

БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

КАФЕДРА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Н.В.Каничева

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по изучению дисциплины и выполнению расчетной работы

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

для студентов очной и заочной формы обучения

по направлению: природообустройство

профиль: инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и водоотведения;

мелиорация, рекультивация и охрана земель;

экспертиза и управление земельными ресурсами

по направлению: землеустройство и кадастры

профиль: геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров

Брянск 2013

УДК 644.6:628.175(07)
ББК 38.761.1
К19

Каничева Н.В.

Методическое пособие по изучению дисциплины и выполнению расчетной работы Сельскохозяйственное водоснабжение. Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2013. - 80 с.

Рецензент:

Методическое пособие по изучению по дисциплины «Сельскохозяйственное водоснабжение». Для студентов очной и заочной формы обучения по направлению: природообустройство
профиль: инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и водоотведения; мелиорация, рекультивация и охрана земель; экспертиза и управление земельными ресурсами;
по направлению: землеустройство и кадастры
профиль: геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров
Н.В.Каничева – Брянск: БГСХА, 2013. – с.

@ Брянская ГСХА,2013
@ Каничева Н.В,2013

Содержание

Введение

1. Системы и схемы водоснабжения
2. Сооружения для забора подземных вод
3. Бурение скважин на воду
4. Водопотребление
5. Транспортирование и распределение воды
6. Запасные и регулирующие сооружения
7. Сооружения для забора воды из поверхностных источников
8. Улучшение качества воды
9. Специальные вопросы водоснабжения
10. Методические указания для расчета бесфильтровой скважины по методике В.С. Оводова
11. Охрана природных источников воды
 - 11.1 Мероприятия по охране природных вод от загрязнения их сточными водами
 - 11.2 Зоны санитарной охраны
12. Методические указания для выполнения расчетной работы
 - 12.1 Состав водозаборных сооружений и их общая компоновка
 - 12.2 Рекомендуются конструкции скважин на воду
 - 12.3 Фильтры для скважин на воду
 - 12.4 Гидрогеологические расчеты водозаборных скважин
 - 12.5 Насосно-силовое оборудование
 - 12.6 Механизмы, оборудование, применяемые на строительстве систем сельскохозяйственного водоснабжения
13. Задание к расчетной работе «Проектирование водозабора из подземного источника»

Приложение

Литература

Введение

Методическое пособие по изучению дисциплины и выполнению заданий составлены в соответствии с учебным планом и программой курса «Сельскохозяйственное водоснабжение» по направлению: природообустройство профиль: инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и водоотведения; мелиорация, рекультивация и охрана земель; экспертиза и управление земельными ресурсами; по направлению: землеустройство и кадастры профиль: геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров.

Данное методическое пособие основывается на знании студентом специальных инженерных дисциплин, таких как гидравлика, насосы и насосные станции и др., с рассмотрением вопросов, связанных с особенностями проектирования водозабора из подземного источника.

Для изучения дисциплины и выполнения расчетных и курсовых работ рекомендуется основная и дополнительная литература.

При работе с учебниками и учебными пособиями желательно вести конспекты, в которых записывать основные положения, формулы, составлять расчетные схемы и схемы отдельных сооружений. Изучение дисциплины следует подвергать систематическому самоконтролю, отвечая на поставленные в методическом пособии в конце разделов вопросы.

Расчетные, курсовые и контрольные работы выполняются в виде пояснительной записки, расчетных схем и чертежей. Номер задания для выполнения студентом работ принимают по последней цифре шифра, номер плана и геолого-технического разреза скважины – по предпоследней.

Расчетно-пояснительную записку рекомендуется выполнять на листах формата А4, шрифтом Times New Roman 14, полуторным интервалом. Графики, расчетные схемы и чертежи выполняются на миллиметровке. Исходные данные приводятся в приложениях к заданиям.

Целью предлагаемого методического пособия является оказание студентам методической помощи при проектировании и расчете систем водоснабжения, их элементов и технико – экономического обоснования проектных решений.

1. СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Приступая к изучению дисциплины, студент должен уяснить, что понимать под термином «Сельскохозяйственное водоснабжение», его особенности и задачи; знать историю развития сельскохозяйственного водоснабжения, состояние на современном этапе, а также его социальное и экономическое значение в сельском хозяйстве.

Студент должен изучить системы и схемы водоснабжения, по каким признакам они классифицируются, какие предпосылки лежат в основе выбора экономически наивыгоднейшей системы.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое сельскохозяйственное водоснабжение, его особенности, задачи?
2. Каково современное состояние и перспективы развития сельскохозяйственного водоснабжения?
3. Какое значение имеет сельскохозяйственное водоснабжение для интенсификации сельскохозяйственного производства?
4. Значение науки в развитии сельскохозяйственного водоснабжения?
5. Какие вы знаете системы водоснабжения и по каким признакам они классифицируются?
6. Состав водопроводных сооружений в зависимости от источника водоснабжения и качества воды в нем.
7. Основные схемы водоснабжения.
8. Выбор экономически наивыгоднейшей системы водоснабжения.

2. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Подземные воды широко используются в сельскохозяйственном водоснабжении. При изучении добывания воды из подземных источников необходимо обратить внимание на запасы подземных вод, условия добывания которых зависят от условий залегания. Выбор сооружений для забора подземных вод основывается на технико-экономическом сопоставлении различных вариантов. В первую очередь подлежат использованию напорные артезианские воды, надежно защищенные от внешнего загрязнения. При их отсутствии или экономической нецелесообразности использования следует переходить к использованию других подземных вод в следующем порядке: межпластовые безнапорные воды, ключи и родники, грунтовые воды.

Основная задача – научиться правильно выбирать тип сооружений для добывания подземных вод, определять дебит подземного водозабора, приток воды к колодцам в напорном и безнапорном водоносном пласте, знать

основы расчета взаимодействующих скважин и сборных водоводов, знать конструкции водозаборов, типы фильтров, условия их применения.

Нужно знать, какие методы используются для сохранения запасов подземных вод и в чем заключаются особенности добывания подземных вод в районах Крайнего севера и вблизи водоемов.

Вопросы для самопроверки

1. Использование подземных вод как источника в сельскохозяйственном водоснабжении.
2. Определение запасов подземных вод.
3. Как выражается скорость фильтрации в зависимости от режима движения подземных вод?
4. Основные типы сооружений для добывания подземных вод и условия их применения.
5. Вертикальные водозаборы и их характеристика.
6. Как определить приток воды к колодцам в безнапорном и напорном водоносном пласте?
7. Влияние размеров и конструкции колодцев на дебит.
8. Несовершенные колодцы и приток воды к ним.
9. Проведение опытных откачек и определение по ним дебита.
10. Водозабор группой колодцев.
11. Основы расчета взаимодействующих скважин и сборных водоводов.
12. Водозаборные скважины, их схемы, условия применения.
13. Какие основные требования предъявляют к водоприемной части водозаборной скважины?
14. Устройство и условия применения дырчатых, щелевых, сетчатых, проволочных, гравийных и гравитационных фильтров. Определение их диаметра.
15. Как определяют диаметр эксплуатационной колонны труб?
16. Бесфильтровые скважины, условия их применения.
17. Самоизливающие скважины.
18. Схемы, конструкции и условия применения шахтных колодцев.
19. Что такое комбинированные колодцы?
20. Схема и условия применения лучевого водозабора.
21. Схемы и конструкции горизонтальных водозаборов.
22. Конструкции водоприемной части горизонтальных водозаборов и сборной камеры. Оборудование ее трубами.
23. Приток воды к горизонтальным водозаборам и основы их расчетов.
24. Типы коптяжных сооружений при захвате восходящих и нисходящих родников.
25. Какие меры применяются для сохранения запасов подземных вод?

