

## **6.4. СООРУЖЕНИЯ ПО ЗАЩИТЕ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ И ИХ КОНСТРУКЦИИ**

# **6.4.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ**

На застроенных и подтопленных городских территориях или площадках промышленных предприятий основным способом защиты оснований отдельных зданий, коммуникаций или территории в целом от подземных вод является сооружение дренажа, которое должно осуществляться в сочетании с мероприятиями по организации поверхностного стока, устранению потерь воды из водонесущих коммуникаций и водосодержащих емкостей и др.

# Общие требования

Дренажная система должна обеспечить на защищаемой территории понижение уровней грунтовых вод до требуемых величин, быть простой, долговечной и экономичной в эксплуатации.

При защите от подтопления подвальных частей зданий и сооружений, а также подземных коммуникаций величина требуемого понижения определяется их заглублением, при защите территорий она принимается в соответствии с нормой осушения.

Значения нормы осушения, м:

- Территория крупных промышленных зон и комплексов - до 15;
- Городские промышленные зоны, коммунально-складские зоны, центры крупнейших и крупных городов – 5;
- Селитебные зоны городов – 3;
- Территории оздоровительно-рекреационного характера – 2.

Под зданиями и сооружениями уровень грунтовых вод должен располагаться ниже отметки заложения подошвы фундаментов не менее чем на 0,5 м. При этом защита фундаментов и подвалов от капиллярной влаги осуществляется путем устройства соответствующей гидроизоляции.

# Выбор системы защитных мероприятий

В зависимости от степени подтопления территории, последствий подтопления и материального ущерба от него, природных условий, возможностей строительства защитных сооружений и устройств защитные мероприятия осуществляются на всей рассматриваемой территории или только ее части.

Выбор системы защитных мероприятий осуществляется на основе водобалансовых, фильтрационных и гидравлических расчетов, а также технико-экономического сравнения вариантов. При этом они не должны приводить к следующим неблагоприятным последствиям:

- нарушению физико-механических свойств грунтов в основании существующих зданий и сооружений при понижении уровней грунтовых вод;
- снижению производительности подземных водоносных горизонтов, используемых для водоснабжения;
- увеличению фильтрационных потерь из искусственных технических водоемов;
- загрязнению подземных водоносных горизонтов при организации сброса в них дренажных вод.

Мероприятия по общей защите застроенных территорий от подтопления осуществляются в тех случаях, когда в их пределах располагается большое количество зданий и сооружений и все они, а также сама территория нуждаются в защите от подтопления.

Для этих целей используются однолинейные, двухлинейные и площадные системы дренажей горизонтального, вертикального или комбинированного типа.

При очаговом характере подтопления нуждаются в защите, как правило, отдельные здания и сооружения. Это достигается применением локальных дренажей - контурных (кольцевых), линейных, лучевых, пластовых, пристенных и т.д.

Локальные дренажи применяются также в тех случаях, когда мероприятия по общей защите территории не обеспечивают требуемых понижений в основании отдельных зданий.

По принципу отбора воды и влаги из грунта применяются дренажи гравитационного действия и специальные - вакуумные, вентиляционные и пневмонагнетательные.

Гравитационные дренажи наиболее эффективно работают при осушении хорошо проницаемых грунтов (с коэффициентом фильтрации более 0,5 – 1 м/сут), специальные дренажи целесообразно применять при осушении слабопроницаемых грунтов (супеси, суглинки и др.).

На практике в настоящее время в основном применяются гравитационные дренажи, специальные дренажи не вышли из стадии экспериментального изучения.

## **6.4.2. КОНСТРУКЦИИ ДРЕНАЖЕЙ**



Всякое дренажное сооружение конструктивно состоит из двух основных элементов – водоприемного (обеспечивает прием воды из водоносного пласта) и водоотводящего (отводит поступившие воды за пределы осушаемой территории).

Отвод воды может быть самотечным или принудительным в зависимости от конкретной обстановки.

По характеру пространственного расположения водоприемного и водоотводящего конструктивных элементов дренажей последние подразделяются на горизонтальные, вертикальные и комбинированные.

# Горизонтальные дренажи

# Горизонтальный гравитационный дренаж

Является наиболее распространенным видом дренажа, применяется для защиты от подтопления грунтовыми водами значительных территорий, небольших участков или отдельных сооружений и, как самостоятельный элемент инженерной защиты, обычно укладывается на глубинах до 6 – 8 м. В ряде случаев, например при устройстве сопутствующих дренажей различных коммуникаций и тоннелей или дренажей, укладываемых внутри контура заглубленной части сооружения, а также при устройстве лучевых дренажей горизонтальные дрены могут укладываться и на глубину, значительно превышающую указанную.

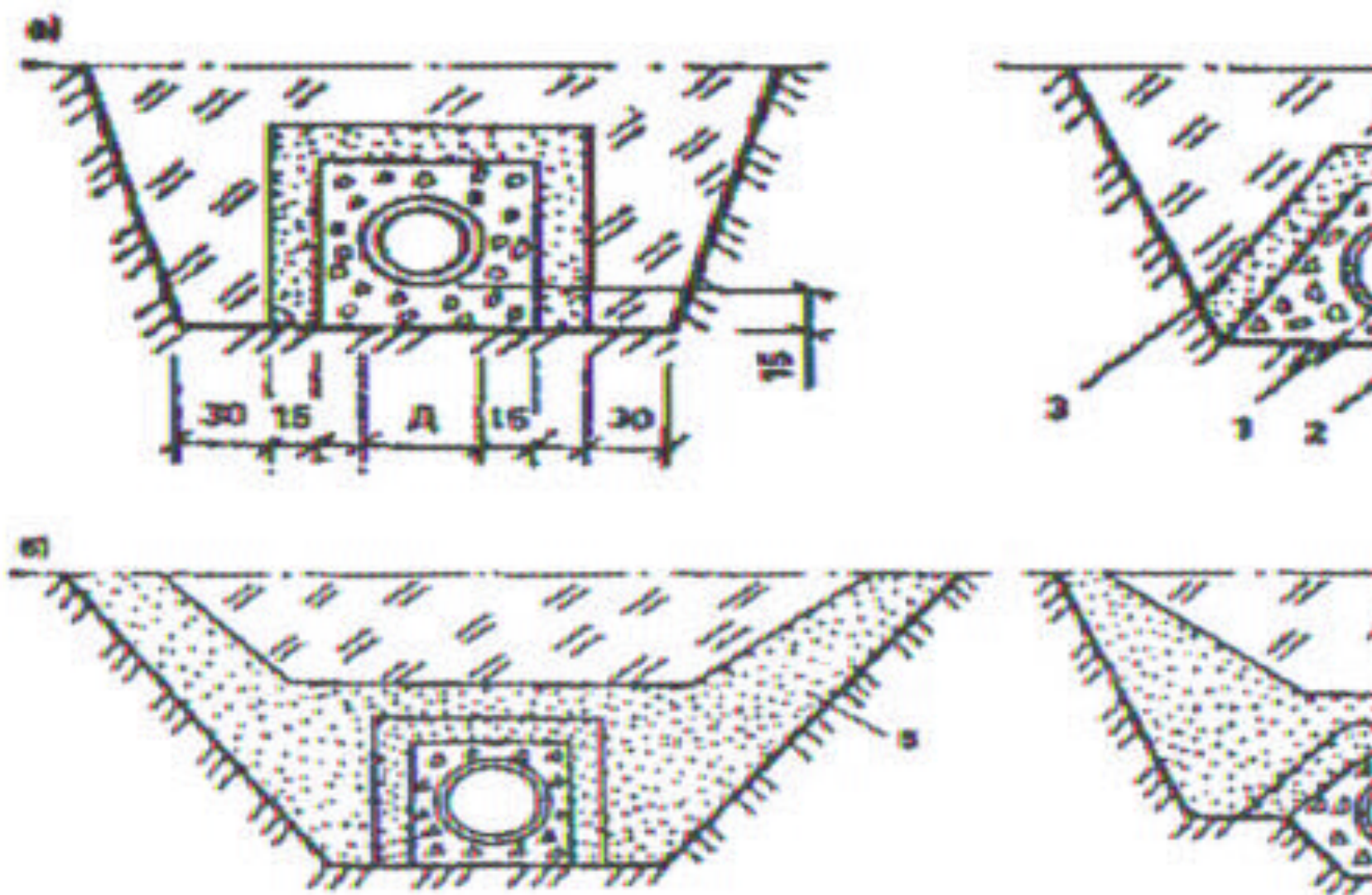
В современных условиях промышленной и городской застройки обычно устраивается закрытый дренаж трубчатого типа, хотя при определенных обстоятельствах не исключается применение и открытого горизонтального дренажа в виде траншеи или канала.

Разновидностью горизонтального дренажа является пластовый дренаж.

В современной практике три основных конструктивных типа дренажей:

- традиционной конструкции с трубчатой основой из керамических, асбестоцементных, бетонных, чугунных, реже пластмассовых труб с двумя-тремя слоями фильтрующей обсыпки из рыхлого сортированного материала - песка, гравия, щебня;
- с трубчатой основой и фильтрующими обертками из различного типа тканых и нетканых минеральных или полимерных материалов. Эти обертки могут применяться как самостоятельно, так и в сочетании с обсыпками из рыхлых материалов;
- с применением трубофильтров в сочетании с одним слоем песчаной обсыпки, или с фильтрующей оберткой, или без таковых.

