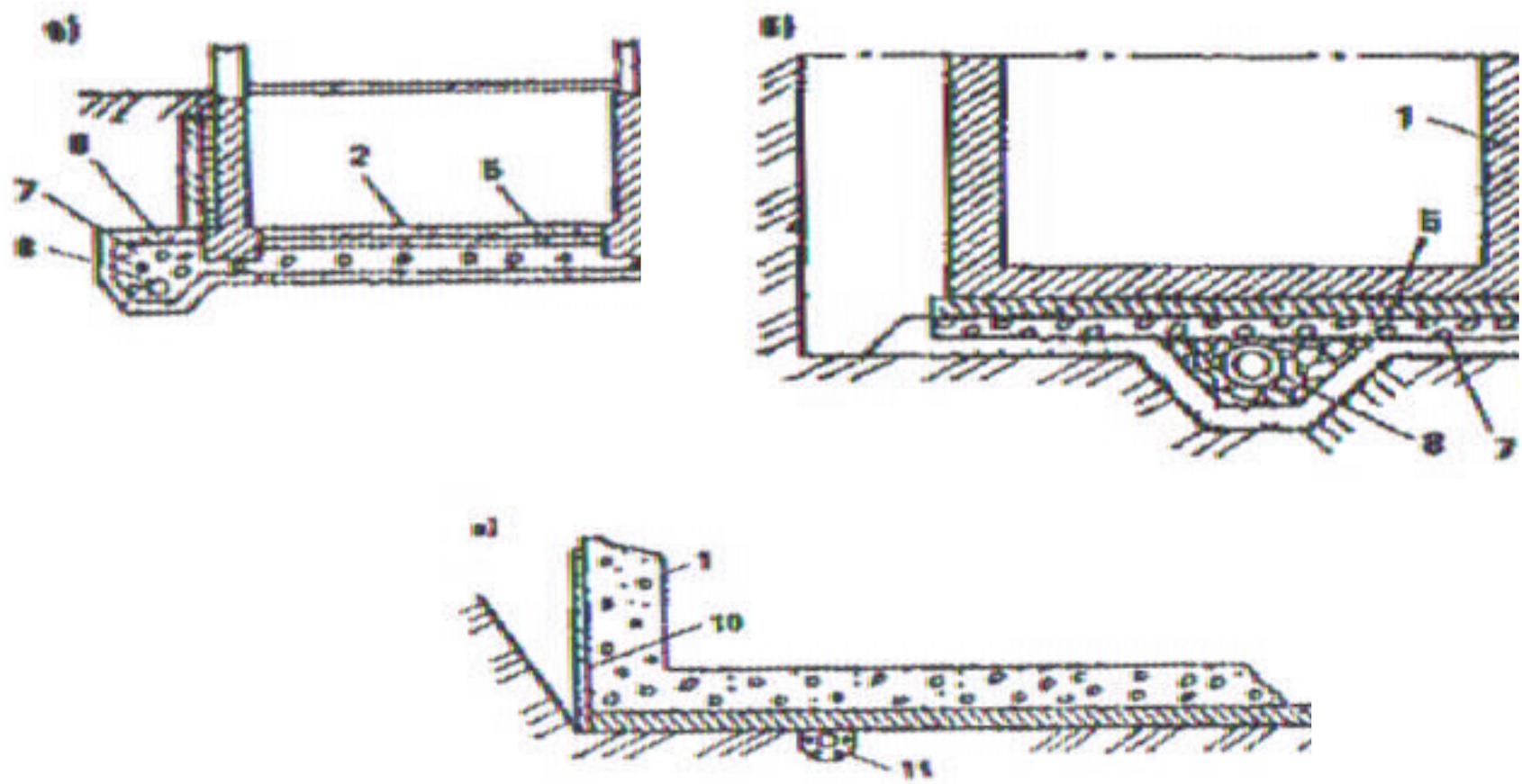


Рис. 27. Конструктивные схемы пластиковых дренажей

а, б - традиционных конструкций, *в* - с применением пористого бетона
1 - защищаемое сооружение; *2* - гидроизоляция; *3* - прижимная стенка; *4* - глиняный слой;
5 - гравийный слой; *6* - песок; *7* - щебень; *8* - дренажная труба; *9* - слой пористого бетона; *11* - трубофильтр

Сопутствующие дренажи

Представляют разновидность пластовых дренажей ленточного типа и устраиваются для предотвращения подтопления коммуникаций, каналов, галерей, оснований проездов и др. Такие дренажи могут иметь значительную протяженность при небольшой ширине.

Водоприемниками дренажных вод пристенных, пластовых и сопутствующих дренажей могут быть водосточная сеть, в отдельных случаях - канализационная сеть или специальные резервуары-водосборники, откуда дренажные воды перекачиваются в ливневые или канализационные коллекторы.