3. БУРЕНИЕ СКВАЖИН НА ВОДУ

Изучая этот раздел, вначале необходимо ознакомиться со значением буровых работ в народном хозяйстве; затем разобрать классификацию буровых работ, какие инструменты и станки применяются при различных

видах буровых работ, условия производства работ в зависимости от способа бурения, как отбирают образцы пород и ведут буровой журнал.

Необходимо иметь ясное представление о выборе способов бурения скважины в зависимости от конкретных условий. Гидрогеологические условия, и назначение скважины определяют ее глубину, начальный и конечный диаметр и тип фильтра.

Особое внимание необходимо уделить: специальным работам при бурении скважин (причинам, вызывающим искривление скважин и способы их исправления, предупреждению и ликвидации аварий, назначению и способам тампонирувания скважин глиной, цементным раствором и при помощи сальников, способам вырезывания труб и каротажным работам); назначению и конструкции фильтров, их установке в скважине.

Затем необходимо изучить правила техники безопасности, обеспечивающие безаварийную работу при строительстве и исключаящие несчастные случаи в процессе производства буровых работ.

Для улучшения усвоения материала студенту рекомендуется ознакомиться с буровыми работами проводимыми по месту жительства строительными-монтажными организациями.

Вопросы для самопроверки

1. Каково значение буровых работ в народном хозяйстве?
2. Какие элементы буровой скважины Вы знаете?
3. Из каких рабочих операций состоит бурение скважины?
4. Виды бурения и их назначение.
5. Механическое ударное бурение, его преимущества и недостатки по сравнению с другими способами бурения.
6. Инструмент применяемый при ударно-канатном способе бурения.
7. Состав бурового снаряда при ударном бурении.
8. Схема бурового станка для ударно-канатного способа бурения. Возможные глубины и диаметры скважин.
9. Технология бурения скважин на воду ударно-канатным способом.
10. Как производят обсадку скважин при ударно-канатном бурении?
11. Особенности проходки и освоения водоносных пластов.
12. Виды механического вращательного бурения и их сравнительная оценка.
13. Роторное бурение, область применения и его недостатки при бурении на воду.
14. Состав бурового снаряда при роторном бурении.
15. Инструмент и оборудование при роторном бурении. Возможные глубины и диаметры скважин.
16. Какие существуют способы промывки скважин и их назначение?
17. Промывочные жидкости, требования к ним и их приготовление.
18. Как осуществляется контроль за промывочными жидкостями в процессе бурения?
19. Технология роторного бурения скважин на воду.
20. Как производят обсадку скважин трубами при роторном способе бурения?

21. Особенности проходки водоносных пластов при роторном способе бурения, разглинизация и освоение водоносных пластов.
22. Конструкция фильтров и оборудование скважин фильтрами и водоподъемниками.
23. Назначение пробных откачек.
24. В каких условиях и для проходки каких пород применяют шнековое бурение?
25. Назначение колонкового бурения и состав бурового снаряда при колонковом бурении.
26. Вибрационное бурение и условия его применения.
27. Гидродинамическое бурение и условия его применения.
28. Копатели шахтных колодцев и условия их применения.
29. Какие существуют способы определения искривления скважин и способы исправления искривлений скважин?
30. Мероприятия, предупреждающие аварии при бурении. Способы ликвидации аварий и применяемый инструмент.
31. Назначение и способы производства затрубной и подбашмачковой цементации скважины.
32. Для чего, чем и какими способами производят вырезку обсадных труб?
33. Для чего и как производят перфорацию обсадных труб в скважине?
34. Назначение и способы тампонажа скважин.
35. Как производят ликвидацию скважин?
36. Как ведут геолого-гидрогеологические наблюдения при бурении скважин? Назначение каротажных работ.
37. На основе каких соображений производится выбор способа бурения скважины?
38. Из каких условий назначается глубина, начальный и конечный диаметр скважины?
39. Как составляют проектный геологический и технический разрезы скважины?
40. Какие требования предъявляют к конструктивным элементам скважины?
41. Состав буровой бригады, смены. Их права и обязанности.
42. Как производится ознакомление вновь поступающих в буровую бригаду рабочих с правилами техники безопасности?
43. Обязанности руководителя работ перед началом производства бурения.
44. Какие условия необходимо создать для работы бригады в ночное время?
45. При каких погодных условиях запрещают передвижение станков, сооружение вышек и производство бурения на открытом воздухе?

4. ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ

При проектировании систем водоснабжения, прежде всего определяется, сколько воды требуется подать данному объекту. Для этого необходимо учесть всех потребителей воды и расчетное число потребителей. Изучение вопросов водопотребления необходимо увязать с действующими нормативами. Нормы водопотребления на хозяйственные и производственные нужды и коэффициенты суточной неравномерности, их выбор для различных категорий потребителей. Определение суточных расходов воды. Годовое водопотребление.

Режим потребления воды в течение суток в населенном пункте. Суточные графики водопотребления в жилом и животноводческом секторах, на других сельскохозяйственных производственных объектах. Коэффициенты часовой неравномерности. Определение расчетных расходов воды сооружений, входящих в систему водоснабжения.

Особое внимание надо обратить на функциональную связь между водопроводными сооружениями.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое норма водопотребления и от чего она зависит?
2. Как определяется среднее и максимальное суточное водопотребление?
3. Что такое коэффициенты суточной неравномерности, как он определяется?
4. Как определяется годовое водопотребление? Как учитывается изменение состава потребителей воды? График годового водопотребления.
5. Режим потребления воды в течение суток в населенных пунктах, отдельных домах и производственных зданиях, животноводческих фермах.
6. Что такое коэффициент часовой неравномерности, как он определяется?
7. Определение часовых расходов.
8. Как определяются расчетные расходы водопроводных сооружений?

5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ

В этом разделе изучаются основные способы транспортирования воды, типы транспортирующих сооружений, принципы их проектирования. Студент должен ознакомиться с различными по материалу видами водопроводных труб и областью их применения. Уметь произвести выбор типа труб, знать их соединения, фасонные части, водопроводную арматуру. Необходимо рассмотреть вопросы укладки водопроводных труб, защиты их от коррозии, знать, как производятся испытания трубопроводов и сдача их в эксплуатацию.

Студент должен знать гидравлический и экономический расчеты трубопроводов, как пользоваться расчетными гидравлическими формулами,

таблицами, графиками. При изучении этого раздела следует обратить внимание на определение наиболее выгодного диаметра трубопроводов.

Студент должен усвоить особенности гидравлического и экономического расчетов самотечных и нагнетательных водоводов, ознакомиться с зонированием водоводов. Необходимо изучить сооружения и устройства на напорных водоводах - станции перекачки, смотровые колодцы, разгрузочные резервуары. Обратить внимание на вопросы обеспечения надежности подачи воды по водоводам.