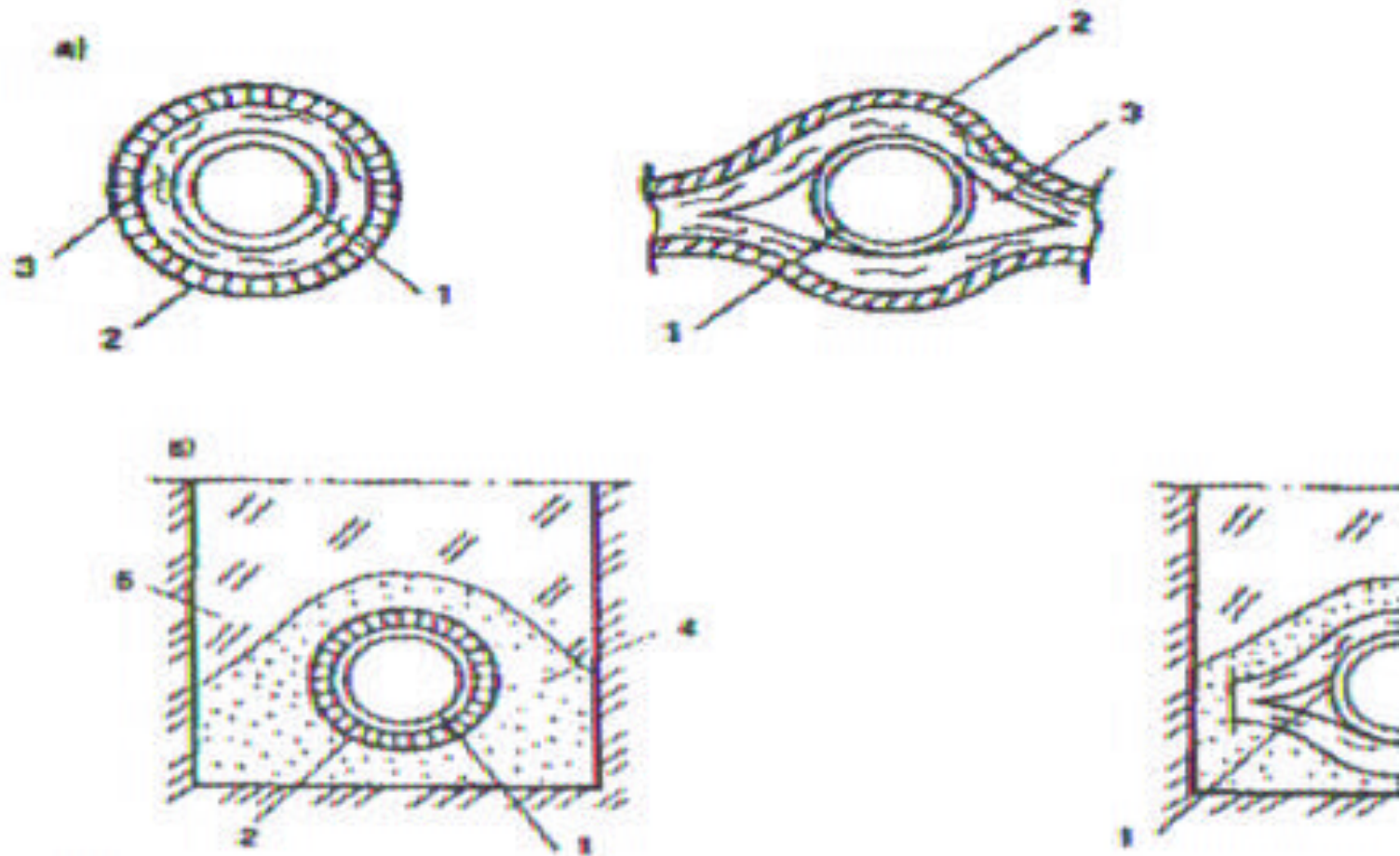
Крупность материала и количество слоев рыхлых обсыпок в дренажах традиционной конструкции подбирается в зависимости от условий дренирования, вида дренируемого грунта и выбранных форм и размеров водоприемных отверстий.



**Рис. 37. Конструктивные схемы горизонтальных труб укладываемых в траншею**

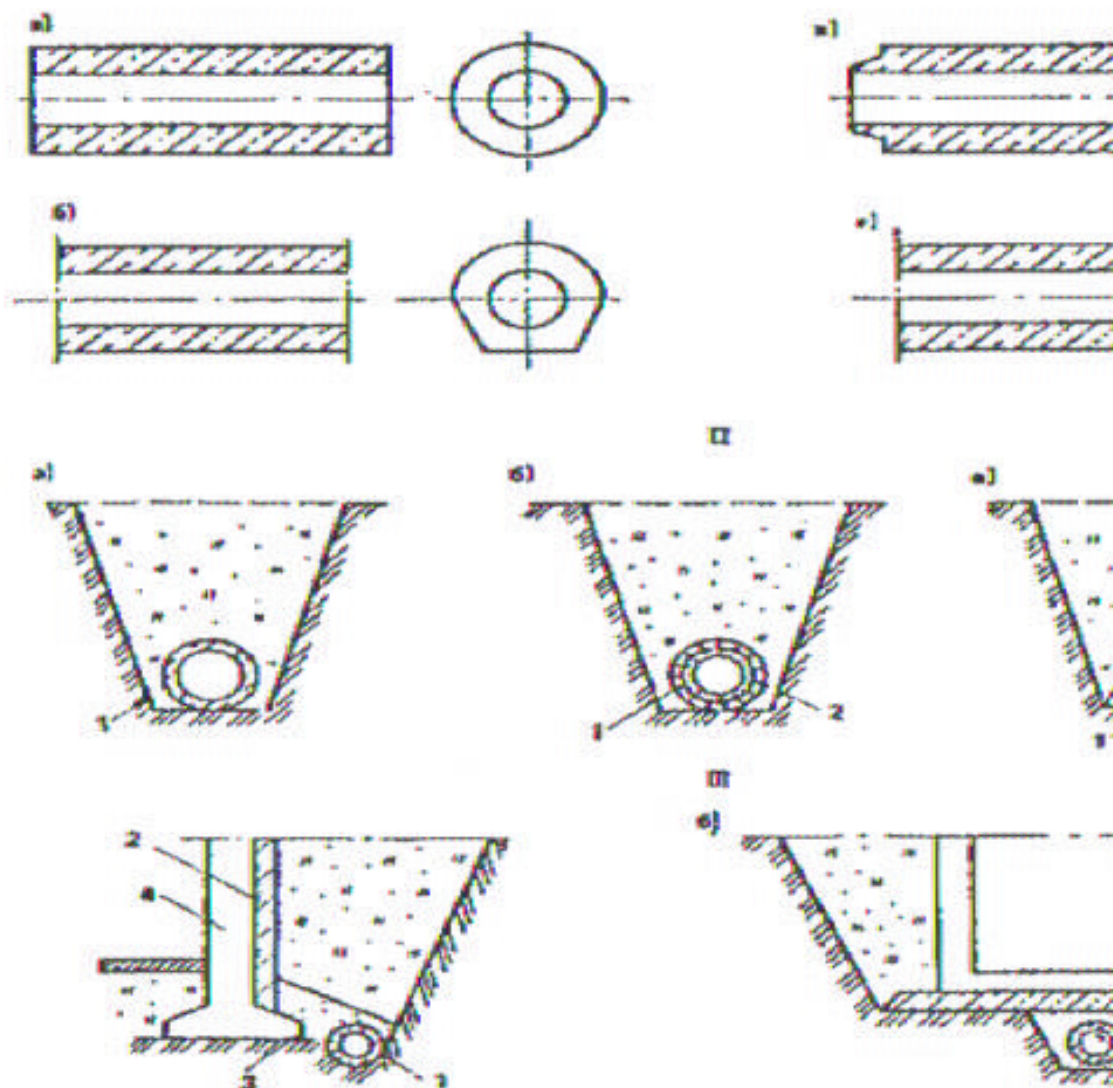
*а* - с двухслойной обсыпкой; *б* - с трехслойной обсыпкой

*1* - дренажная труба; *2* - щебень или гравий; *3* - крупнозернистый песок; *4* - местным грунтом; *5* - мелкозернистый песок



**Рис. 38. Конструкции трубчатого горизонтального дренажа обертками из волокнистых материалов**

*a* - варианты сочетания волокнистых материалов с дренажной трубой; *б* - конструкции  
*1* - дренажная труба; *2* - стеклохолст или стеклосетка; *3* - стекловолокно; *4* - песчаная засыпка



**Рис. 39. Конструкции дренажей с применением трубофильтров**

*I. Формы сечения трубофильтров и характер торцов*

*а - цилиндрическая круглая с плоским торцом; б - с фальцевым торцом; в - с многогранная*

*II. Схемы укладки трубофильтров в дренажах*

*а - без обсыпки; б - с применением фильтрующих оберток; в - с обсыпкой песком*

*III. Конструктивные схемы дренажей с трубофильтрами*

*а - пристенный дренаж; б - соопутствующий дренаж тоннеля*

*1 - трубофильтр; 2 - фильтрующая обертка; 3 - обсыпка; 4 - контур защищаемого с*

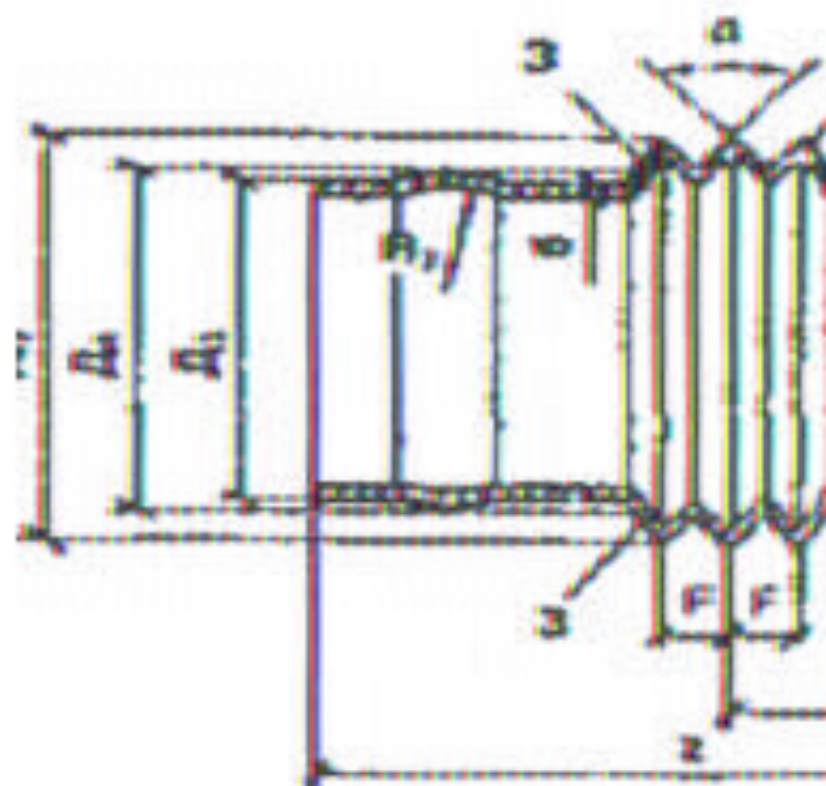
Прием воды из пласта производится либо через стыковые зазоры между дренажными трубами, либо через круглые отверстия или щелевые пропилы в стенке трубы.