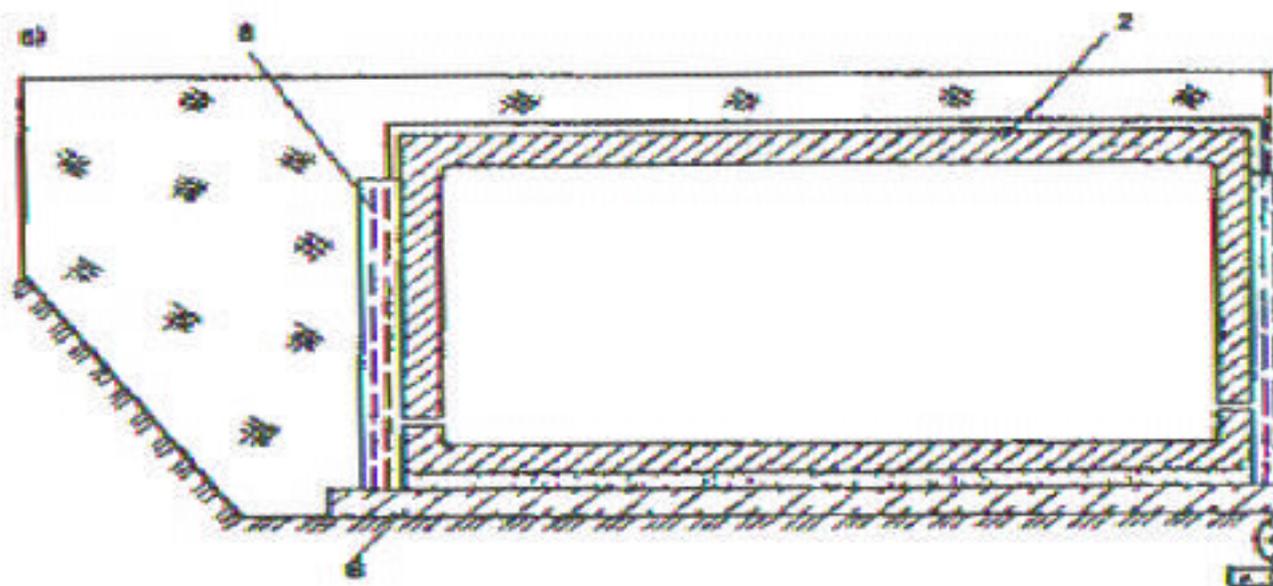
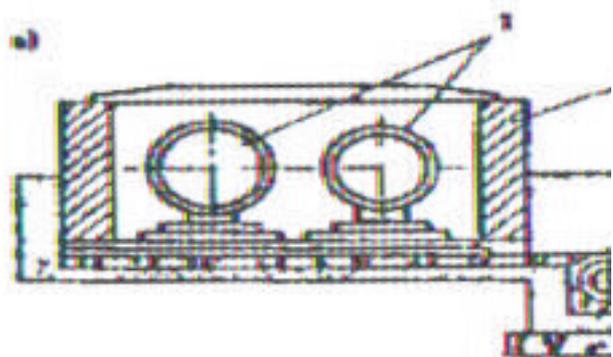


Рис. 28. Конструктивные схемы пластовых сопутствующих дрена

а - обычной конструкции; *б* - с применением элементов из пористого бетона
1 - водоводы; *2* - защищаемое сооружение; *3* - песчано-гравийная смесь; *4* - щебеночно-глинобетонная подготовка; *7* - дренажный колодец; *8* - плита из пористого бетона;

6.3.7. ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ДРЕНАЖИ

Вентиляционный дренаж

Предназначен для защиты от подтопления и увлажнения грунтовыми водами заглубленных частей зданий и сооружений, расположенных на слабопроницаемых грунтах.

Осушающее действие основано на создании в грунте градиента влагосодержания, под действием которого влага движется к стенке дрены, где испаряется и в парообразном виде уносится продуваемым по дрене воздухом в окружающую среду. Таким образом достигается осушение капиллярной каймы и снижение уровня грунтовых вод.

В зависимости от плановой конструкции и взаимного расположения дренажа и защищаемого объекта различают линейный, кольцевой, пристенный и пластовый типы вентиляционных дренажей.

В состав вентиляционного дренажа входят водоприемная часть (дренажный элемент), каналы для подвода и отвода воздуха в дренажный элемент, смотровые колодцы и устройства для организации движения воздуха.

Основные конструктивные требования

- обеспечение равномерного (без образования застойных зон) движения воздуха по дренам;
- обеспечение устойчивости грунта в зоне его контакта с дренажной засыпкой;
- организация движение воздуха таким образом, чтобы он покидал дренажную систему в состоянии, близком к насыщенному;
- обеспечение максимально возможной поверхности контакта воздуха и обдуваемого грунта (максимальное развитие поверхности дрены);
- обеспечение минимально возможного сопротивления воздушного тракта движению воздуха.

Последовательное стремление удовлетворить этим требованиям вызывает необходимость конструктивного оформления основного (водоприемного) элемента вентиляционного дренажа в виде заполненной грубозернистым материалом (щебень фракций 20 - 40, 30 - 50) дренажной щели, снабженной двумя коллекторами для подачи и отвода воздуха.

Ввиду того, что интенсивность осушения вентиляционным дренажем невелика, устройство трубчатых дрен