Важное значение придается проектированию водопроводных сетей, ввиду их большой стоимости в системе водоснабжения. Студенту необходимо знать основные схемы начертания и питания разводящих сетей, их конструкции, размещения на них водопроводной арматуры. Освоить методы технико-экономических расчетов, обратив особое внимание на определение экономических диаметров труб участков водопроводной сети. Студент должен иметь четкое представление о работе сети во время пожара, систем противопожарного водоснабжения низкого и высокого давления, как определяются пожарные расходы и напоры, где размещаются пожарные запасы воды. Особенности расчета сети с контррезервуаром.

Вопросы для самопроверки

1. Какие трубы применяют для водопроводов, их достоинства и недостатки?
2. Область применения различных по материалу типов труб.
3. Какие знаете соединения труб, фасонные части и арматуру?
4. Правила укладки трубопроводов.
5. Как производится испытание трубопроводов и сдача их в эксплуатацию?
6. Нагнетательные и самотечные водоводы, их определение.
7. Как определяются экономические диаметры труб в напорно-нагнетательных и напорно-самотечных водоводах?
8. В каких случаях производится зонирование водоводов?
9. Сооружения и устройства на нагнетательных водоводах.
10. Как обеспечивается надежность подачи воды потребителям по водоводам?
11. Водопроводные разводящие сети, их конструкции, начертание в плане.
12. Как производится трассировка водопроводной сети?
13. Какие преимущества и недостатки кольцевых сетей, тупиковых?
14. Схемы отбора воды из водопроводных сетей.
15. В чем заключается гидравлический расчет водопроводных сетей?
16. Что такое удельные, путевые, узловые расходы?
17. Как определяются расходы на участках кольцевых сетей?
18. Законы Кирхгофа при гидравлическом расчете водопроводных сетей.
19. Подбор диаметров на участках сети.
20. Увязка кольцевой сети.
21. Как определяется расчетный расход сети на пожар?

22. В чем заключается расчет сети на пропуск пожарного расхода?
23. Как определяются свободные напоры в сети при хозяйственной работе и при пожаре?
24. В чем заключается особенность расчета сети с контррезервуаром?
25. Конструирование водопроводных сетей. Какие правила размещения пожарных гидрантов, водозаборных колонок, другой арматуры?

6. ЗАПАСНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ СООРУЖЕНИЯ

Студент должен изучить, какие запасно-регулирующие емкости используются в системах водоснабжения, их назначение и типы. Знать область применения водонапорных башен, подземных резервуаров, их конструкции, оборудование; уметь выбрать местоположение, определить емкости резервуаров, баков и высоту водонапорных башен. Необходимо также ознакомиться с пневматическими напорно-регулирующими установками и условиями их применения.

Студенту следует ознакомиться с основными типами насосов, уяснить, как назначается режим подачи воды, знать, как определяются основные расчетные параметры насосов: расход, напор, мощность, как определяются годовые затраты энергии на подъем воды.

Вопросы для самопроверки

1. Какие знаете типы водонапорных башен?
2. Из каких материалов строятся баки водонапорных башен, и какой формы?
3. Оборудование водонапорных башен трубами, арматурой.
4. Как определяются высота водонапорной башни и объем бака?
5. Конструкция подземных резервуаров, их водопроводное оборудование.
6. Какие объемы хранятся в резервуарах и как они определяются?
7. Как обеспечивается неприкосновенность пожарного запаса?
8. Область применения пневматических напорно-регулирующих установок.
9. Как определяются расчетные расходы и напор насосов?
10. Как определяются годовые затраты энергии на подъем воды?
11. Как определяется стоимость насосных станций и электроэнергии?

7. СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБОРА ВОДЫ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

При изучении этого раздела следует обратить внимание на классификацию и принципиальные схемы сооружений для забора воды из поверхностных источников и на характеристику различных источников водоснабжения. Необходимо четко знать условия применения различных

типов сооружений для забора воды и их конструктивные особенности, а также факторы, учитываемые при выборе местоположения водоприемника. Следует запомнить основные расчетные параметры отдельных элементов сооружений и принцип их расчета. Необходимо знать меры по защите оголовков от различных факторов воздействия.

Вопросы для самопроверки

1. Поверхностные источники водоснабжения и их характеристика.
2. Схема сооружений для забора воды из поверхностных источников.
3. Классификация водоприемников.
4. Какие основные факторы следует учитывать при выборе места расположения водозабора на реках?
5. Типы, конструкции и условия применения речных береговых водозаборов.
6. Типы, конструкции и условия применения русловых водозаборов.
7. Оголовки, самотечные и сифонные линии русловых водозаборов.
8. Приемо-сеточные колодцы, их конструкции и оборудование.
9. Расчет основных элементов речных водоприемников (оголовков, входных окон, решеток, самотечных линий, сеток).
10. Водоприемные ковши.
11. Плавающие водоприемные сооружения.
12. Какие особенности имеют водозаборы из неглубоких и горных рек?
13. Каковы особенности забора воды из озер, водохранилищ, каналов и атмосферных вод?
14. Внутриводный лед и меры защиты от него.
15. Задачи и конструкции рыбозаградительных устройств.
16. Каковы задачи и мероприятия по санитарной охране водоисточников водозаборных сооружений?

8. УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Изучая раздел, необходимо усвоить задачи, состав и принцип работы очистных водопроводных сооружений. Знать основные типы сооружений, их технологические особенности, расчетные параметры и условия применения. Знать назначение и принцип действия основных конструктивных элементов и сооружений для очистки воды.

Вопросы для самопроверки

1. Оценка качества природной воды и основные виды ее обработки

1. Какими основными свойствами характеризуется качество природных вод?
2. Каковы требования потребителей к качеству потребляемой воды?
3. Основные задачи и технологические процессы обработки воды.
4. Какие сооружения входят в различные схемы очистных сооружений?

2. Коагулирование воды

5. С какой целью осуществляется коагулирование воды и какие для этого используются вещества?
6. Как протекает процесс коагулирования и какие факторы на него влияют?
7. Как определяются дозы коагулянта и необходимость подщелачивания?
8. Флокулянты и их роль в обработке воды.
9. Какие сооружения используются в процессе коагулирования?
10. Устройства для приготовления раствора коагулянта и его дозирования.
11. Основные конструкции смесителей и камер хлопьеобразования.

3. Осветление и обесцвечивание воды

12. Характеристика взвеси в природной воде и факторы, влияющие на ее осаждение.
13. Принцип действия, конструкции и основы расчета горизонтального отстойника.
14. Конструкция, условия применения и принцип расчета вертикального отстойника.
15. Как действуют осветлители со взвешенным осадком, их устройство и условия применения?

4. Фильтрация воды

16. Каково назначение и как протекает процесс фильтрации на скорых и медленных фильтрах?
17. Устройство медленных фильтров, расчетные параметры и условия применения.
18. Конструкции скорых фильтров, этапы работы и расчетные параметры.
19. Распределительные (дренажные) системы скорых фильтров, их достоинства и недостатки.
20. Как осуществляется подача и отвод промывной воды и ее повторное использование?
21. Какие материалы загружаются в фильтры?
22. Что такое напорные фильтры, микрофильтры и контактные осветлители?
23. Фильтровальные установки заводского изготовления для сельских мест.