Пробивать отверстия в стенке труб запрещается.

В последнее время для соединения дренажных труб применяют также эластичные пластмассовые (полиэтилен, капрон) муфты с отверстиями, выполняющими роль водоприемных.

В конструкциях с применением фильтрующих оберток из минеральных материалов (стекловолокнистые холсты и сетки, маты из штапельного базальтового волокна или стекловаты и др.) тканые материалы обычно применяются в сочетании с войлоком, матами и т.п. или в сочетании с однослойной песчаной обсыпкой.

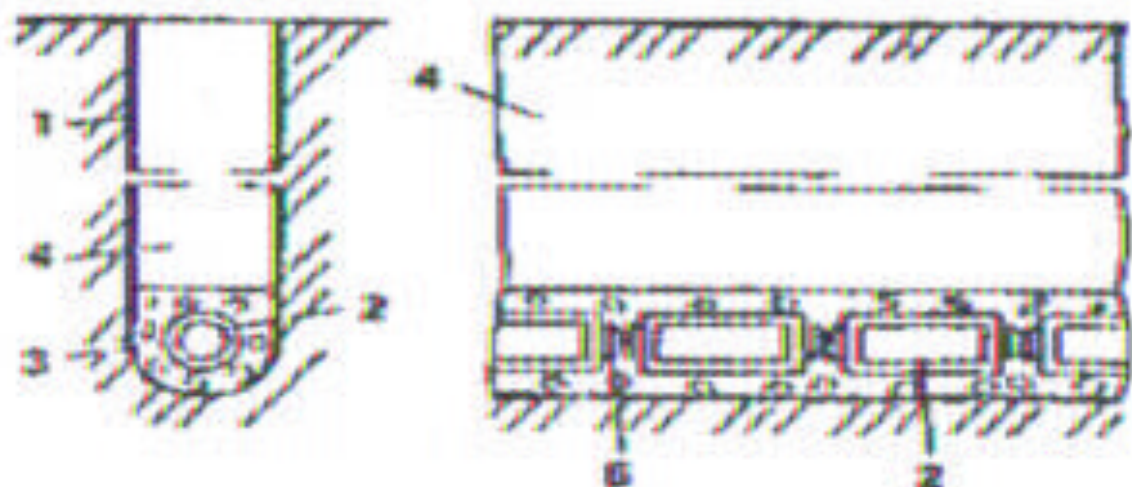




**Рис. 40. Конструкция гибкой соединительной муфты**

1 - корпус муфты, 2 - уплотняющий выступ; 3 - гофры с микрош

Примечание. Буквами обозначены характерные размеры



**Рис. 41. Конструкция дрена с применением гибких соединительных муфт**

1 - дренажная траншея; 2 - дренажная труба; 3 - фильтрующая обсыпка; 4 - гибкая соединительная муфта

Конструкции горизонтального трубчатого дренажа с применением трубофильтров из пористого бетона на цементном связующем или из полимербетона позволяют вести строительство дренажей на современной индустриальной основе. Применение таких конструкций снижает затраты на строительство дренажей, сокращает применение ручного труда и уменьшает сроки строительства, а также позволяет обеспечивать более тщательный контроль за выполнением технических требований по устройству дренажа.

Трубофильтр представляет собой трубу с пористыми стенками, сочетающую функции водоотводящей трубы и фильтрующей обсыпки. В песчаных грунтах трубофильтры укладываются без обсыпки, в связных грунтах - с одним слоем обсыпки песчаным грунтом или с оберткой их по спирали стеклохолстами в четыре-пять слоев при толщине стеклохолста 0,5 мм и в два слоя при толщине стеклохолста 1 мм.

# Лучевые дренажи

Лучевой дренаж представляет собой горизонтальные трубчатые дрены, выполненные методом горизонтального бурения из заглубленных сооружений или специальных шахтных колодцев диаметром до 4,5 -5 м, шурфов и т.п., когда проходка открытых траншей для укладки горизонтальных дрен по каким-либо обстоятельствам затруднена или невозможна (например, при большой плотности коммуникаций, под сооружениями и др.), а также при необходимости укладки дрен на глубину, превышающую среднюю глубину проходки открытых траншей, обеспечиваемую строительными землеройными механизмами.

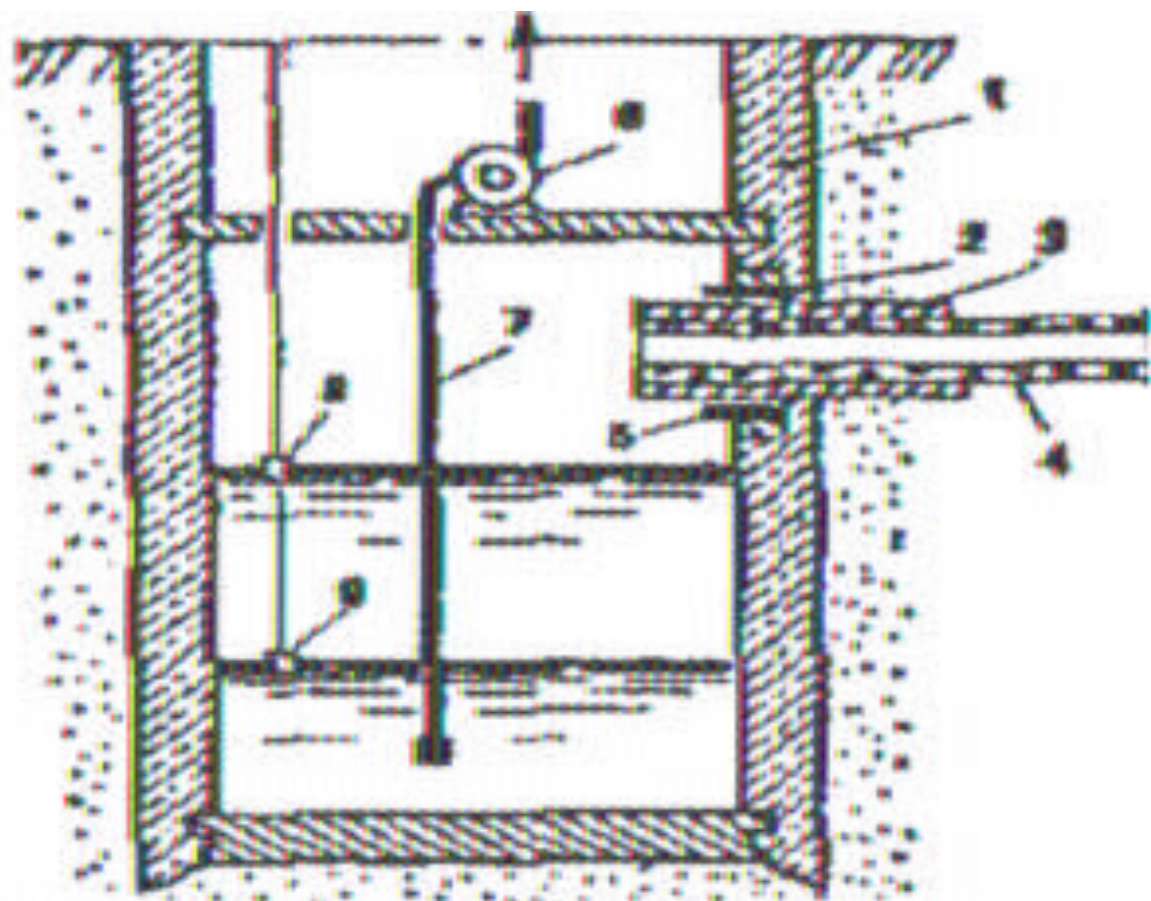
Водоприемным элементом лучевой дрены является перфорированная труба с обертками из волокнистых материалов или трубофильтры, которые вдвигаются в буровую трубу и остаются в полости горизонтальной скважины после извлечения обсадных труб.

Из одного шахтного колодца последовательно могут буриться в разные стороны 4-6 лучей длиной 30 м и более.

Особенно целесообразно устройство лучевых дренажей при наличии в толще обводненных слабопроницаемых пород маломощного пласта с высокой водопроницаемостью, отбор воды из которого по своему действию будет идентичен осушительному действию пластового дренажа.