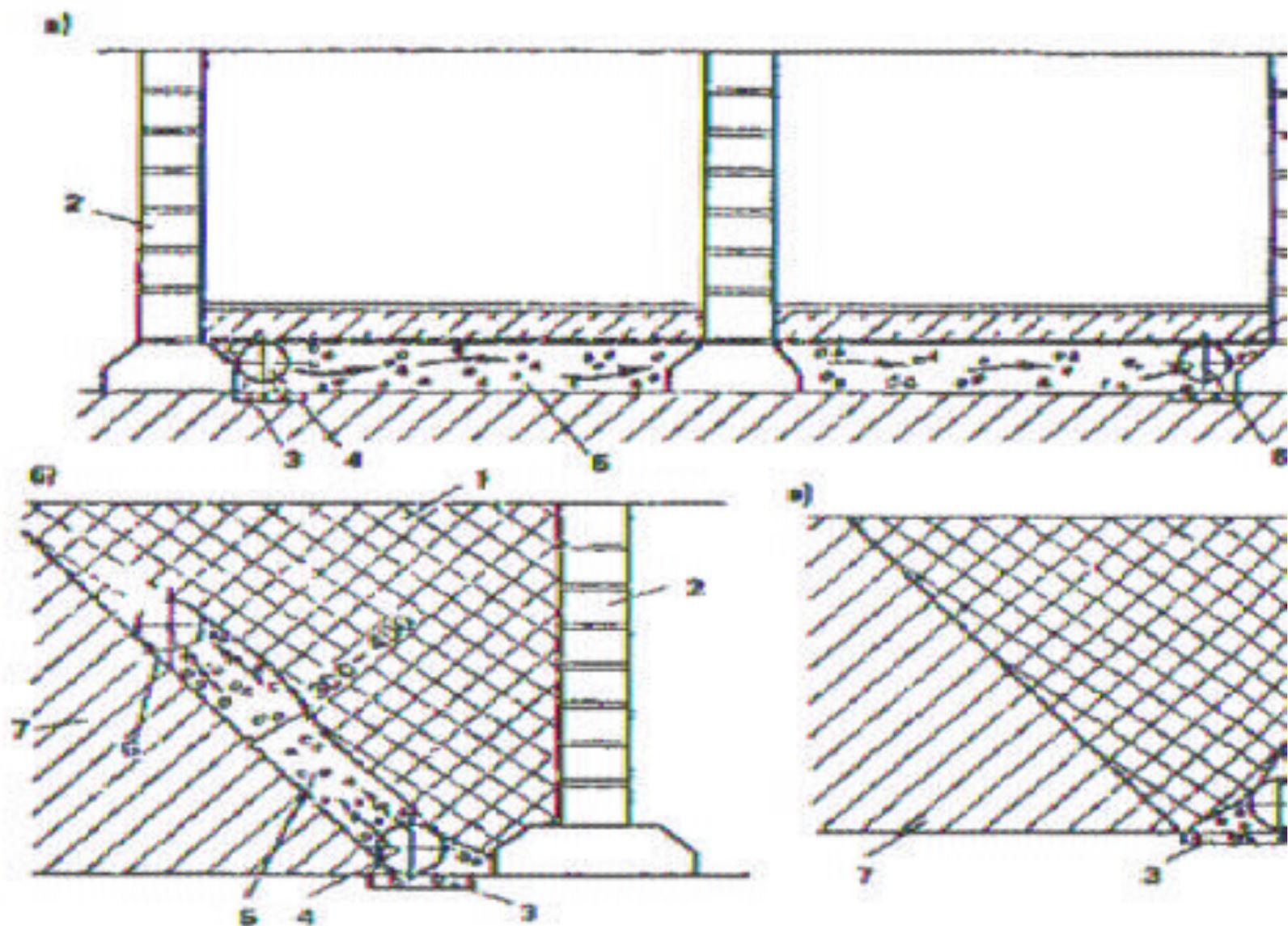


Рис. 29. Типы вентиляционного дренажа

а - плитовый; *б* - пристенный; *в* - линейный

1 - обратная засылка; *2* - стена сооружения; *3* - щебеночная подготовка; *4* - ваги щебеночный фильтрующий слой; *б* - выпускной коллектор; *7* - осушаемый грунт, из пергмина

В зависимости от типа дренажа водоприемный элемент представляет собой горизонтальную дренажную постель, уложенную в основании сооружения (пластовый дренаж), или устроенную в грунте вертикальную дренажную щель, непосредственно прилегающую к стене защищаемого объекта (пристенный дренаж), либо удаленную от него на расстояние 3 - 10 м (линейный и кольцевой дренажи).

Дренажную постель пластового дренажа устраивают, укладывая слой щебня толщиной 0,2 - 0,4 м на предварительно спланированную с уклоном 0,003 - 0,005 в сторону нагнетательного коллектора поверхность грунта основания сооружения.

В отдельных случаях с целью снижения потребной производительности вентилятора дренажную постель рассекают уложенными в шахматном порядке лагами или земляными маяками. При этом улучшаются условия циркуляции воздуха (уменьшается опасность возникновения застойных зон), снижается потребная производительность вентилятора, но увеличивается величина напора и возрастает необходимая мощность двигателя вентилятора. Дренажную постель перекрывают слоем рулонного гидроизоляционного материала (толь, пергамин) с целью предотвращения попадания материала покрытия в щебенчатую засыпку.

Далее в соответствии с проектом конструкции пола сооружения укладывают слой насыпного грунта (земляные полы) или делают бетонную подготовку (бетонные полы).

Дренажную щель линейных и кольцевых дренажей выполняют специальными механизмами, как правило, без крепления, с одновременной укладкой нагнетательного коллектора и засыпкой щебнем.

Дренажную прослойку при устройстве пристенного дренажа выполняют перед засыпкой пазух котлована. При этом необходимо применять временное сборно-щитовое крепление.