5. Обеззараживание воды

24. Задачи и способы обеззараживания воды.
25. Хлорирование воды жидким хлором и хлорной известью.
26. Обеззараживание бактерицидными лучами и озоном.

6. Особые виды обработки воды

27. Чем вызывается жесткость воды и какие существуют способы умягчения?
28. Как осуществляется известково-содовое умягчение воды?
29. На чем основан метод умягчения?
30. Что такое катионовый метод умягчения?
31. Что такое обессоливание и опреснение воды?
32. Понятие об основных методах обессоливания (дистилляция, ионный обмен) и опреснение (термический, ионный обмен, электродиализ).
33. Способы удаления железа из воды и растворенных газов.
34. Фторирование и обесфторивание воды.
35. Что такое стабилизация воды?
36. Особенности обработки воды для водоснабжения сельскохозяйственных предприятий и населенных мест.

9. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Сельскохозяйственное водоснабжение может осуществляться по разным схемам. Студенту следует разобраться, в каких случаях могут быть применены централизованная, децентрализованная и комбинированная схемы водоснабжения, как произвести выбор степени централизации. Студент должен ознакомиться с организацией водоснабжения на сельскохозяйственных угодьях, на пастбищах, знать технику полевого водоснабжения. Важное значение в настоящее время придается водоснабжению в животноводстве. Необходимо ознакомиться с системами и схемами внутреннего водопровода: как устраиваются вводы, внутренняя разводящая сеть и санитарно-техническое оборудование в животноводческих фермах и сельскохозяйственных производственных комплексах.

Некоторые районы нашей страны находятся на территории с недостаточной водообеспеченностью. Студент должен иметь представление об обводнении, о комплексных обводнительно-оросительных системах, как организуется сельскохозяйственное водоснабжение на обводняемых и орошаемых территориях.

При изучении этого раздела студент должен уяснить, что обводнение есть совокупность водохозяйственных мероприятий, в результате которых обеспечиваются водой различные потребители, находящиеся или проектируемые на данной безводной или маловодной территории. Следует уделить внимание вопросам проектирования групповых систем водоснабжения, в чем заключаются особенности их проектирования, как определяются расчетные расходы, осуществляется регулирование подачи воды. Студент должен знать, в каких случаях производится зонирование на групповых системах, как обеспечивается надежность работы.

Основная задача эксплуатации систем водоснабжения состоит в обеспечении подачи воды в требуемом количестве и требуемого качества.

Студенту необходимо изучить причины уменьшения производительности водопровода и возможные причины ухудшения качества подаваемой воды. Эксплуатация систем водоснабжения должна быть организована с учетом новейших достижений науки и техники. Введение автоматизации управления водопроводными сооружениями дает возможность их работы и уменьшить стоимость их эксплуатации.

Экономическая эффективность систем сельскохозяйственного водоснабжения определяется на основании сравнения различных вариантов, различающихся по размерам капитальных вложений и годовых эксплуатационных затрат. При оценке сравнительной экономической эффективности большую роль играют амортизационные отчисления по основным производственным фондам, создаваемым в результате капитальных вложений.

При изучении этого раздела студент должен особое внимание обратить на мероприятия, за счет которых может быть достигнуто снижение себестоимости воды.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое централизованная, децентрализованная и комбинированная системы водоснабжения? Выбор оптимальной системы.
2. Как осуществляется водоснабжение животноводческих ферм, комплексов и предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции?
3. Как организуется водоснабжение на естественных и культурных пастбищах? Размещение и устройство водопойных пунктов.
4. Что такое обводнение? Какие задачи стоят перед обводнением?
5. Что такое обводнительно-оросительная система?
6. Какая очередность мероприятий существует при обводнении территорий?
7. Какие вопросы рассматриваются при проектировании системы обводнения?
8. Что такое групповой водопровод, в чем заключается особенность проектирования?
9. Правила трассировки водопроводов, как определяются расчетные расходы на участках.
10. В каких случаях необходимо зонирование на групповых системах?
11. Как обеспечивается надежность подачи воды?
12. Какие задачи входят в эксплуатацию систем водоснабжения?
13. Основные причины уменьшения производительности водопроводов и ухудшения качества воды.
14. Как организовать службу эксплуатации систем водоснабжения?
15. Какие возможны способы управления водопроводными сооружениями?
16. По каким признакам производится технико-экономическое сравнение вариантов систем водоснабжения?

17. Как подсчитать размеры капитальных затрат для системы водоснабжения?
18. Как определяются амортизационные отчисления?
19. Как определить эксплуатационные затраты?
20. Как определить себестоимость воды и срок окупаемости капитальных вложений?

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА БЕСФИЛЬТРОВОЙ СКВАЖИНЫ ПО МЕТОДИКЕ В.С.ОВОДОВА

В зависимости от свойств пород различают бесфильтровые скважины в рыхлых породах и в скальных трещиноватых устойчивых породах. Если устройство последних не вызывает каких-либо затруднений, то сооружение бесфильтровых скважин в рыхлых неустойчивых породах весьма сложная проблема, так как их рабочей частью служит искусственно создаваемая полость.

Бесфильтровые скважины сооружают путем бурения ствола до продуктивного горизонта и последующего формирования водоприемной воронки, объем которой обеспечивает требуемый приток воды без пескования. Необходимое условие сооружения бесфильтровых скважин - наличие устойчивой кровли над водоносным горизонтом, а в случае кровли, сложенной глинами, наличие поддерживающего ее напора подземных вод. Преимущества бесфильтровых скважин: долговечность и надежность работы; высокие и устойчивые (во времени) дебиты, они значительно превышают дебиты скважин с фильтрами; возможность отбора воды из пылеватых, глинистых и тонкозернистых песков с низкой проницаемостью; сокращение глубины скважины; малый расход труб; низкие строительные и эксплуатационные расходы; резкое уменьшение трудоемкости и затрат при ремонте.

Так как бесфильтровые скважины по способу вскрытия пласта являются совершенными, то устраняются дополнительные гидравлические сопротивления, присущие скважинам, оборудованным фильтром.

К основным вопросам теории сооружения бесфильтровых скважин относятся устойчивость кровли и откосов воронки, а также расчет водопритока. Устойчивость кровли в основном определяется инженерно-геологическими свойствами слагающих ее пород. Наиболее устойчива кровля, представленная скальными породами (известняками, плотными песчаниками и т.п.), менее устойчива кровля, представленная полускальными породами (мергелями, мелом). Слабо уплотненные глины и суглинки не обеспечивают должной устойчивости кровли. Переслаивание глин песчаниками повышает устойчивость кровли, и бесфильтровые скважины работают в этих условиях удовлетворительно.

Большое влияние на устойчивость кровли имеет несомненно и степень размокаемости глин в воде. Плотные древние глины морского происхождения менее размокаемы.

Мощность водоупорного пласта, залегающего под водоносным, также является одним из факторов, определяющих устойчивость кровли над воронкой. Чем больше мощность водоупорной кровли, тем более благоприятны условия для разработки водоприемной полости.