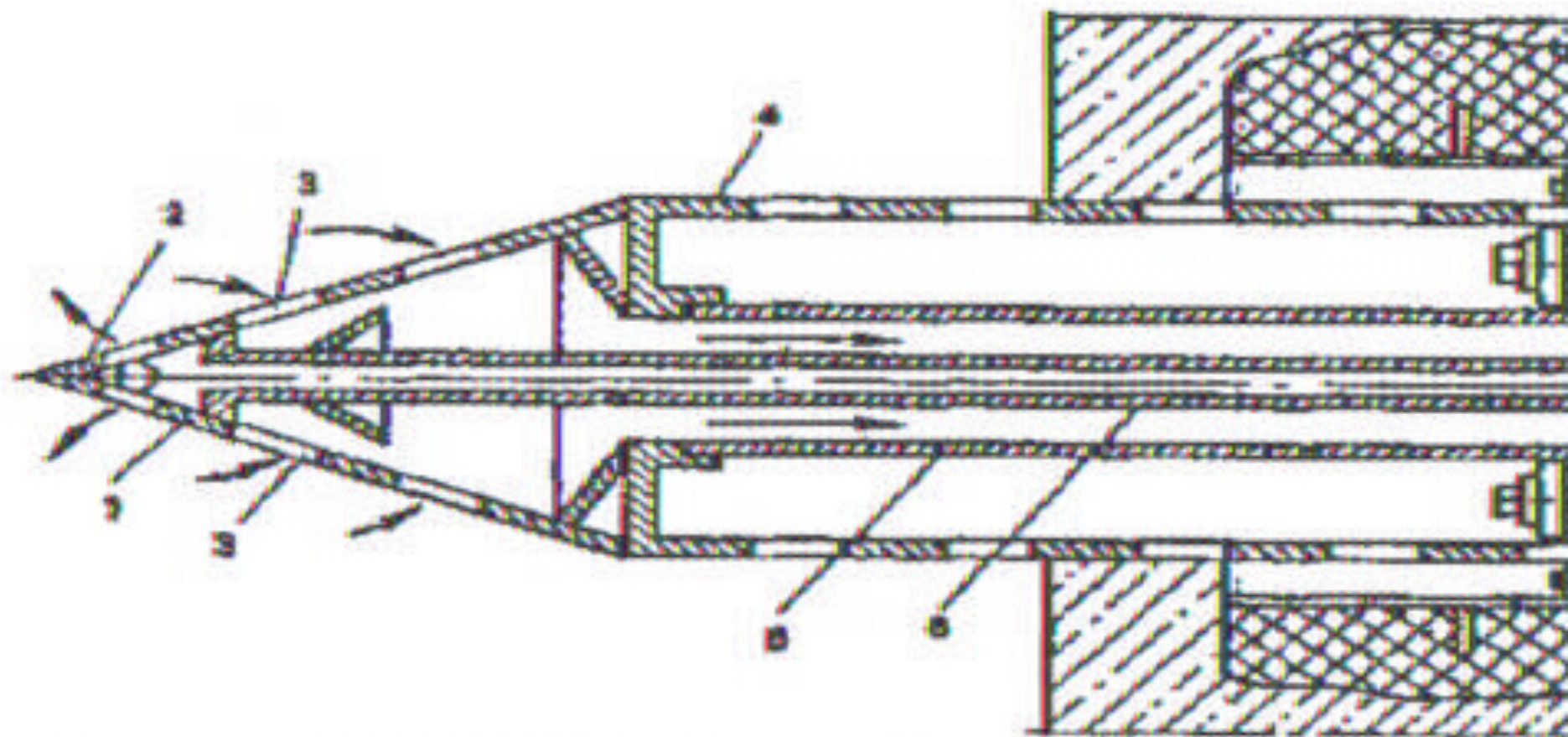
Основными элементами устройства для сооружения лучевого дренажа являются вертикальный ствол с бетонированными стенками и днищем, глубина которого обычно принимается на 2,5 - 3 м ниже лотка дрены; в стволе устанавливается поворотная монтажная площадка, оснащенная гидродомкратами, маслонасосами, насосами для подачи воды для гидроразмыва грунта и грязевым насосом для откачки бурового шлама и др.

Действие лучевого дренажа может быть усилено путем вакуумирования полости водосборного колодца. С этой целью устье колодца герметизируется, а колодец оборудуется вакуум-насосом.



**Рис. 42. Схема устройства приустьевой части лучевой дрены**

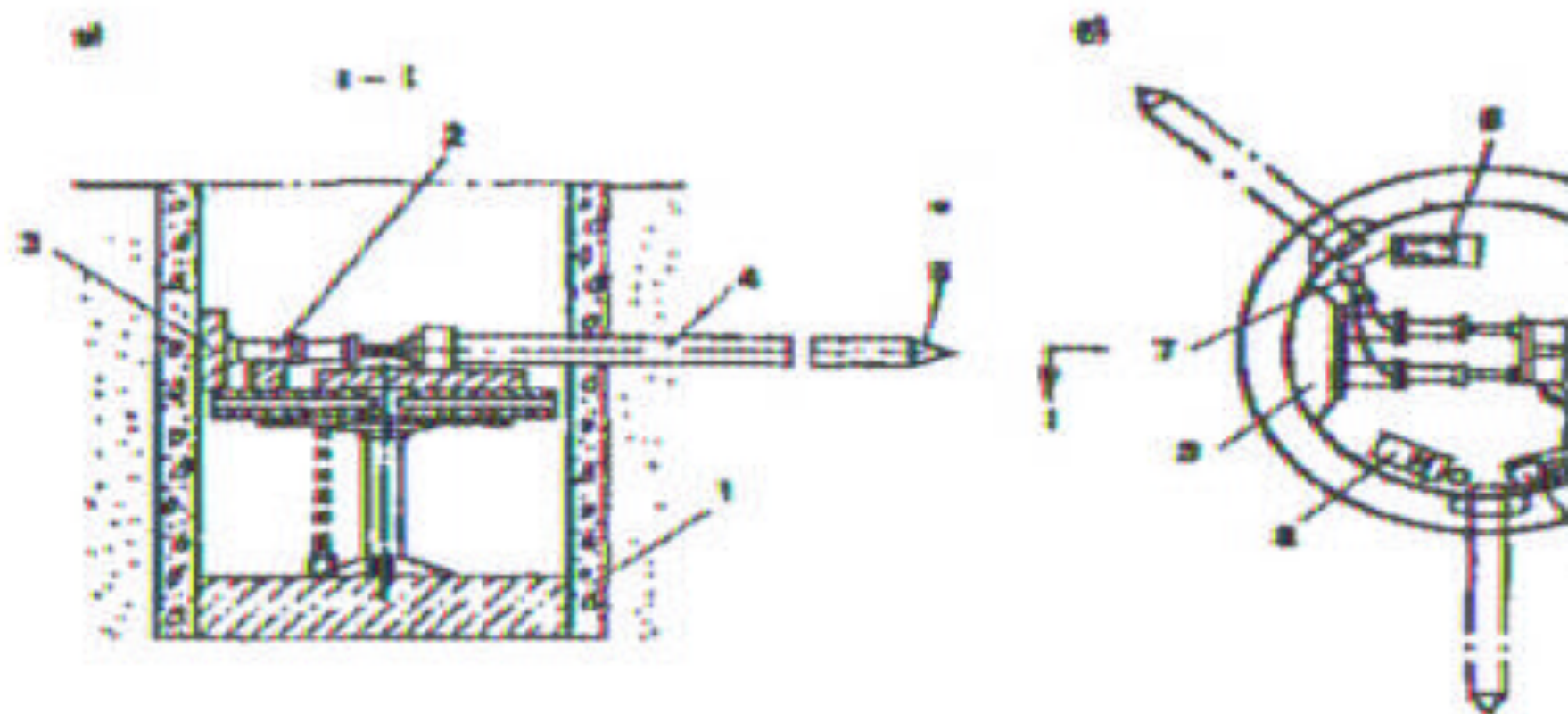
1 - бетонное крепление стенок колодца; 2 - резиновая набивка; 3 - обсадная труба направляющий патрубок; 6 - насос; 7 - всасывающий патрубок; 8, 9 - датчики верхних дренажных вод в водоприемнике



**Рис. 43. Схематический разрез конуса для гидробурения луче-  
провода трубы в стенке колодца**

*1* - буровой конус; *2* - отверстия для выхода размывающей струи; *3* - щели для  
фильтровая, пламевая и промывная трубы, *7* - кожух в стенке колодца; *8* - сал  
бетонная заделка штрабы





**Рис. 44. Схема проходки лучевого дренажа**

*a* - разрез по I - I; *б* - план

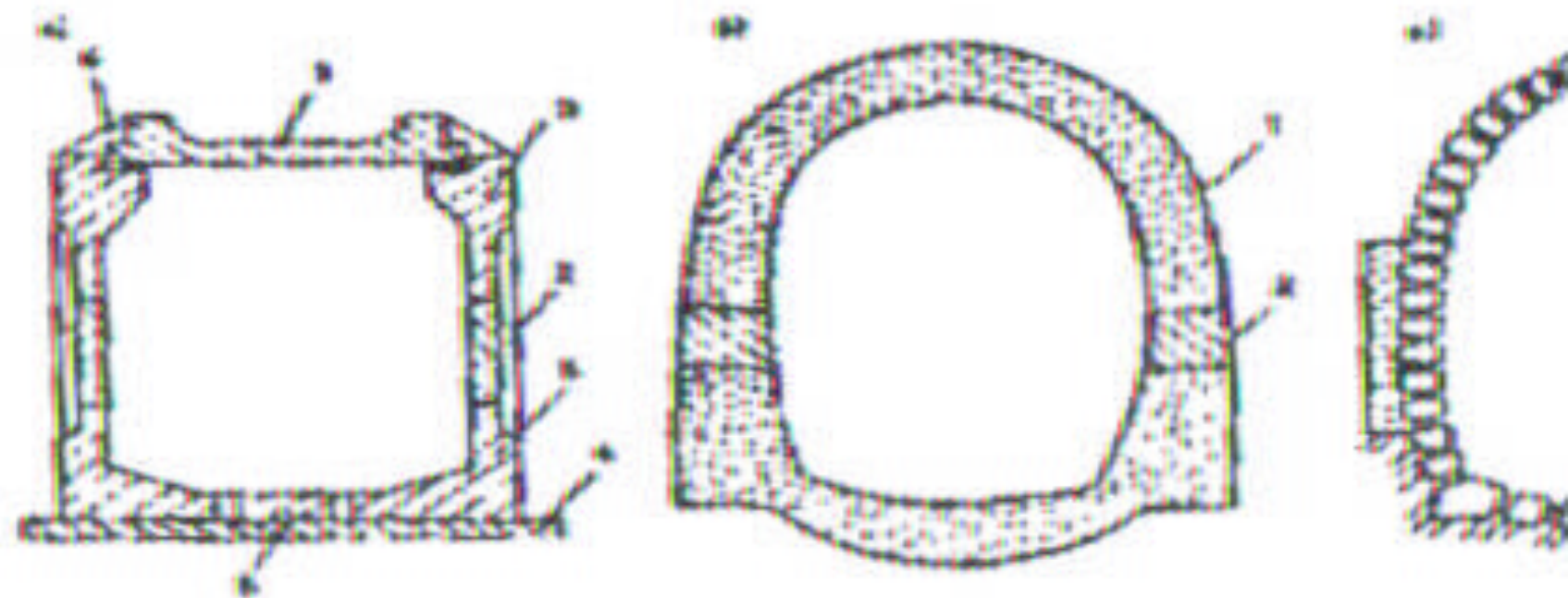
*1* - шахтный колодец; *2* - гидродомкраты; *3* - утяжеленный блок; *4* - дренаж; *5* - буровой маслоотстойник; *8* - насос для откачки шлама из колодца; *9* - насос подачи воды д

# Галерейные дренажи

В некоторых случаях, например, при высокой плотности застройки территории, насыщенности ее подземными коммуникациями в условиях значительной мощности слабопроницаемых обводненных пород, залегающих на водоупоре, целесообразно устройство горизонтального дренажа в виде проходной, водосборной галереи, устраиваемой методом подземной проходки на глубинах 10 м и более.