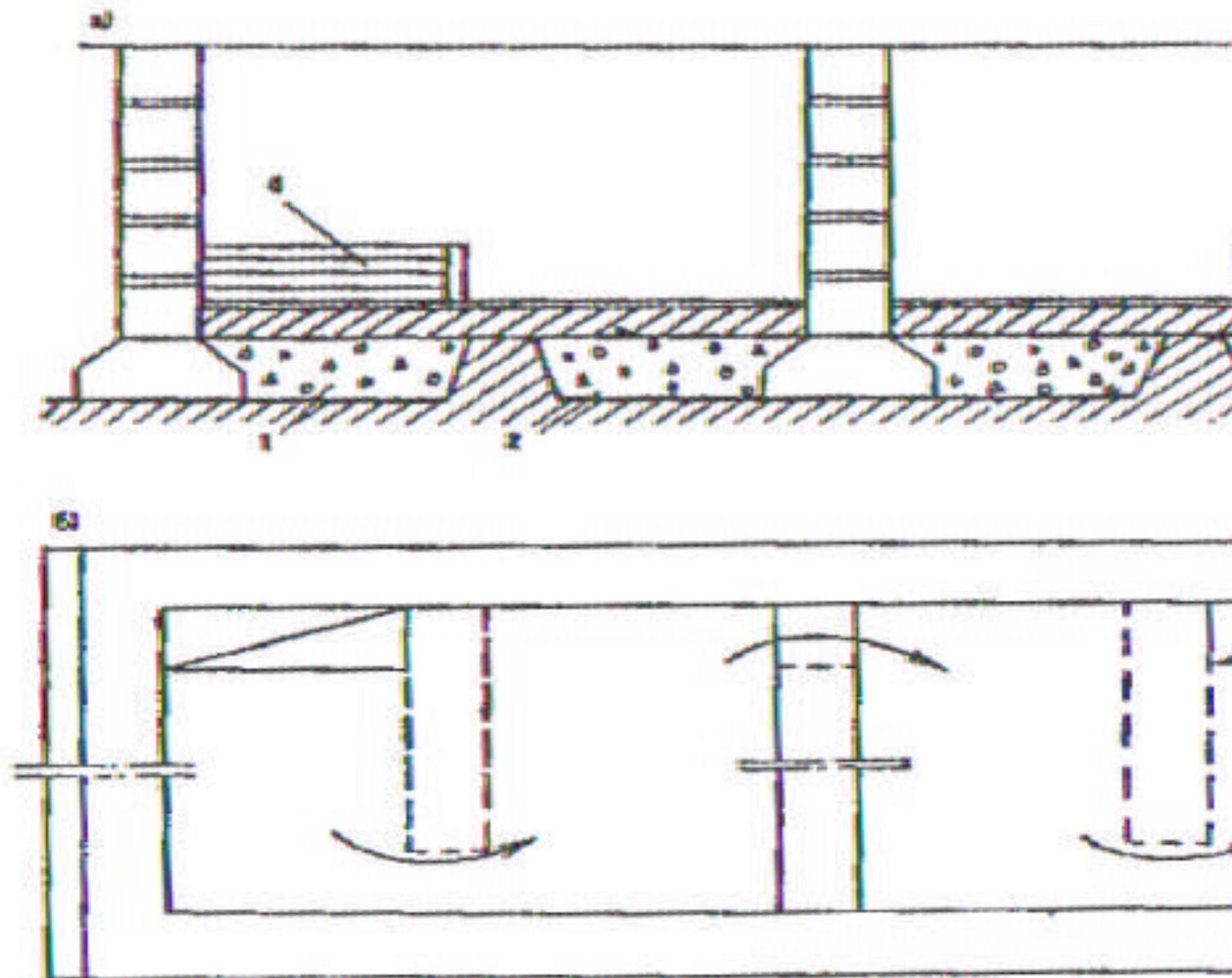


Рис. 30. Пластовый вентиляционный дренаж

а - разрез; *б* - план

1 - естественный грунт; *2* - земляной мяк; *3* - выпуск воздуха; *4* - забор воздуха

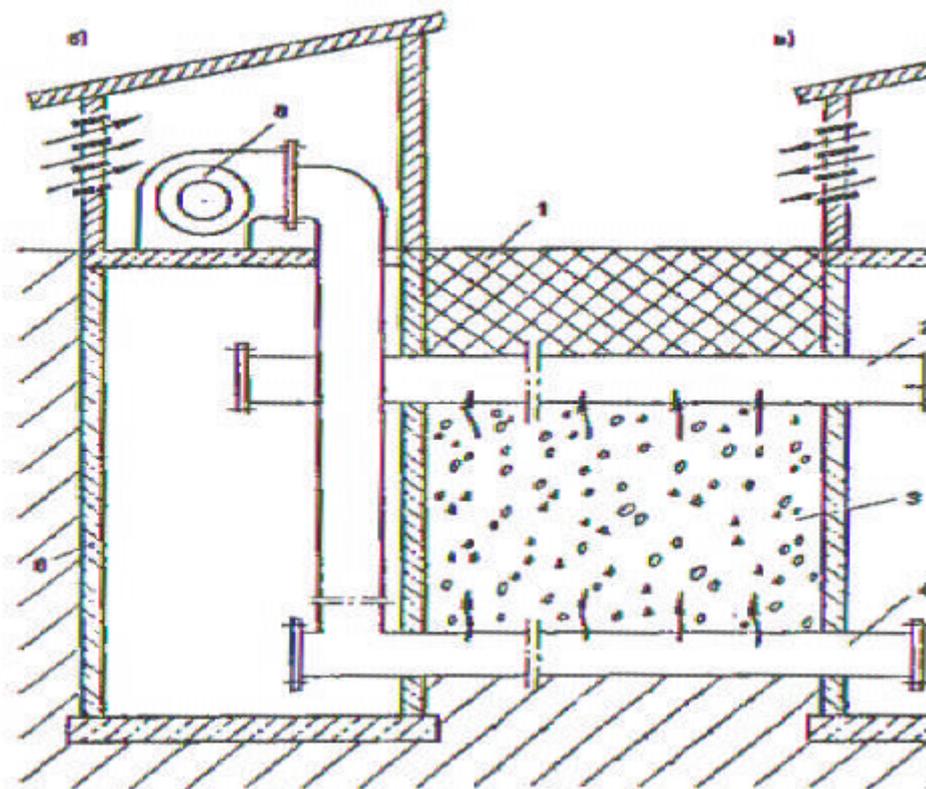
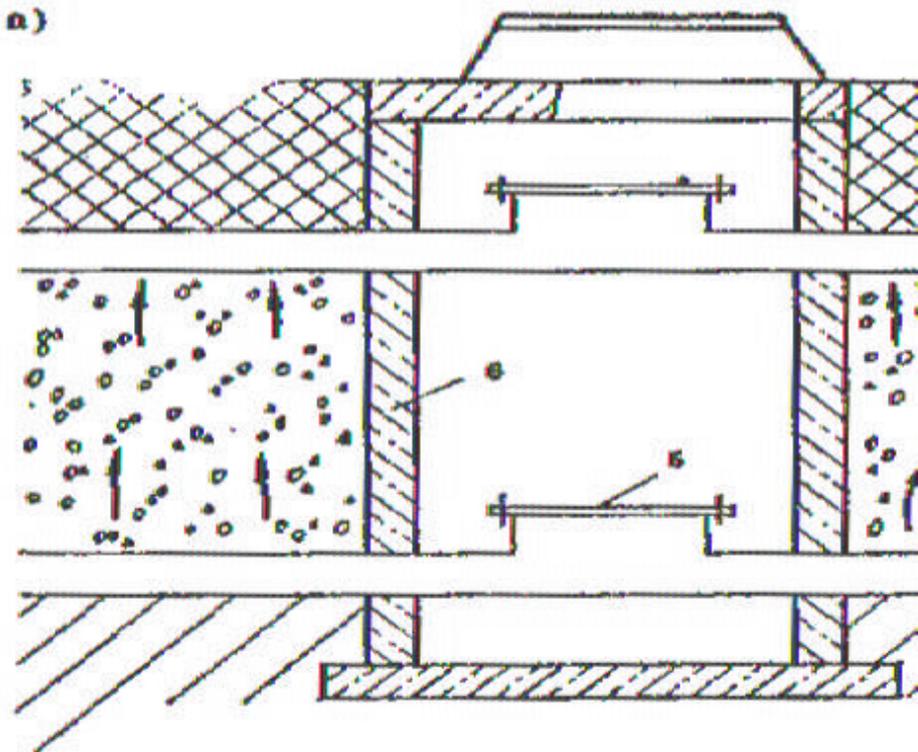


Рис. 31. Конструктивные схемы колодцев вентиляционного дренажа

а - смотровой колодец, *б, в* - воздухозаборный и выпускной колодцы

1 - грунт обратной засыпки, *2* - выпускной воздухопровод, *3* - щебень; *4* - нагнетатель; *б* - колодец, *7* - осушаемый грунт, *8* - вентилятор

Нагнетательный и выпускной коллекторы представляют собой трубы или короба из сборных элементов с перфорированными стенками. Целесообразно использовать в качестве коллекторов гибкие витые полихлорвиниловые трубы. Диаметр и число отверстий в трубах выбирают из условия, чтобы скорость воздуха не превышала 25-30 м/с.