При малой мощности водоупора деформации распространяются не только на водоупорный пласт, но и на вышележащий, который может оказаться водоносным и вызвать разрушение кровли пласта и ее оседание в воронку.

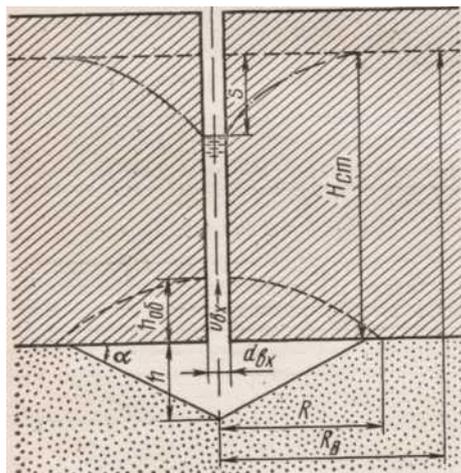


Рис.1. Схема для расчета бесфильтровых скважин:

S – максимальное понижение уровня воды, м; $H_{ст}$ – статический напор, м; R – радиус основания каверны, м; $R_{вх}$ – радиус влияния скважины, м; $h_{об}$ – высота свода обрушения, м; h – глубина каверны, м; α – угол наклона откоса каверны к горизонту; $d_{вх}$ – диаметр входного отверстия скважины, мм; $V_{вх}$ – скорость воды на входе в скважину, мм; γ – плотность грунта водоносного слоя, г/см³; $\gamma_{кр}$ – плотность пород кровли, г/см³; $P_{кр}$ – коэффициент пористости кровли.

В основном все имеющиеся расчеты устойчивости кровли базируются на известных положениях, разработанных М.М. Протодыяконовым, применительно к креплению горных выработок. Эти положения утверждают, что объем породы, обрушающийся над выработанной полостью, имеет вид параболоида, выше которого порода держится на внутреннем сцеплении, образуя свод.

Существующее положение об устойчивости стенок базируется на определении критической скорости хода воды в водоприемную воронку, превышение которой влечет за собой движение песчинок. В процессе создания воронки стенки постоянно оплывают, и песок, увлекаемый потоком, приходит в движение. По мере увеличения фильтрационной площади воронки входные скорости снижаются, а стенки приобретают устойчивость. Производительность скважины при откачке должна быть заведомо большей, чем при эксплуатации, что создает запас устойчивости стенок.

Параметры образующейся водоприемной воронки могут быть определены как опытным (по количеству вынесенного песка), так и расчетным путем.

Существует несколько методик определения основных параметров. Схема для расчета бесфильтровых скважин по методике В.С. Оводова приведена на рисунке 1. Выходную скорость фильтрации (V_0), при которой прекращается вынос песка, вычисляют по формуле Н.А.Карамбирова:

$$V_0 = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot K_{\phi}(1-P)(\gamma_{\text{п}} - 1) \quad (1)$$

где

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации;

P – пористость грунта водоносного пласта;

$\gamma_{\text{п}}$ – удельная масса грунта;

η_1 – коэффициент запаса 0,7-0,8;

η_2 – коэффициент, учитывающий угол откоса;

$$\eta_2 = 1 - \frac{\varphi_0}{107} + 0,08 \sin(4,5\varphi_0) \quad (2)$$

где

φ_0 - угол откоса при предельной выходной скорости фильтрации, практически изменяющийся от 0 до 40°.

Для расчетов следует принимать $\varphi_0 = 40^\circ$, а $\eta_2 = 0,63$.

Формула площади водоприемной поверхности каверны, сформировавшейся при определенном дебите Q и обеспечивающей отсутствие пескования скважины, приведена ниже:

$$F = \frac{Q}{V_0} \quad (3)$$

Радиус верхнего основания конусообразной каверны можно легко определить, зная площадь каверны F и угол откоса.

Глубину каверны h определяют через радиус каверны R :

$$h = R \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (4)$$

расчетный объем каверны W находят по формуле:

$$W = 1/3\pi R^2 h \quad (5)$$

А для вычисления объема песка $W_{\text{п}}$, который должен быть вынесен из скважины при формировании водоприемной каверны, в формулу вводится коэффициент μ , учитывающий степень разрыхления песка, равный 1,05-1,15:

$$W_{\text{п}} = \mu W \quad (6)$$

Устойчивость пород кровли обеспечивается при соблюдении условия:

$$\gamma \cdot (h_{ст} - S) \geq h_0 \cdot [(1 + P_{кр}) \cdot \gamma_{кр} + \gamma P_{кр}]$$

Величину h_0 вычисляют по формуле:

$$h_0 = \frac{R}{tg\beta} \quad (7),$$

где

$tg\beta$ – тангенс угла внутреннего трения породы кровли, который меняется от 0,78 для глин до 1,75 для сланцев.

Параметры, определенные по данной методике, подтверждаются производственными данными, поэтому ее можно рекомендовать для практического использования.

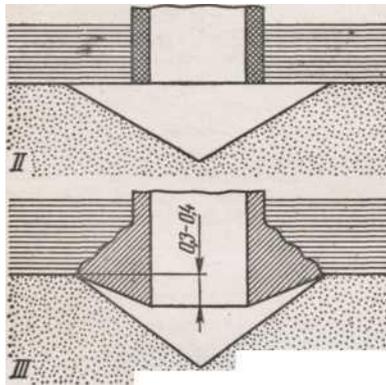


Рис.2. Типовые схемы установки башмака обсадной колонны (размеры в м).

Бесфильтровые скважины сооружают техническими средствами, применяемыми при обычных способах ударного и вращательного бурения. В настоящее время чаще используют установки роторного бурения.

Конструкции скважин определяются геологическими условиями, их глубиной, способом бурения и габаритами водоподъемного оборудования. Вращательное бурение с промывкой позволяет значительно снизить конечный диаметр бесфильтровых скважин (до 146,05 мм). Особое внимание при сооружении бесфильтровых скважин следует уделять качеству цементации обсадных колонн. В зависимости от физико-механических свойств и мощности кровли могут быть рекомендованы типовые схемы установки башмака обсадной колонны (рис.2).

Если кровля представлена крепкими устойчивыми породами (известняк, опоки, песчаники и т.д.), башмак обсадной колонны устанавливают на 1-2 м ниже верхней отметки кровли, а обсадную колонну цементируют до устья.

При наличии кровли, подверженной размоканию и обрушению, предлагают после формирования водоприемной воронки создавать в нижней части кровли цементную подушку, что обеспечивает в последующем достаточную устойчивость кровли. После затвердевания цемента в объеме

полости воронки цементную подушку разбуривают, а ниже вновь формируют водоприемную воронку. Если водоносный горизонт представлен чередованием песчаников с пропласками песков, вскрытие его на всю глубину позволяет получать рабочую часть скважины с развитой фильтрационной поверхностью, что обеспечивает после откачки устойчивый приток воды. Затем проводят промывку вскрытого ствола скважины глинистым раствором с целью удаления песка, так как повышенное его содержание вызывает различные осложнения (прихваты, пробки).