Высота проходных галерей принимается в пределах 1,6 - 1,8 м.

В связи со сложностью устройства фильтрующих обсыпок при проходке дренажных галерей целесообразно вместо таких обсыпок включать в несущую оболочку галереи вставки из искусственных пористых фильтрующих материалов, например пористого бетона, пористого полимербетона и др.



**Рис. 45. Конструкция проходных дренажных галерей**

*a* - из железобетонных плит

*1, 3, 5* - плиты; *2* - вставка из пористого фильтрующего материала; *4* - бетонный раствор

*b* - из монолитного бетона

*1* - оболочка галереи; *2* - вставка из пористого фильтрующего материала

*в* - из бетонных камней

*1* - бетонный блок; *2* - заделка швов; *3* - незаделанные (водоприемные) швы; *4* - песок

# **Вертикальные дренажи**

Вертикальный дренаж представляет собой ряд или группу вертикальных скважин, предназначенных для отбора подземных вод и снижения их уровня, и применяется в тех случаях, когда устройство горизонтального дренажа является экономически нецелесообразным, или представляется затруднительным либо даже невозможным вследствие высокой плотности застройки подтапливаемой территории и насыщенности ее инженерными коммуникациями.

В отдельных случаях необходимое снижение уровней грунтовых вод может быть обеспечено устройством одиночной скважины.

По геолого-гидрогеологическим условиям вертикальный дренаж целесообразно применять:

- в обводненных грунтах достаточно высокой проницаемости (с коэффициентом фильтрации более 5 м/сут), мощности обводненных пород, превышающей несколько метров, и глубине залегания водоупора свыше 8 - 10 м;
- при двухслойном строении обводненной толщи пород, когда верхний слой сложен слабопроницаемыми глинистыми породами мощностью несколько метров, а нижний - хорошо проницаемыми породами;
- при многослойном строении обводненной толщи пород значительной (более 10 м) мощности.

Применение вертикального дренажа может оказаться целесообразным и при необходимости снижения уровня грунтовых вод в пределах отдельных их куполов, сформировавшихся в толще слабопроницаемых пород (с коэффициентом фильтрации порядка 1 м/сут) большой мощности (в несколько десятков метров).

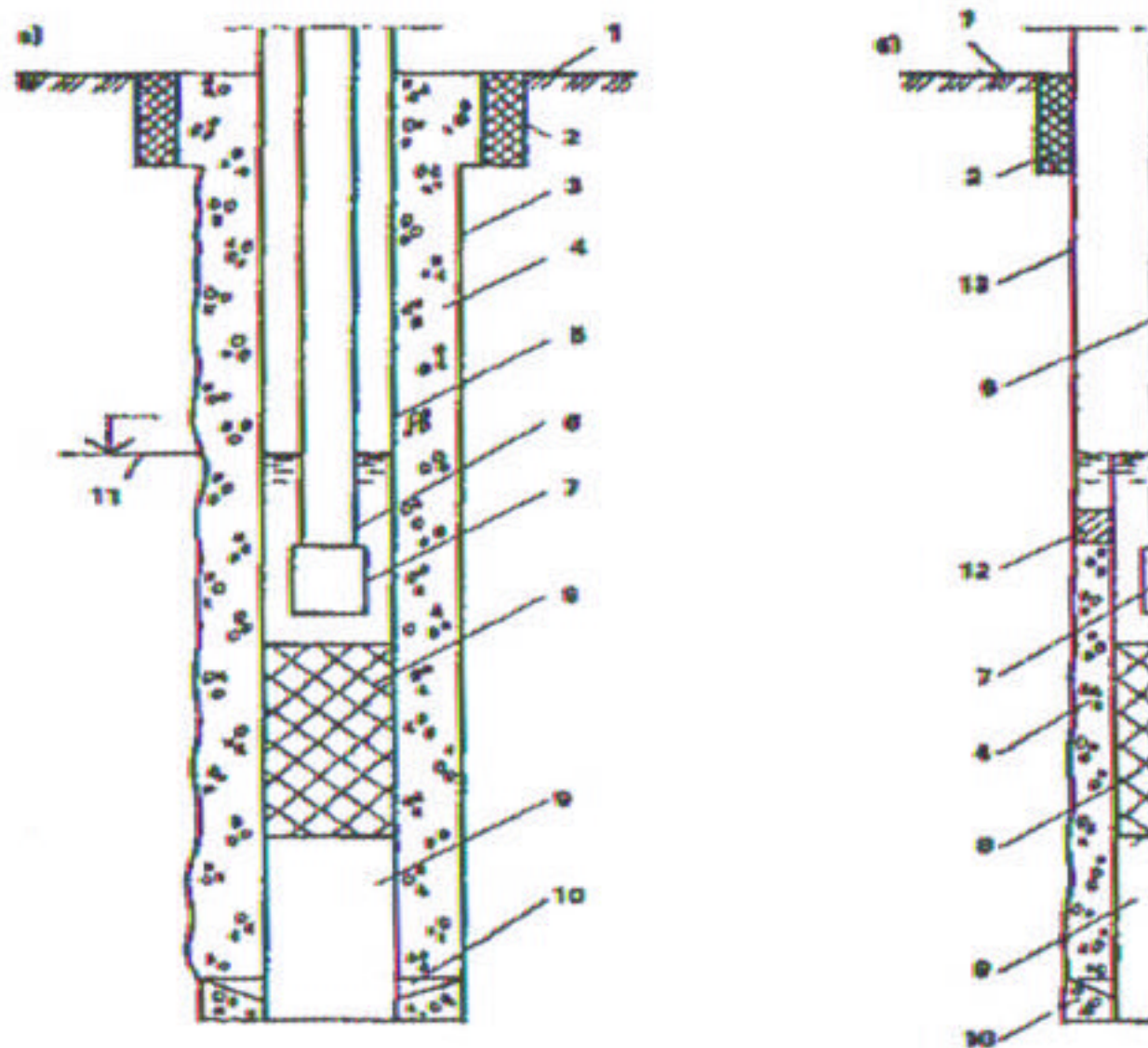
Основными конструктивными элементами водопонижительной скважины вертикального дренажа являются:

- ствол, обычно закрепленный обсадными трубами;
- фильтр с надфильтровой трубой;
- водоподъемное оборудование.

Обсадные трубы выполняют функции крепления стенок скважины, обеспечивая их устойчивость как в период проходки скважины, так и в период ее эксплуатации. В большинстве случаев после устройства дренажной скважины и оборудования ее фильтровой колонной и фильтром обсадные трубы извлекаются полностью или частично.

Конструкцию с устройством песчано-гравийной засыпки в пространстве между стенкой скважины и фильтровой колонной на всю длину целесообразно применять в дренажных скважинах сравнительно небольшой глубины, а также в условиях дренирования слоистой толщи пород.