Каналы для подвода, отвода воздуха (воздуховоды) изготавливаются из асбестоцементных, керамических или железобетонных труб обычного сортамента с заделкой стыков. При этом диаметр труб определяется гидравлическим расчетом так, чтобы скорость воздуха в канале не превышала 8-10 м/с. Каналы прокладываются с уклоном 0,01 - 0,005 по ходу движения воздуха, в конечной точке устраиваются отстойники для сбора влаги.

Смотровые колодцы устраиваются в местах поворота воздуховодов или, при длине прямолинейного участка свыше 100 м, через каждые 50 м.

Конструкция воздуховодов, смотровых колодцев и их сопряжений должна исключать присосы и утечки воздуха. Для этого смотровые колодцы необходимо снабдить диафрагмами с герметично закрывающимися люками. Люки должны обеспечивать свободный доступ обслуживающего персонала.

Воздухозаборные и выпускные колодцы-шахты должны быть дополнены отстойниками для сбора конденсата и гравитационной влаги.

6.3.8. ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДИРОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Упорядочение и организация отвального хозяйства промышленных предприятий и план складирования отвалов, твердых и жидких стоков должны разрабатываться одновременно и в увязке с проектом планировки и благоустройства территории.

Размещение строительных и производственных отвалов на территории предприятия не допускается. Места складирования твердых промышленных отвалов должны выбираться таким образом, чтобы они не препятствовали естественному стоку поверхностных вод, т.е. преимущественно на отметках, более низких, по отношению к территории, защищаемой от возможного подтопления.

Места складирования жидких отвалов или отвалов, уложенных гидравлическим способом, должны быть оборудованы дренажем для отвода инфильтрационных и отработанных вод в случаях, когда инфильтрация атмосферных и технологических вод из отвалов вызывает опасность подпитывания или загрязнения грунтовых вод.

Поверхность твердых отвалов должна быть спланирована, а в необходимых случаях на них устраивается сеть водоотводящих лотков или канав.

6.3.9.

**ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫ
Е ЭКРАНЫ И ЗАВЕСЫ**

Противофильтрационные устройства (экраны и завесы) применяются для преграждения движения грунтовых вод к защищаемым от загрязнения сооружениям и площадкам (противофильтрационные завесы), а также для перехвата инфильтрационных вод, поступающих из водовмещающих наземных и подземных емкостей и сооружений - резервуаров, отстойников, шламохранилищ, накопителей стоков (противофильтрационные экраны).

Противофильтрационные завесы

Применяются для:

преграждения потока со стороны рек, каналов и других водоемов;

предотвращения фильтрации из каналов и различных бассейнов.

Противофильтрационная завеса представляет собой вертикальную непроницаемую штору в грунте, расположенную с одной или нескольких сторон от источника фильтрации. Наиболее эффективны противофильтрационные завесы, доведенные до водоупора или до слабопроницаемых грунтов с коэффициентом фильтрации не более 2-10 м/сут.

Устройство противофильтрационных завес осуществляется инъекционным методом и методом траншейных стенок.

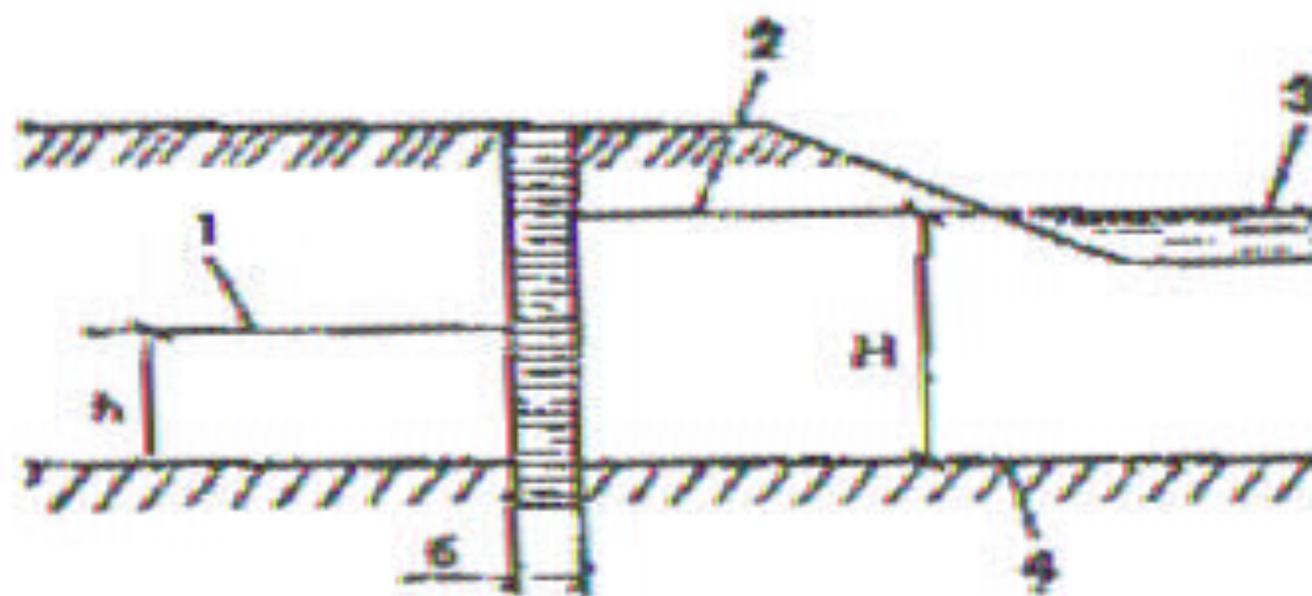


Рис. 32. Схема противофильтрационной завесы

1 - горизонт воды в нижнем бьефе; *2* - горизонт воды в верхнем бьефе; *3* - уровень водоупора

Инъекционный метод

Для инъекционных противофильтрационных завес рекомендуется применять:

- в сильнотрещиноватых и закарстованных породах - густые цементно-глинистые растворы состава 1:2-1:3;
- в полускальных породах - силикатизацию с последующей цементацией;
- в крупнозернистых песках - глиноцементные и глинистые растворы, а также смолы;
- в средне- и мелкозернистых песках - карбамидные смолы;
- в мелкозернистых песках с коэффициентом фильтрации до 5 м/сут кроме смол применяется также раствор силиката натрия с отвердителем из фосфорной кислоты или алюмината натрия.