Дальнейшую промывку ведут при поднятом буровом снаряде с постоянной заменой глинистого раствора на воду. Снаряд при промывке устанавливают выше кровли водоносного горизонта, что необходимо во избежание его прихвата.

Иногда водоносный горизонт вскрывают на полную мощность, что позволяет нарушить структуру песков, разрыхлить их и создать благоприятные условия для последующего формирования воронки. Промывка обычно длится 8-10 ч.

При вскрытии водоносного пласта глинистый раствор не оказывает отрицательного воздействия на его проницаемость, так как при последующей откачке он выносится. Промывочной жидкостью удаляется песок из ствола скважины, и создаются условия, облегчающие формирование воронки. При последующей промывке с заменой глинистого раствора на воду также выносится песок и происходит начальная стадия формирования воронки. Затем в скважину опускают колонны воздушных и водоподъемных труб, которые служат трубами эрлифта для откачки. Глубина их спуска определяется конкретными условиями в зависимости от статического и ожидаемого динамического уровня. Иногда водоподъемной колонной служат обсадные трубы, а воздушной – бурильные. На устье скважины монтируется оголовок с водоотводящей трубкой.

В процессе откачки очень часто в скважине образуется песчаная пробка различной мощности, поэтому для создания устойчивой водоприемной воронки предварительную откачку начинают с малых расходов воды с постепенным доведением ее производительности до значения, превышающего дебит на 20-30%.

Следует иметь в виду, что во избежание заплывания воронки и создания песчаных пробок (особенно в мелкозернистых песках) нельзя допускать перерывов в откачке, необходимая также безостановочная работа эрлифта, особенно в первоначальный период. В конце откачки путем накопления воздуха в ресивере и моментального выпуска его в скважину осуществляют пневматические удары. Это ускоряет работу по созданию воронок, так как импульсный режим способствует разрыхлению ее песчаных откосов.

Как правило, после пневмоудара содержание песка в откачиваемой воде резко увеличивается. К концу откачки при созданной воронке в

откачиваемой воде не наблюдается увеличение содержания песка. Откачивать пульпу для формирования воронки можно в начальный период при одновременной работе насоса и эрлифта. Промывочная струя размывает песок, а эрлифт подхватывает пульпу и выносит ее на поверхность. Подача воды насосом облегчает работу эрлифта, особенно в начале откачки, когда приток воды в скважине незначителен.

Анализ единичных случаев показывает, что основными причинами аварий являются образование в стволе скважины песчаных пробок, прихват инструмента в водоносном пласте при замене в скважине глинистого раствора на воду и завал воронки глинами кровли, когда не проведено тщательного цементирования обсадной колонны.

11. ОХРАНА ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДЫ

Охрана природных водоемов, используемых для водоснабжения, от истощения и загрязнения представляет важнейшую задачу.

Выбор природного источника для водоснабжения населенного пункта или промышленного предприятия осуществляется после проведения тщательных изысканий и технико-экономического обоснования. При этом естественно принимаются во внимание и количественный, и качественные характеристики источника, т.е. его гарантированный дебит и показатели основных качеств воды, важных для потребителя данного типа.

Однако в результате различных природных явлений, а также хозяйственной деятельности людей уже в процессе эксплуатации выбранного источника его характеристики могут измениться: может снизиться его дебит и ухудшиться качество воды.

Переход на новый источник всякого объекта при уже имеющейся и работающей системе его водоснабжения обычно бывает крайне затруднителен (а иногда практически неосуществим). Поэтому весьма важным является систематическое проведение мероприятий, которые охраняли бы источники от истощения (снижения дебита) и загрязнения.

Мероприятия по охране источников охватывают широкий круг вопросов. Некоторые из них распространяются на данный природный источник в целом и затрагивают различные области хозяйственной деятельности человека и различные природные явления, влияющие на этот источник. Некоторые же мероприятия должны осуществляться в процессе нормальной эксплуатации источника для снабжения данного объекта. Последние мероприятия предусматриваются преимущественно для систем водоснабжения населенных мест и осуществляются путем организации так называемых зон санитарной охраны.

11.1 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ИХ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

В результате сброса неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий и городской канализации многие водоемы во многих странах настолько загрязнены, что использование их для водоснабжения становится затруднительным или вообще практически невозможно. В такое состояние приведены даже некоторые мощные реки. Сброс сточных вод является основной причиной продолжающегося загрязнения природных водоемов.

Сброс производственных, бытовых, дренажных и других сточных вод может производиться только с разрешения органов, осуществляющих охрану вод, по согласованию с государственным санитарным надзором. Качество сбрасываемых сточных вод должно отвечать установленным нормативам.

Если эти требования нарушаются, сброс сточных вод должен быть ограничен, приостановлен или запрещен органами контроля, хотя бы это вызвало прекращение работы предприятий или цехов, сбрасывающих стоки.

Право на запрещение сброса сточных вод, содержащих вредные для здоровья вещества, имеет государственный санитарный надзор.

Сброс сточных вод не должен приводить к увеличению содержания в воде водоема загрязняющих веществ сверх установленных норм.

В качестве мероприятий по предотвращению сброса в водоемы производственных стоков у нас и за рубежом все шире используются системы оборотного водоснабжения и последовательного использования воды (в пределе можно достигнуть полностью замкнутого цикла водоиспользования), применяются технологические процессы, не требующие больших количеств воды. Вошла в практику доочистка бытовых стоков для повторного использования их в промышленности вместо свежей воды. Получают дальнейшее развитие методы глубокой очистки стоков для удаления из них вредных веществ, а также для задержания и утилизации веществ, сбрасываемых со сточными водами. Практикуется сброс некоторых доочищенных стоков для подпитки подземных водоносных слоев (при этом фильтрация через грунт значительно повышает степень дополнительной очистки).

Все указанные мероприятия могут оказать значительное влияние на сохранение чистоты водоемов. Для этого необходима организация контроля за их выполнением и строгая ответственность за нарушение правил водного законодательства.

11.2 ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ

Санитарная охрана источников питьевого водоснабжения осуществляется путем организации на водосборных бассейнах зон санитарной охраны.

Зона санитарной охраны поверхностного источника водоснабжения представляет собой специально выделенную территорию, охватывающую используемый водоем и частично бассейн его питания. На этой территории устанавливается режим, обеспечивающий надежную защиту источника

водоснабжения от загрязнения и сохранение требуемых санитарных качеств воды.

В первом поясе (*зона строго режима*) запрещает проживание и временное нахождение лиц, не связанных с работой на водопроводных сооружениях. На территории первого пояса санитарной охраны запрещается строительство и размещение зданий и других сооружений, не имеющих непосредственного отношения к эксплуатации водопроводных сооружений и не подлежащих обязательному размещению на территории первого пояса.

Во втором поясе (*зона ограничений*), который охватывает территорию, окружающую источники водоснабжения и их притоки, запрещается такое использование территории или источников водоснабжения, которое может вызвать качественное или количественное ухудшение последних.

Размеры первого пояса, предназначенного для предохранения места забора воды и водопроводных сооружений от действий, которые могут нарушить нормальную их работу или загрязнение воды, определяются с учетом водных источников в месте забора воды для водопровода, территории расположения водопроводных сооружений, основных водоводов.