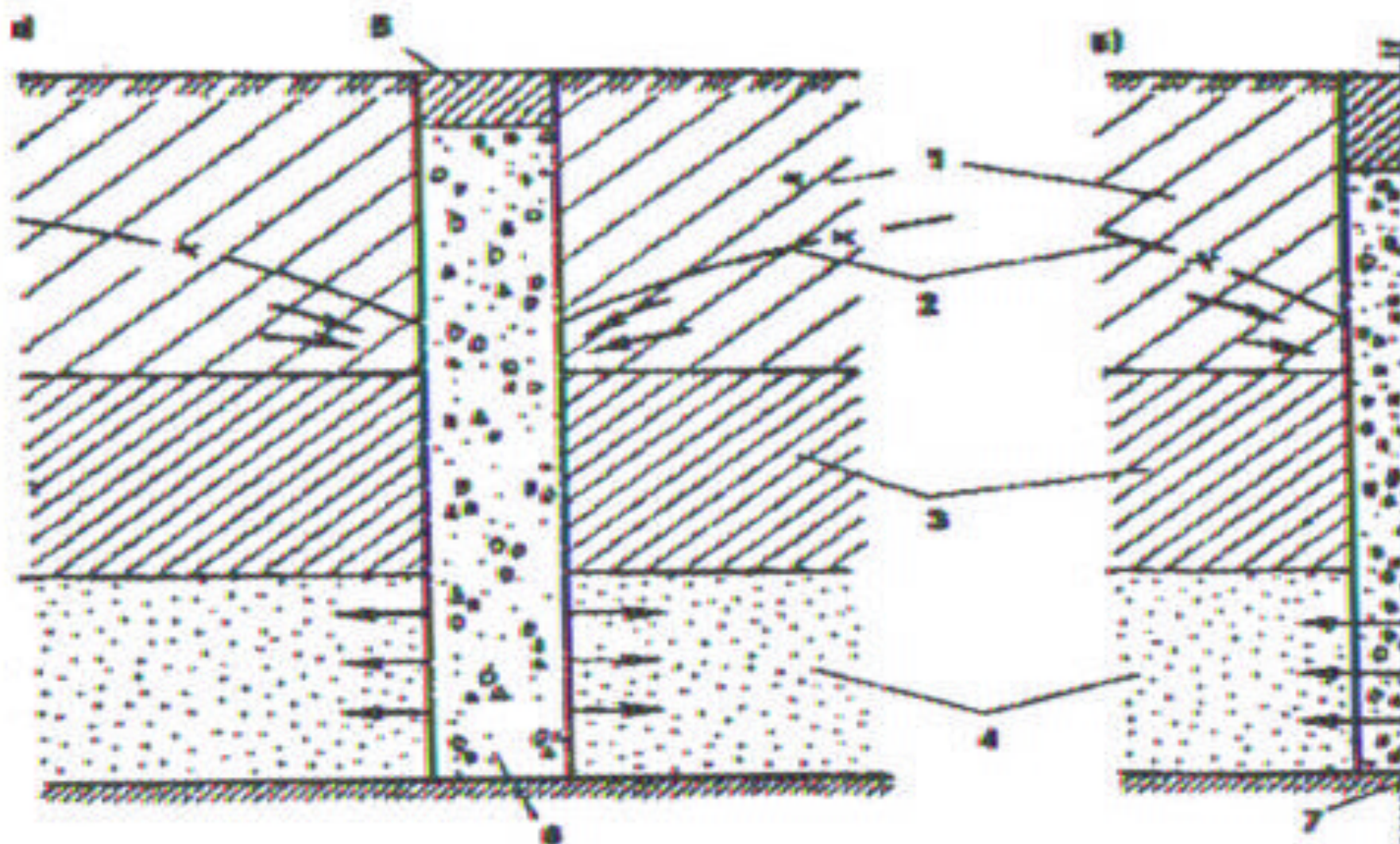


**Рис. 46. Схемы конструкций скважин вертикального дренажа**

*a* - без крепления обсадными трубами, *б* - с частичным креплением обсадными тру  
 1 - цементный замок; 2 - кондуктор; 3 - ствол скважины; 4 - песчано-гравийная колонна; 5 - водоподъемная колонна; 6 - насос; 7 - фильтр; 8 - фильтр (центрирующий) фонарь; 9 - отстой (центрирующий) фонарь; 11 - динамический уровень воды в скважине; 12 - сальниковая обсадная труба

Вертикальные поглощающие дренажные скважины устраиваются в тех случаях, когда нет опасности загрязнения подземных вод нижележащего (поглощающего) водоносного горизонта.

В конструктивном отношении поглощающие скважины представляют собой буровые полости со сплошным заполнением их песчано-гравийной смесью или оборудуются фильтровой колонной с фильтрами, расположенными в пределах дренируемого и водопоглощающего слоев. Вокруг фильтровой колонны выполняется обсыпка песчано-гравийным материалом.



**Рис. 47. Схемы конструкций вертикальных поглощающих дрена**

*a* - со сплошным заволнением ствола скважины фильтрующим материалом; *б* - с ф  
 1 - осушаемый слой; 2 - уровень грунтовых вод; 3 - слабопроницаемый слой; 4  
 глиняный замок; 5 - песчано-гравийная засыпка; 6 - фильтр; 7 - фильтровая ко  
 крышка

Скважины вертикального дренажа оборудуются фильтрами, конструкции которых могут быть различными.

Основными элементами фильтра являются каркас и водоприемная поверхность.

Применяются каркасы стержневые, трубчатые, с круглой или щелевой перфорацией, а также каркасы из штампованного листа.

Водоприемная поверхность выполняется в виде проволочной обмотки, штампованного листа, металлических и неметаллических сеток, трубофильтров из различных искусственных пористых материалов, а также песчано-гравийной засыпки.

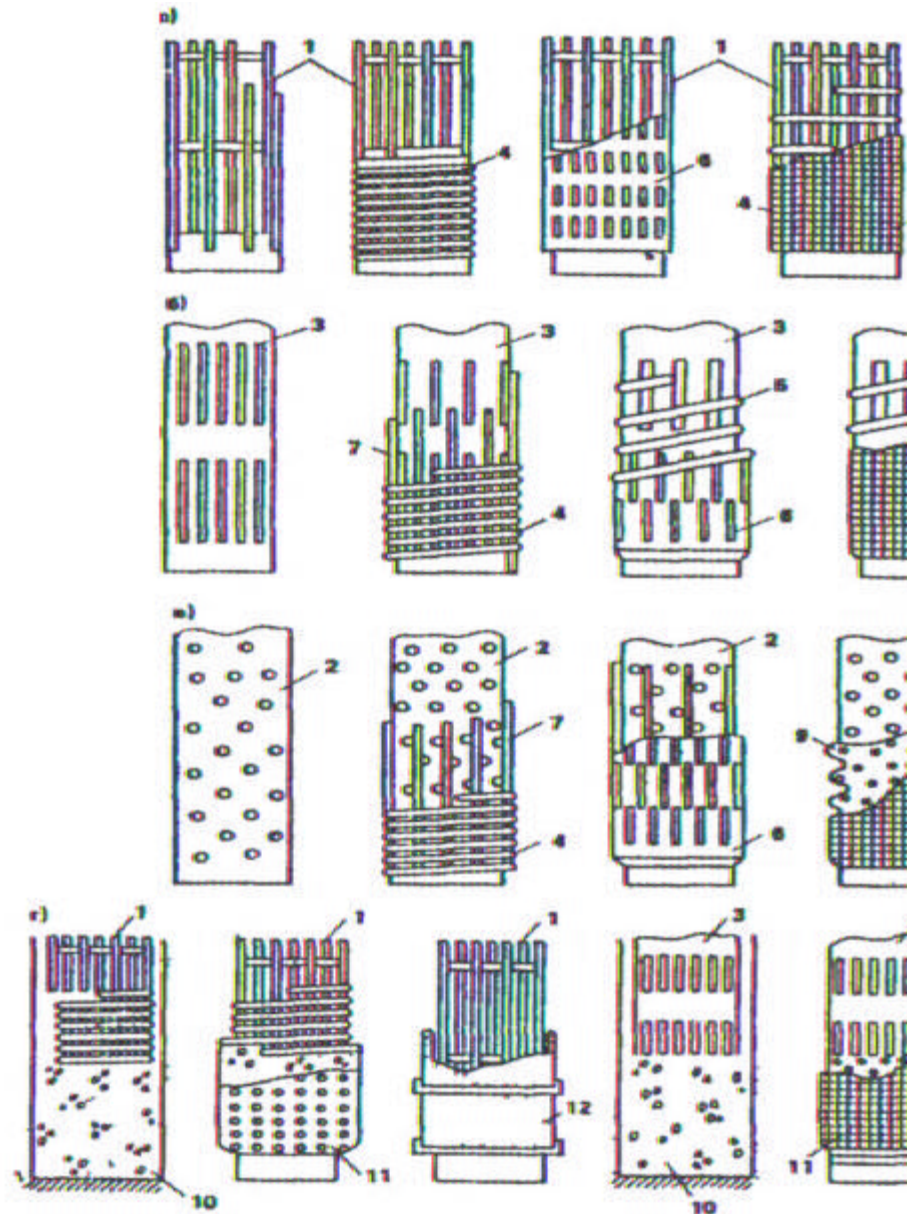
Наиболее распространенным и эффективным типом фильтров являются песчано-гравийные фильтры, которые подразделяются на засыпные, кожуховые и блочные фильтры.

В качестве конструкционных материалов для изготовления трубчатых каркасов фильтров применяются трубы горячекатаные, электросварные, трубы полиэтиленовые или поливинилхлоридные, трубы асбестоцементные.

Для изготовления стержневых каркасов применяется сталь прутковая марок Ст3, Ст5, Ст7 диаметрами 12, 14, 16 мм, а также соединительные патрубки и опорные кольца из горячекатаных труб.

Проволочные обмотки каркасов выполняются из стальной нержавеющей проволоки диаметром 2-4 мм. Штампованные элементы водоприемных поверхностей изготавливаются из листовой нержавеющей стали толщиной 0,8 - 1 мм.

Сетчатые элементы водоприемных поверхностей выполняются из синтетических сеток, сеток из нержавеющей стали или латуни различного плетения.