В илах и глинах инъекционный метод создания завес не применяется.

Инъекционные завесы сооружаются методом поэтапного разбуривания скважин с последующим нагнетанием в них твердеющих растворов. На первом этапе расстояние между скважинами составляет 8 - 10 м; на каждом последующем этапе скважины бурят в промежутках между скважинами, пройденными на предыдущем этапе, - до достижения необходимой сплошности сооружаемой завесы.

Инъекционные завесы

Выполняются путем нагнетания твердеющих или нетвердеющих растворов в грунт. При этом рекомендуется применять цементные, глиноцементные, глинистые растворы, а также силикатный гель и смолы.

Цементационные завесы применяются в скальных водоустойчивых породах с раскрытием трещин более 0,1 мм при скорости движения грунтовых вод не более 600 м/сут, а также в галечниковых и гравелистых отложениях с коэффициентами фильтрации 80 - 500 м/сут. При наличии водорастворимых минералов скорость потока грунтовых вод не должна превышать 300 м/сут.

В грунтовых водах, агрессивных по отношению к цементам, применение цементационных завес не целесообразно.

Цементационные растворы должны приготавливаться на портландцементе марки не ниже 300. Кроме того, могут применяться сульфатостойкий цемент и шлакопортландцемент. Для ускорения схватывания цементных растворов применяются жидкое стекло и хлористый кальций, а для повышения стабильности - бентонит.

При цементации грунтов раствор нагнетается в скважины под избыточным давлением от 0,1 до 0,2 МПа и более.

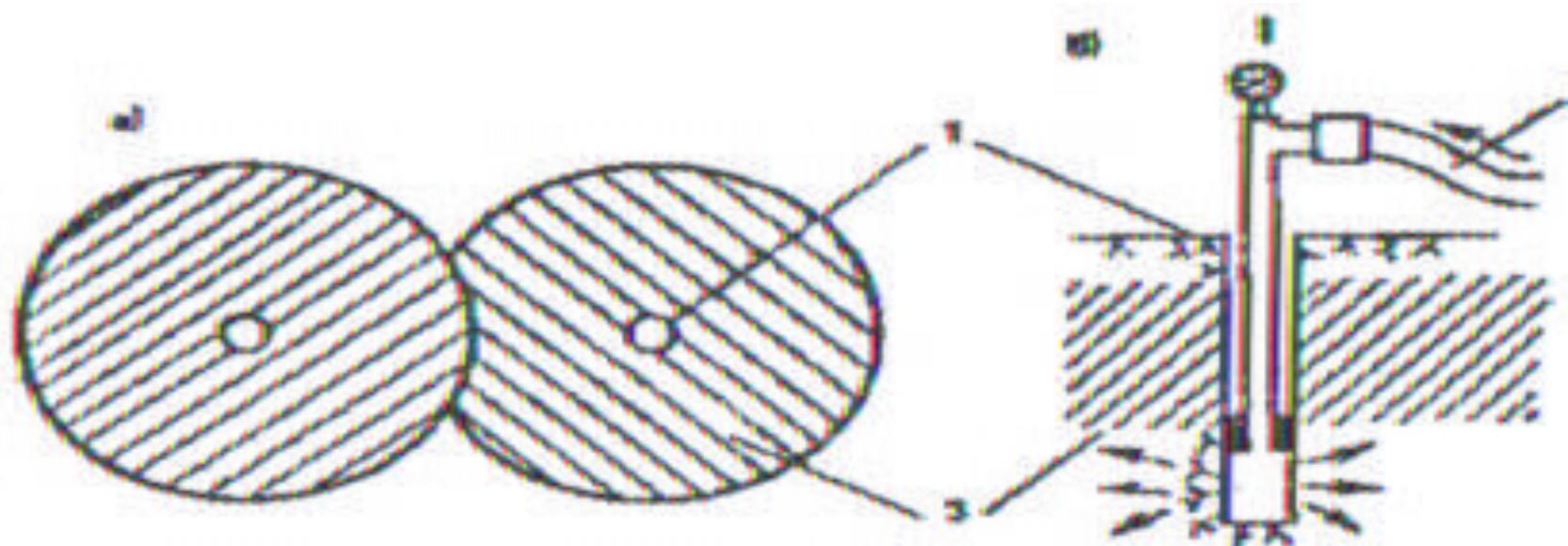


Рис. 33. Схема устройства инъекционной завесы

a - расположение инъекционных скважин; *б* - варианты нагнетания раствора в скважину

I - нисходящими зонами; *II* - восходящими зонами

1 - скважина; *2* - подача раствора; *3* - закрепленная зона

Применяются тампонажные цементные растворы двух видов:
быстрорасплаивающиеся с большим водоотделением
(цементные суспензии);
стабильные растворы с небольшим водоотделением
(глиноцементные, цементно-бентонитовые и т.п.).
Быстрорасплаивающиеся растворы наиболее эффективны в
сухих и водонасыщенных грунтах, за исключением
пористых скальных и полускальных пород
(слабосцементированные песчаники, алевролиты и др.).
Стабильные растворы обычно применяются в сухих грунтах с
тонкой трещиноватостью. Возможно также применение этих
растворов с добавкой песка для тампонажа грунтов с
крупной или средней трещиноватостью. Эффективно
применение стабильных растворов в комбинации с
расплаивающимися. При этом нагнетание производится
поочередно с учетом неоднородности грунтов.

Закачку раствора в грунт осуществляют зонально участками не более 5 м по вертикали. При этом возможно инъецирование восходящими (в песчаных и галечниковых грунтах) или нисходящими (в трещиноватых скальных породах) зонами.