Границы зоны первого пояса открытых источников рекомендуется устанавливать в среднем на 1000 м в верх по реке, на 100-200 м ниже по реке и на 100 м от оголовка водоприемника по ширине реки. Как показывает практика, указанные размеры не могут быть окончательными и приняты как нормативы. При установлении границ строгого режима необходимо учитывать гидрологические условия.

Понятие границы первого пояса для самого источника в реках и озерах принимают условно, и часть мероприятий по предохранению места забора воды от загрязнения относится ко второму поясу зоны санитарной охраны.

При определении границ зоны первого пояса для подземных источников водоснабжения необходимо руководствоваться рельефом местности с учетом направления грунтовых вод и возможности из загрязнения.

Границы этого пояса должны отстоять от водозаборных сооружений на расстоянии 30 м при использовании артезианских вод, должна быть ограждена и обеспечена постоянным наблюдением.

Границы второго пояса для подземных источников устанавливают в зависимости от санитарных и гидрогеологических условий и определяют расчетом, учитывающим время продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, принимаемое в зависимости от климатических условий от 100 до 400 суток.

Согласно СНиП 2.04-02-84 второй пояс зоны санитарной охраны рассчитывают используя метод Е.Л. Мешкина и данных санитарно-гидрогеологического обследования района. Исходными данными для расчета являются: суммарный расход Q , м³/сут; средняя мощность водоносного горизонта m , м; коэффициент фильтрации водоносного пласта k_f , м/сут; уклон естественного потока подземных вод I ; естественный расход грунтового потока q , м²/сут.

$$q = k_f \cdot m \cdot I, \text{ м}^2/\text{сут} \quad (8)$$

Таблица 1. Определяются координаты точек нейтральной линии тока

Координата точки X	Координата точки Y
$X = 2y$	$Y = 0,426 \cdot (Q/q)$
$X = y$	$Y = 0,375 \cdot (Q/q)$
$X = 0,5y$	$Y = 0,323 \cdot (Q/q)$
$X = 0$	$Y = 0,25 \cdot (Q/q)$
$X = - 0,54y$	$Y = 0,177 \cdot (Q/q)$
$X = - y$	$Y = 0,125 \cdot (Q/q)$
$X = -2y$	$Y = 0,074 \cdot (Q/q)$

Граница второго пояса, рассчитываемая на 10000 суток, по большей территории пройдет по нейтральной линии тока. И только выше водозабора его граница будет отстоять от водозабора на расстоянии:

$$X = \frac{Q \cdot \bar{x}}{2\pi q}, \text{ м} \quad (9).$$

Расчет корректируют в соответствии с данными местного санитарного обследования. При групповом расположении скважин с расстоянием между ними до 500-600 м в границу этой зоны должна входить территория всего депрессионного поля на площади размещения всех скважин.

В случае установленной связи водоносного горизонта с открытыми водоемами (река, озеро ит.п.) часть этого водоема также должна входить во второй пояс санитарной зоны.

Основные санитарные мероприятия для первого пояса зоны санитарной охраны: подготовка места забора воды для водопровода; благоустройство и санитарно-техническое оборудование, как отдельных сооружений, так и всей территории первого пояса; размещение водопроводных сооружений и планировка территории; организация лабораторного контроля и контроля за работой очистных водопроводных сооружений.

Для второго пояса зоны санитарной охраны основными санитарными мероприятиями являются: регулирование всех видов строительства с указанием территории, которая должна быть закрыта для любого вида строительства и использования; выделение территории, на которой строительство должно быть строго ограничено; выделение территории, на которой существующие здания должны быть снесены или использованы для других целей; выделение территории, на которой запрещается нарушение почвенного покрова, а разработка недр допускается, но с соблюдением определенных правил и проведением оздоровительных мероприятий.

12.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ РАБОТЫ

Исходные данные к расчетной работе даны в приложении, пояснения даются отдельно для каждого расчета.

В расчетной работе студент должен показать, как им усвоены два раздела: в первом разделе выявляются знания студентов по добыче подземных вод и расчету взаимодействующих скважин; во втором – по механическому ударному и вращательному бурению глубоких скважин.

12.1 Состав водозаборных сооружений и их общая компоновка

Внеплощадочные системы водоснабжения из подземных источников состоят из: водоприемных (каптажных) сооружений для приема воды водоисточника (водоносного пласта); насосных станций первого и второго подъема воды из каптажных устройств, сборных водоводов для сбора воды из каптажных устройств и подачи ее на сооружения по подготовке и улучшению качества воды (при необходимости) или в резервуары для дальнейшего транспортирования к потребителям; сооружений по подготовке и улучшению качества воды; насосных станций и магистральных водоводов для транспортирования воды к потребителю; сооружений, регулирующих напор и расход воды перед подачей ее во внутривозрадную сеть.

Общая схема сооружений внеплощадочного водоснабжения подземных источников приведена на рисунке 3. Эта схема относится к наиболее часто встречающимся в практике водозаборов подземных вод. В этом случае в качестве водоприемных (каптажных) устройств используют скважины или шахтные колодцы, извлекаемая из водоносного пласта вода нуждается до подачи ее потребителю в улучшении качества. Схема водопроводных сооружений и взаимное расположение отдельных ее элементов могут существенно меняться в зависимости от местных природных условий (наличие подземных вод, качество воды, мощность водозабора, удаленность водоснабжения от потребителя, количество водопотребителей и др.)

Так, при сифонном способе отбора воды насосные станции I и II подъема обычно совмещаются в одном здании. Если качество воды не требует его улучшения, то их схемы водоснабжения исключают соответствующие сооружения. При необходимости более глубокой обработки воды, например обезжелезивания и фторирования, комплекс сооружений, входящих в систему водоснабжения, расширяется. При значительном расширении водопотребителей от источника водоснабжения и относительно большом перепаде высот в рельефе после насосной станции II подъема, сооружают насосные станции III и т.д. подъема.

В водозаборах подземных вод применяют следующие типы водоприемных (каптажных) сооружений: буровые скважины; шахтные

колодцы; горизонтальные водозаборы; комбинированные водозаборы; лучевые водозаборы; каптажи источников (родников).

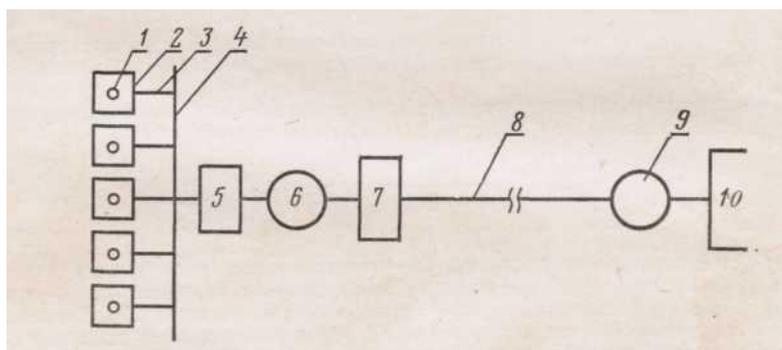


Рис.3 Схема расположения сооружений внеплощадочной системы водоснабжения из подземных вод:

1 – водоприемные (каптажные) сооружения; 2 – насосные станции I подъема; 3 – трубопроводы от насосных станций I подъема к сборному водоводу; 4 – сборный водовод; 5 – сооружения очистки и подготовки воды; 6 – резервуары для очищенной и подготовленной воды; 7 – насосная станция II подъема; 8 – магистральный водовод; 9 – сооружения, регулирующие напор и расход воды, подаваемой в водопроводную сеть к потребителю; 10 – потребитель воды.