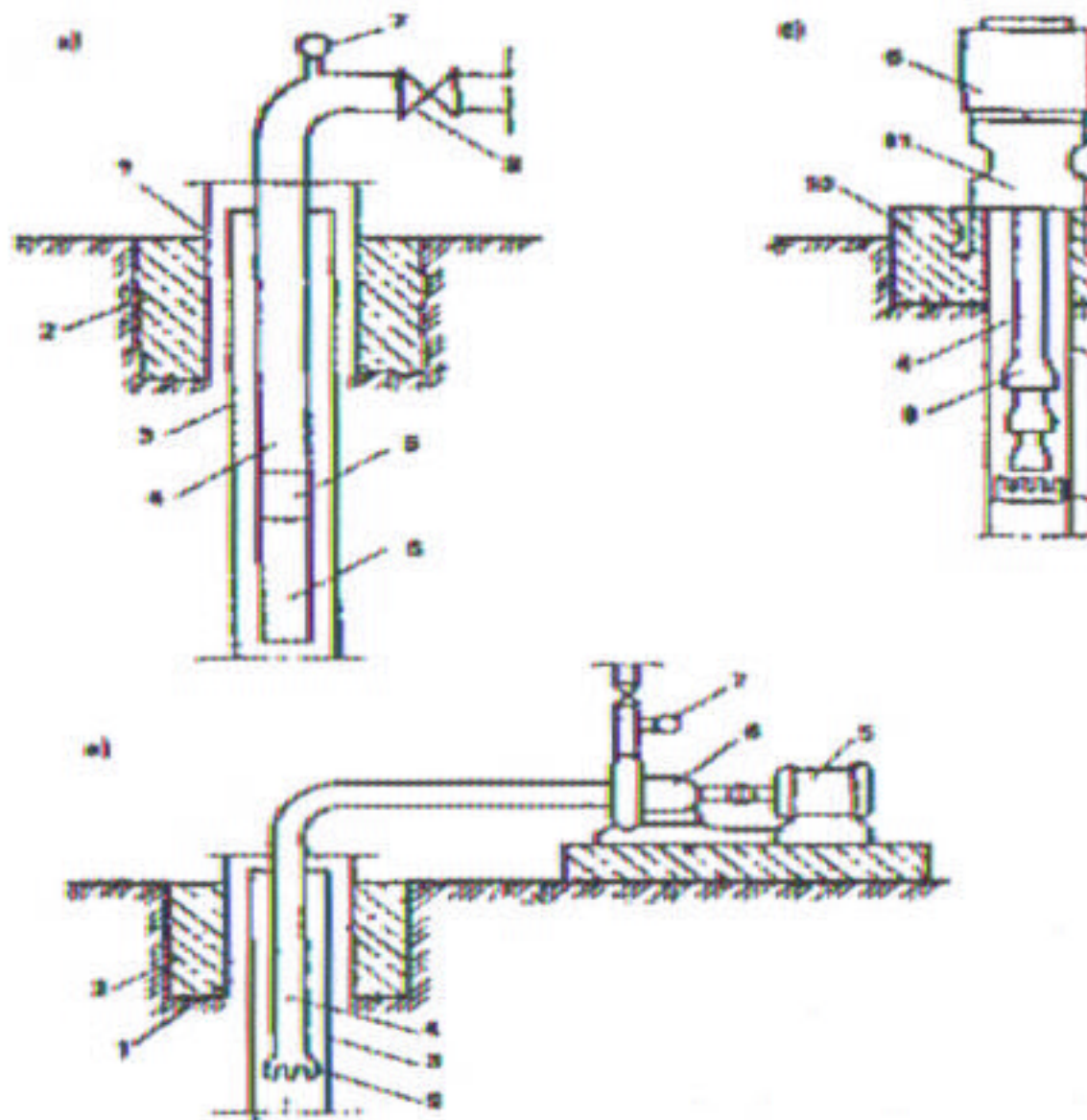


**Рис. 48. Конструктивные типы фильтров скважин вертикальные:**

*a* - на основе стержневых каркасов; *б* - на основе трубчатых каркасов со целевой и трубчатых каркасов с круглой перфорацией; *в* - гравийные фильтры  
 1 - стержневой каркас на опорных кольцах; 2 - трубчатый каркас с круглой и трубчатый каркас; 4 - проволоочная обмотка из нержавеющей стали; 5 - опорная штампованный лист из нержавеющей стали; 7 - опорные проволоочные стержни на штампованный лист; 8 - сетка из нержавеющей стали или латуни; 9 - сетка подкладочная обмотка; 11 - гравийная обмотка в кожухе; 12 - гравийный блок

Отбор воды из скважин вертикального дренажа осуществляется различными типами водоподъемных устройств в зависимости от глубины динамического уровня воды в скважине, ее диаметра, водообильности дренируемого водоносного пласта и др. При этом применяются насосы с погружными электродвигателями, насосы с трансмиссионным приводом, горизонтальные центробежные насосы, а также вакуумные или эрлифтные водоподъемные устройства.

Насосами обычно оборудуются одиночные дренажные скважины. При наличии ряда сравнительно близко расположенных дренажных скважин целесообразно устройство эрлифтных или вакуумных систем, которые позволяют отказаться от установки насосов в каждой отдельной скважине.



**Рис. 49. Схемы оборудования дренажных скважин насосами**

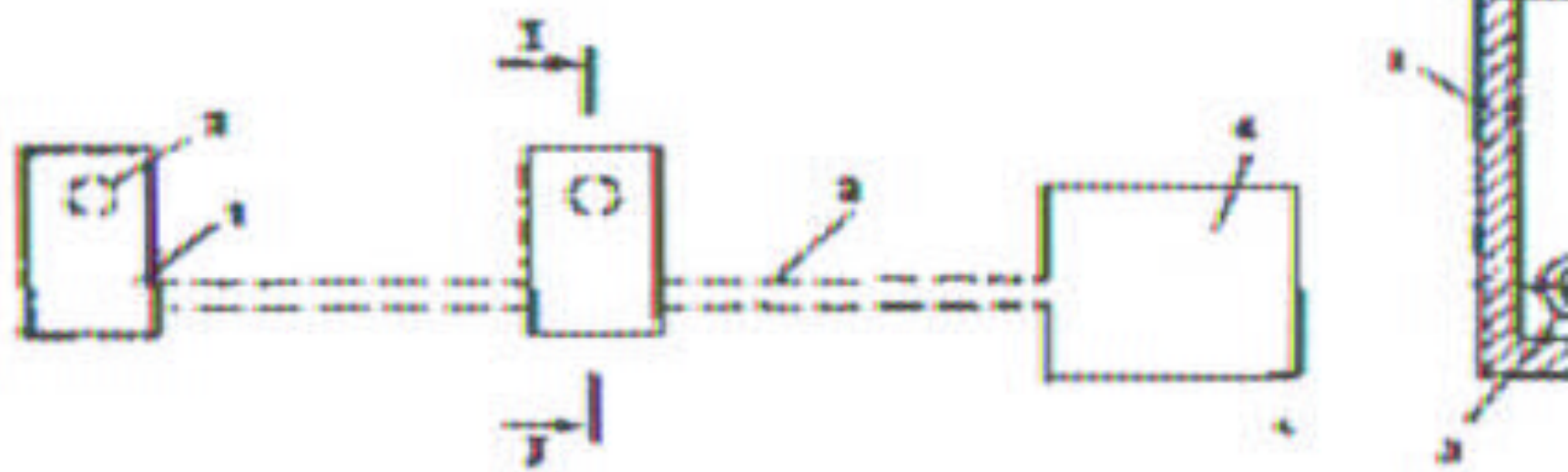
*а* - насосная установка с погружным электродвигателем; *б* - насосная установка с 1 - оборудование скважины горизонтальным центробежным насосом

1 - кондуктор; 2 - цементная заливка; 3 - фильтровая колонна; 4 - водопровод; 5 - электродвигатель; 6 - насос; 7 - манометр; 8 - задвижка; 9 - приемный клапан; 10 - опорный блок

В отдельных случаях необходимое снижение уровня подземных вод на подтапливаемой территории может быть осуществлено самоизливающимися дренажными скважинами. Отвод воды из группы или ряда таких скважин целесообразно осуществлять посредством устройства глухого коллектора, в который поступает вода из каждой самоизливающейся скважины, а затем отводится в сборный водоприемник, откуда откачивается насосами.

При этом над устьем каждой скважины устраивается смотровой колодец.

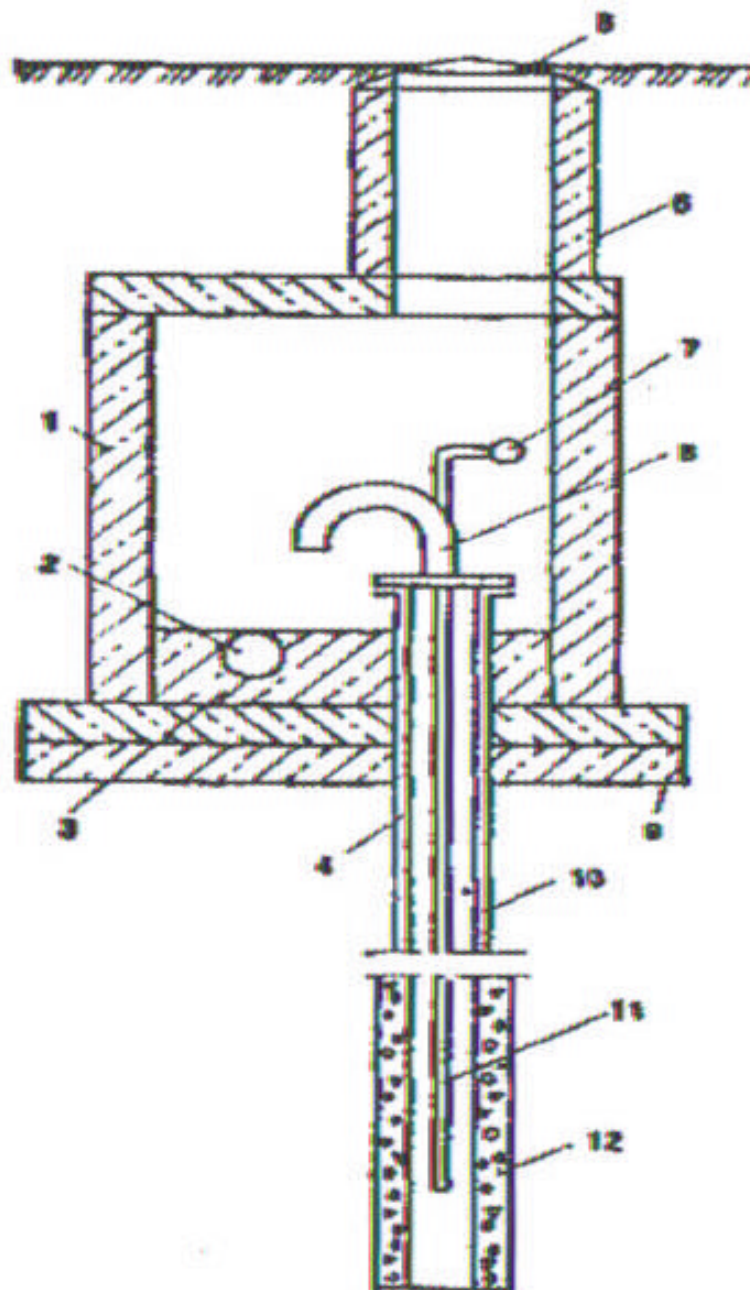




**Рис. 50. Схема отвода воды из самоизливающих скважин глухой коллектор.**  
 1 - смотровой колодец; 2 - самоизливающаяся скважина; 3 - глухой коллектор; 4 - кран.

В эрлифтных системах отбора и отвода дренажных вод эрлифтное оборудование устанавливается в каждой скважине, а сами скважины подсоединяются к общей воздухоподающей линии и линии водоотвода.