При наличии в скальном грунте крупных трещин и каверн в цементные растворы добавляются глина, песок, суглинок. При закреплении крупнообломочных пород в цементный раствор добавляются глина, бентонит, а также некоторые реагенты, улучшающие свойства глин.

В тех же условиях, что и цементация, могут применяться глинизация и битумизация грунтов. Однако эти способы применяются значительно реже по сравнению с цементацией, в тех случаях, когда имеются агрессивные к цементом подземные воды. Битумизация путем закачки в грунт расплавленного битума применяется в грунтах (за исключением гравелистых) с коэффициентом фильтрации не более 500 м/сут, например, при наличии в скале крупных трещин.

Силикатизация

Заключается в цементировании частиц грунта гелем кремневой кислоты, образуемой силикатными растворами при их смешении с коагулянтом. Коагулянт может быть в виде раствора или газа. В зависимости от степени проницаемости песчаных грунтов рекомендуется одно- или двухрастворный способ силикатизации.

При коэффициенте фильтрации грунта от 0,5 до 5 м/сут применяется однорастворный способ силикатизации, при котором используется один гелеобразующий раствор из смеси силиката натрия с коагулянтом. В зависимости от количества коагулянта гель образуется через определенный заданный период времени.

При устройстве противофильтрационных завес в грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 80 м/сут применяется двухрастворный способ силикатизации, при котором в грунт закачиваются поочередно раствор силиката натрия и коагулянт (хлористый натрий).

Газовая силикатизация применяется в песчаных грунтах с коэффициентами фильтрации от 0,5 до 20 м/сут при любом содержании в грунте карбонатов или гипса. В качестве коагулянта используется углекислый газ, нагнетаемый из баллонов в грунт после закачки силикатного раствора.

Силикатизация не рекомендуется в грунтах, содержащих нефтяные продукты или смолы, при действительной скорости фильтрации подземных вод более 5 м/сут, при высокой их щелочности: для однорастворного способа рН должно быть не более 7,2, а для двухрастворного - не более 9.

Смолизация

Заключается в нагнетании в песчаный грунт растворов высокомолекулярных органических соединений типа карбамида с добавкой кислотных коагулянтов (соляная или щавелевая кислота). При содержании в грунте карбонатов от 0,1 до 3 % грунт необходимо обработать 3-5 %-ным раствором кислоты. Смолизация возможна в песках с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 50 м/сут.

Инъекционные завесы обычно устраиваются из 1 - 2 рядов цементационных скважин с расстоянием между рядами 1 - 3 м и между скважинами в ряду 1,5 - 5 м.

При силикатизации и смолизации песков закрепление следует производить заходками сверху вниз. При увеличении коэффициента фильтрации с глубиной закрепление производится снизу вверх. При слоистом строении песчаной толщи, где коэффициенты фильтрации слоев отличаются по значению более чем на 30 %, нагнетать химические растворы следует отдельно по слоям, начиная с наиболее проницаемого слоя.

Закрепление грунта осуществляется по глубине заходками, высота которых равна длине перфорированной части иньектора с добавлением радиуса закрепления.

Инъекционное оборудование следует подбирать с учетом удельных расходов, требуемых давлений и агрессивности нагнетаемых химических растворов. Для иньекторов используются стальные трубы - с внутренним диаметром 25 - 50 мм.

Иньекторы могут устанавливаться в заранее пробуренные скважины, погружаться в грунт забивкой с помощью воздуха, задавливаться. Бурение скважин под иньекторы для силикатизации и смолизации осуществляется станками и оборудованием для проходки скважин диаметром 60 - 127 мм на глубину 15 - 30 м.

Для нагнетания растворов в грунт применяются плунжерные насосы, шестеренчатые насосы, пневматические установки, в состав которых входит емкость объемом 0,5 - 1 м³, выдерживающая давление до 0,8 МПа. Перекачка растворов предусматривается по резиноканевым шлангам с внутренним диаметром 12 - 25 мм, выдерживающим давление до 3 МПа.

Величина давления при нагнетании силикатных и смоляных растворов должна предусматриваться проектом. При нагнетании до глубины 15 м предельная величина давления не должна превышать: при однорастворной силикатизации и смолизации - 1 МПа, при двухрастворной - 1,5 МПа.

Метод траншейных стенок

Противофильтрационные завесы представляют собой вертикальную стенку в грунте, устроенную в узкой траншее, заполненной твердеющим или нетвердеющим непроницаемым материалом. Ширина таких завес составляет обычно 0,4 - 0,8 м.

Наиболее эффективно применение данного типа завес в нескольких грунтах. Однако возможно их устройство и в скальных грунтах небольшой прочности (песчаники, алевролиты, аргиллиты и т.п.).

В качестве твердеющих материалов применяют бетоны и грунтобетоны на цементном, полимерном, битумном и других вяжущих. В качестве наполнителей могут быть использованы суглинки с добавками глинистых суспензий (бентонит и др.). При этом глинистые частицы коагулируют поры грунта, образуя практически непроницаемую глинистую корку.

При приготовлении раствора из бентонитовых глин его удельный вес должен находиться в пределах $1,05 - 1,15 \text{ г/см}^3$, а при применении глин других типов - $1,1 - 1,3 \text{ г/см}^3$.

Для улучшения показателей глинистого раствора используются добавки в виде кальцинированной или каустической соды, карбоксиметилцеллюлозы, фосфатов, извести и т.д.

Противофильтрационные экраны

Рекомендуется применять при устройстве шламохранилищ, наземных и подземных резервуаров и т.п.

Такие экраны представляют собой площадные устройства, выполненные из одного или нескольких слоев непроницаемых материалов, которые могут сочетаться с дренирующими устройствами типа фильтрующих постелей и др.

Находят применение следующие конструкции противофильтрационных экранов:

однословная глинистая;

двухслойная глинистая;

то же, с полиэтиленовым пленочным покрытием;

то же, с применением асфальтобетона.

Глинистые экраны

Однослойный глинистый экран представляет собой слой уплотненной глины толщиной 0,5 - 1 м с коэффициентом фильтрации не более 10^{-3} м/сут. При применении такого экрана не удается полностью устранить потери жидкости из защищаемого хранилища.

Для повышения защитного эффекта устраивается двухслойный глинистый экран, состоящий из двух прослоев уплотненной глины с пластовым дренажем между ними.

Экраны с полиэтиленовым покрытием

Выполняется из полиэтиленовой пленки толщиной 0,2; 0,4 или 0,6 мм, которая укладывается на выравнивающий слой песчаной подготовки либо на выровненную и укатанную поверхность экранируемого грунта.

Соединение пленки в сплошное водонепроницаемое покрытие осуществляется путем склеивания или сварки отдельных лент специальными аппаратами. Поверх пленки укладывается защитный слой грунта для предохранения пленки от механических повреждений. Толщина выравнивающего и защитного слоев обычно принимается равной 0,15 - 0,2 м.

Для повышения надежности однослойного пленочного экрана возможна укладка поверх пленки уплотненного слоя глинистого грунта, играющего одновременно и роль защитного покрытия.

Пленочный экран может иметь и двухслойное строение в случаях, когда нужно обеспечить максимально надежное экранирование защищаемого сооружения для предотвращения утечек в грунты.

Двухслойный пленочный экран состоит из двух слоев полиэтиленовой пленки, разделенных между собой слоем песчаного грунта, играющего роль пластового дренажа. Отвод воды из песчаного слоя осуществляется трубчатыми дренами.

Асфальтобетонные экраны

Рекомендуется применять для резервуаров и емкостей, содержащих жидкие продукты, не обладающие сильнощелочной реакцией.

Асфальтобетонные экраны устраиваются из асфальтовых материалов и представляют собой сплошные покрытия толщиной 0,3 - 0,4 м, укладываемые на специальное основание, протравленное ядохимикатами. Поверхность асфальтобетонного покрытия следует покрывать слоем литого асфальтового раствора или мастики толщиной 10-20 мм. Поверх асфальтобетонного покрытия укладывается защитный глинистый слой.

На хранилищах вредных стоков асфальтобетонные экраны выполняются двухслойными с устройством между слоями асфальтобетона дренажной прослойки из пористого асфальтобетона толщиной 8-12 см.

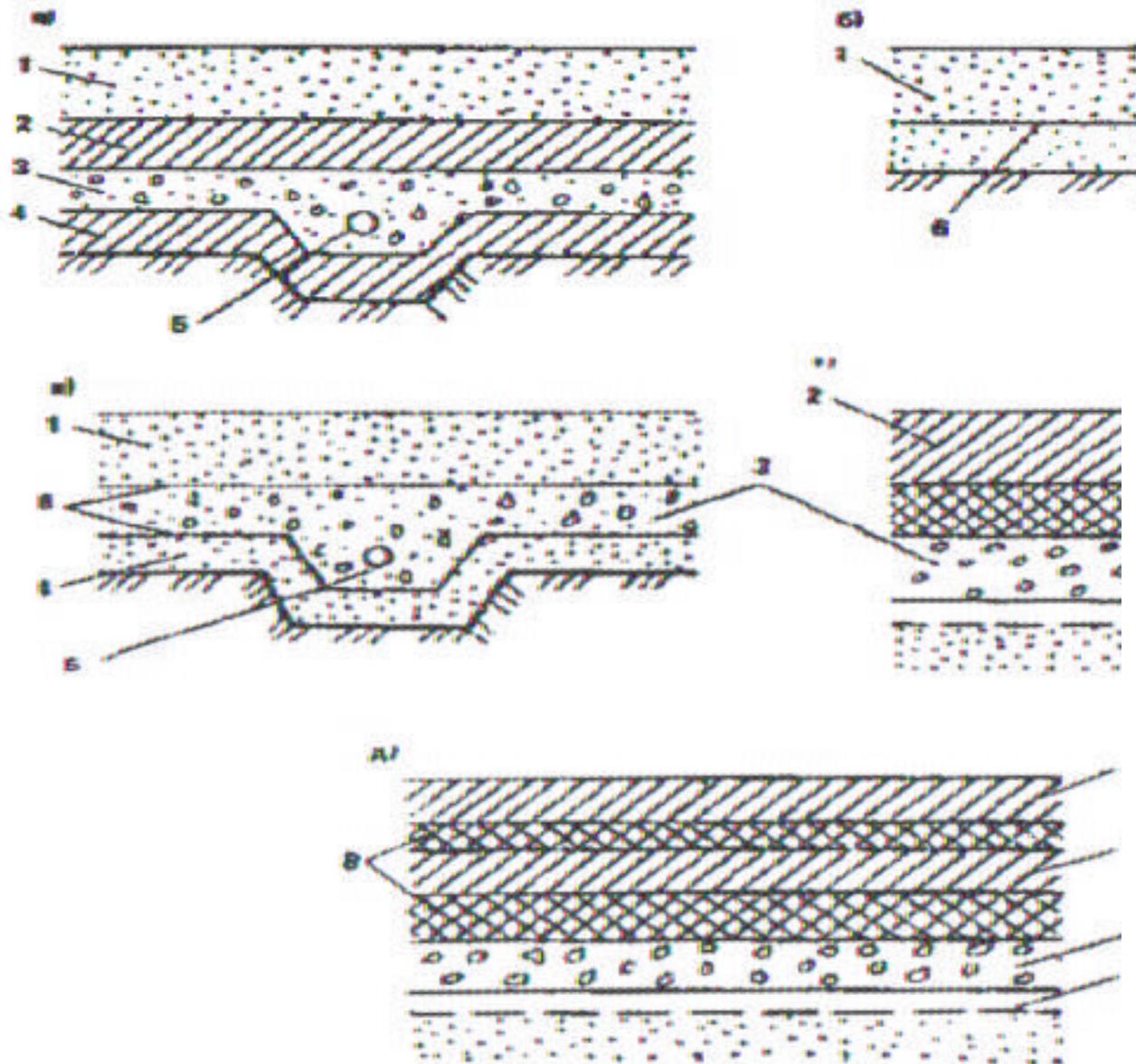


Рис. 34. Схемы противофильтрационных экранов

а - двухслойный глиняный экран; *б* - однослойный пленочный экран; *в* - двухслойный асфальтобетонный экран; *г* - усиленный асфальтобетонный экран
1 - защитный слой; *2* - глиняный слой; *3* - дренарующий слой; *4* - выравнивающая труба; *5* - пленка; *6* - пористый фильтрующий асфальтобетон; *8* - асфальтобетонное основание