Подача воздуха в магистральный воздушный трубопровод осуществляется от центральной компрессорной станции. Каждая дренажная скважина оборудуется специальным регулятором подачи воздуха, позволяющим поддерживать заданный отбор воды.

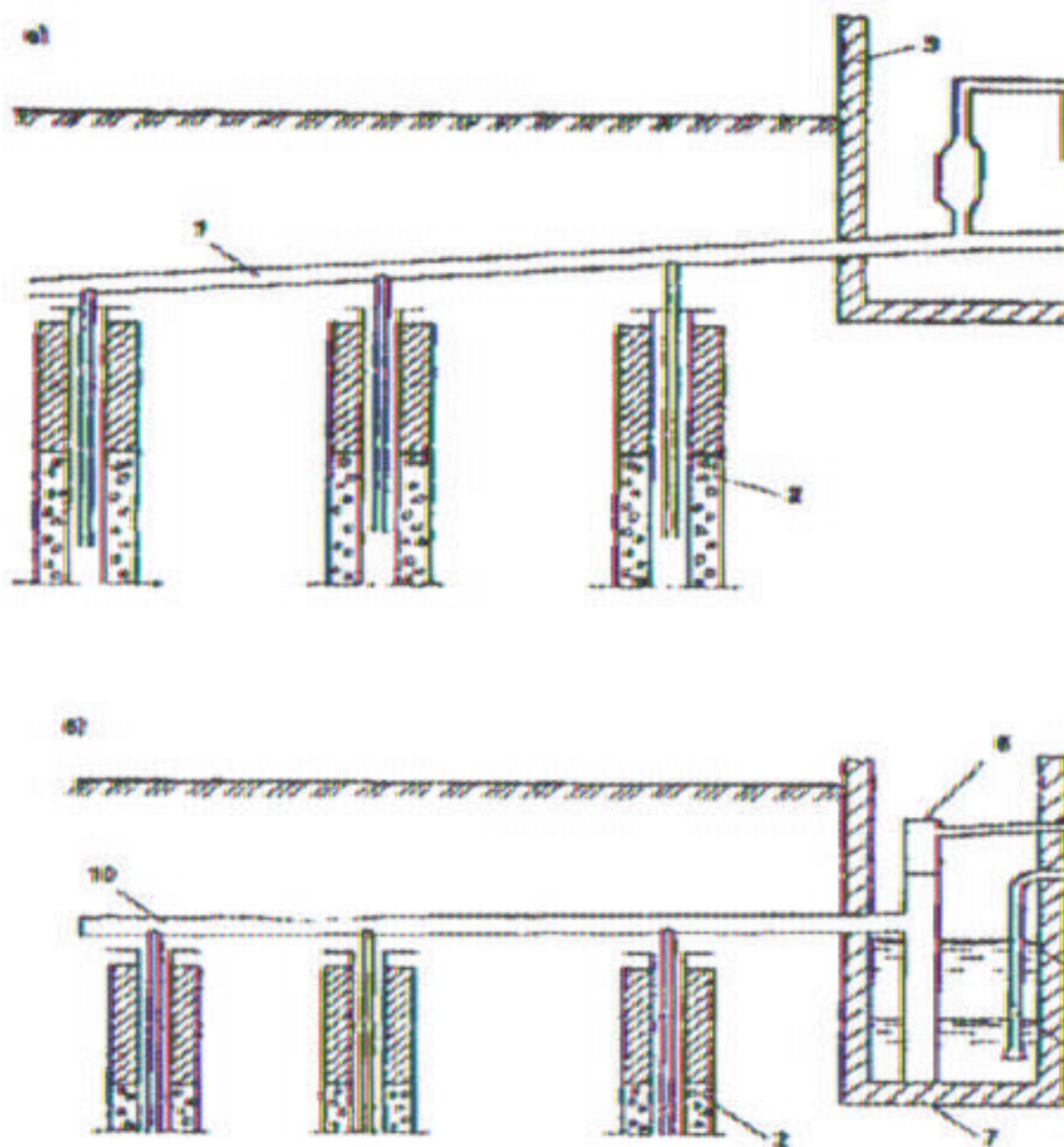


**Рис. 51. Конструктивная схема дренажной скважины с эрлифтной**

*1 - смотровой колодец; 2 - водоотводящий коллектор; 3 - поток; 4 - обсада горловина смотрового колодца; 7 - магистральный воздухопровод; 8 - выпускная подготовка; 10 - надфильтровая (водоподъемная) труба; 11 - воздушная труба; 12 -*

Вакуумные системы отвода дренажных вод целесообразно устраивать при залегании грунтовых вод, не превышающем 5 - 6 м, от динамического уровня воды до оси водоотводящего коллектора.

Вакуумный отбор дренажных вод выполняют в виде всасывающего трубопровода, непосредственно присоединенного к насосу или в виде сифонного водоотвода.



**Рис. 52. Схема вертикального дренажа с вакуумным водоподъемом**

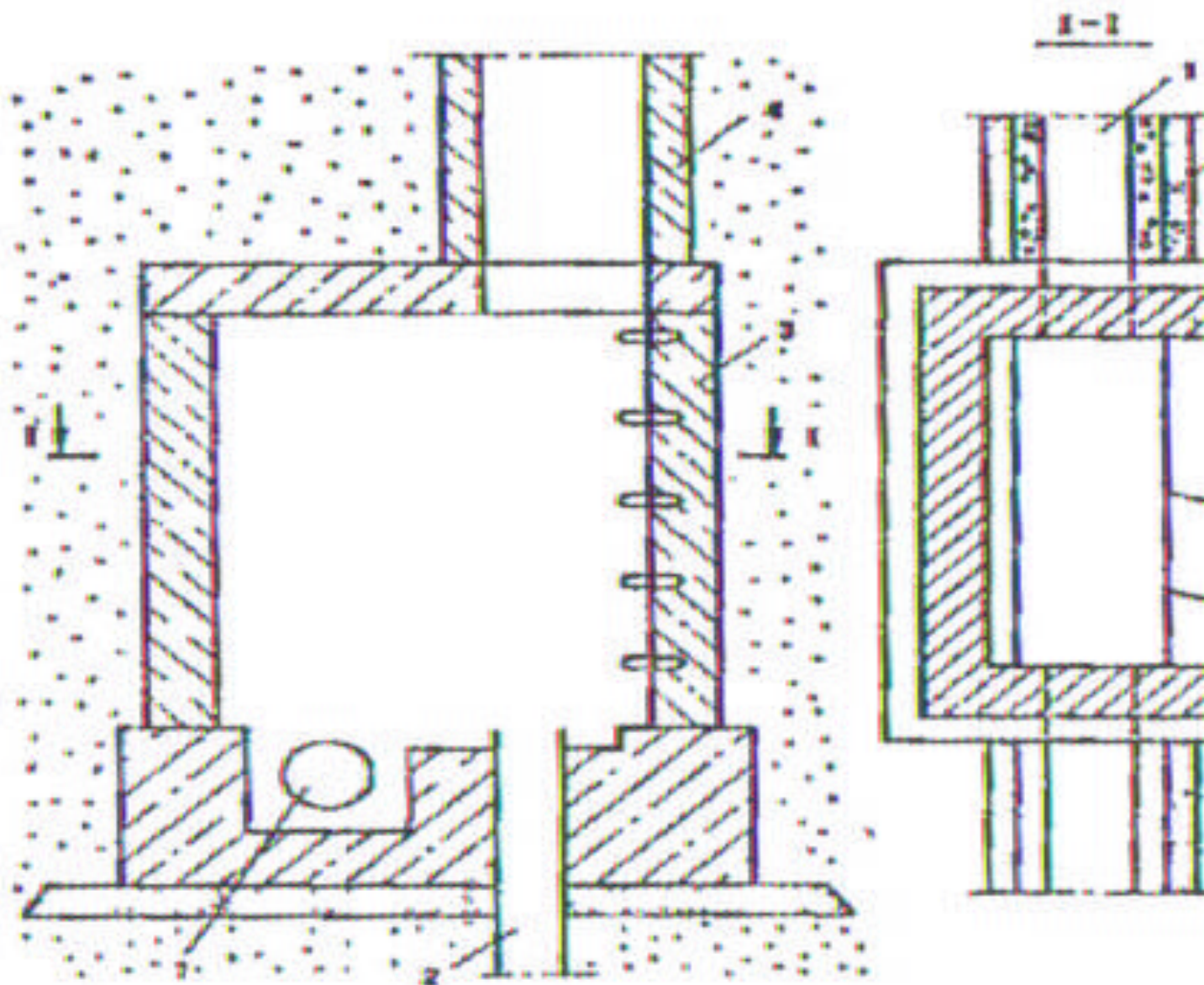
*a* - с всасывающим трубопроводом; *б* - с сифоном

*1* - всасывающий трубопровод; *2* - дренажная скважина; *3* - контур насосной станции - к водяному насосу; *6* - вакуум-котел; *7* - водосборник; *8, 9* - максимальный и минимальный водосборники; *10* - сифонный трубопровод

# **КОМБИНИРОВАННЫЕ ДРЕНАЖИ**

В отдельных случаях, а именно при наличии в основании верхней слабопроницаемой толщи пород хорошо проницаемого слоя, могут устраиваться комбинированные дренажи, представляющие собой сочетание горизонтальной дрены с рядом вертикальных самоизливающихся скважин. При этом горизонтальная дрена укладывается на глубине обычно не превышающей 6 - 8 м.

В условиях, затрудняющих или исключаящих открытую проходку траншеи для укладки горизонтальной дрены, могут устраиваться проходные галерейные дренажи, совмещенные с вертикальными дренажными скважинами. Скважины комбинированного дренажа могут располагаться и вне смотрового колодца, объединяющего горизонтальную и вертикальную дренажи. В этом случае устье скважины соединяется с горизонтальной дренажной патрубком, а над скважиной устраивается отдельный смотровой колодец.



**Рис. 53. Конструктивная схема комбинированного дренажа**

*1* - горизонтальная дрена; *2* - вертикальная самоупливающаяся скважина; *3* - горловина колодца; *5* - фильтрующая обсыпка; *6* - цементный лоток