Выбор того или иного типа и схемы водозабора зависят от гидрогеологических условий, намечаемой производительности водозабора и технико – экономических соображений.

Буровые скважины наиболее распространенный тип водозаборов. Их используют для подачи подземных вод в самых разнообразных гидрогеологических условиях. Глубина скважины определяется глубиной залегания и мощностью эксплуатационного водоносного горизонта и может изменяться от 5 – 10 до 1000 м и более.

Шахтные колодцы устраивают, как правило, в первых от поверхности безнапорных водоносных горизонтах, сложенных рыхлыми породами (песками, галечниками) сравнительно ограниченной мощности (не более 10 м). иногда шахтные колодцы сооружают и в напорных водоносных пластах при глубине залегания их до 30 -40 м от поверхности. Однако устройство шахтных колодцев такой глубины целесообразно лишь при слабой водообильности пласта и невозможности создания водозабора из скважины.

Горизонтальные водозаборы – дрены, галереи, штольни – устраивают также в безнапорных пластах при мощности их до 8 м, преимущественно вблизи поверхностных водотоков и водоемов.

Комбинированные водозаборы состоят из горизонтальных дрен (галерей, штолен) и системы вертикальных скважин, соединенных с ними. Сооружения такого типа водозаборов целесообразно при наличии наряду с основным каптируемым безнапорным горизонтом более глубоких напорных вод.

Лучевые водозаборы представляют собой непроницаемые шахтные колодцы с расходящимися из них горизонтальными лучами – скважинами

(дренами). Шахтные колодцы служат в этом случае сооружениями для сбора воды из горизонтальных скважин. Лучевые водозаборы устраивают при глубине залегания кровли водоносных пластов до 15 – 20 м, и мощность их не превышает 20м.

В галечниковых водоносных породах при $D_{60} \geq 70$ мм и при наличии в них включений валунов более 10 %, а также в илистых мелкозернистых породах и при возможной интенсивной кольматации прифильтровых зон горизонтальных скважин – лучей сооружать лучевые водозаборы не рекомендуется.

Каптажи источников (родников) устраивают в виде водоносных камер или неглубоких опускных колодцев и применяют для каптажа подземных вод при наличии концентрированных их выходов на поверхность.

12.2 Рекомендуемые конструкции скважин на воду

Конструкция скважин на воду определяется гидрогеологическими условиями, необходимым дебитом, способом и целью бурения (гидрогеологическое, разведочное, разведочно-эксплуатационное и др.).

При бурении скважин на воду для разобщения пластов и предохранения стенок от обрушения нужно крепить ствол обсадными трубами. Первая короткая обсадная труба длиной 4-6 м, называемая направлением, служит для предохранения устья скважины от размыва и обрушения. Вторая колонна – кондуктор – предназначена для перекрытия слабых, неустойчивых верхних пород для изоляции от возможных перетоков верхних непригодных вод.

При значительной глубине скважины и достаточно сложном геологическом разрезе, включающем неустойчивые породы, используют технические колонны.

Последняя колонна (эксплуатационная) служит для подъема воды на поверхность.

В зависимости от гидрогеологических условий при необходимости опускают фильтровые колонны.

Схемы конструкций скважин, рекомендуемые при бурении на воду ударно-канатным и роторным способом, приведены на рисунках 4 и 5.

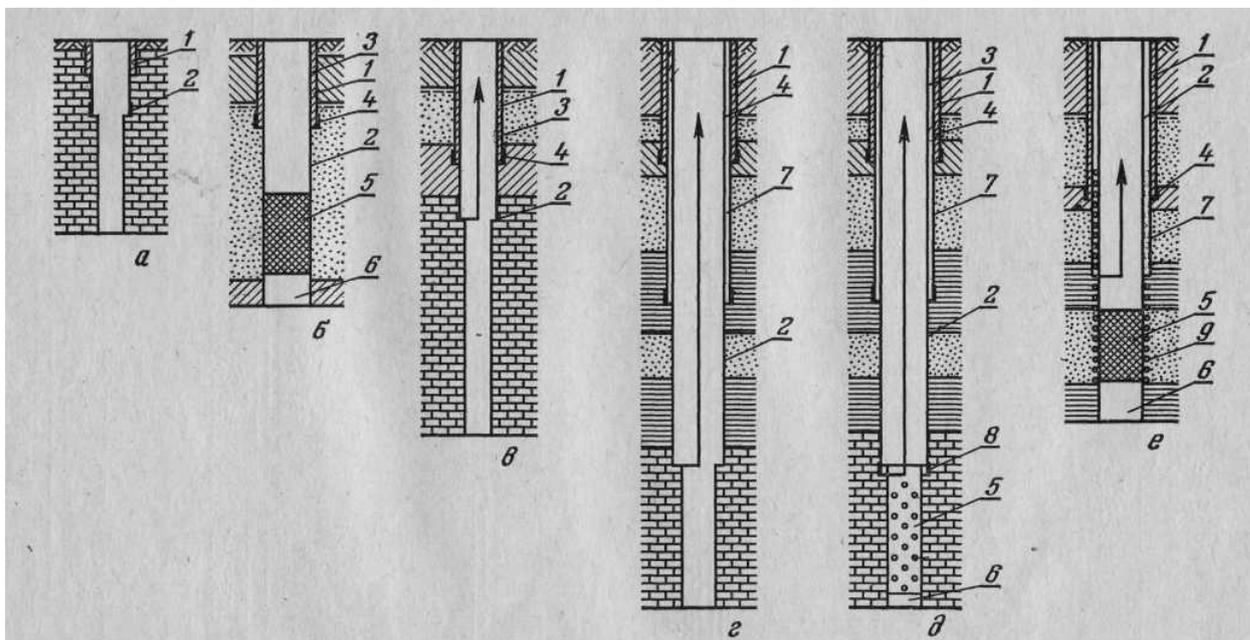


Рис.4. Схема конструкций скважин при ударно-канатном бурении:
 1- затрубное цементирование; 2- эксплуатационная колонна; 3- кондуктор;
 4- межтрубное цементирование; 5- фильтр; 6- отстойники; 7- техническая
 колонна; 8- сальник; 9- гравийная обсыпка.

При ударно-канатном способе скважина крепится одной колонной труб (рис.4,а); такую конструкцию следует применять в случае залегания с поверхности устойчивых (скальных) пород при отсутствии верховодки.

При сооружении скважин в аллювиальных отложениях, содержащих грунтовые воды, скважину крепят двумя колоннами труб: кондуктором и эксплуатационной - фильтровой колонной, выведенной до поверхности земли (рис.4,б).

Конструкцию скважины, показанную на рисунке 4,в, следует применять при необходимости перекрытия кондуктором первого от поверхности неэксплуатируемого горизонта.

Конструкция скважины, приведенная на рисунке 4,г, отличается от предыдущей (рис.4,в) наличием технической колонны, перекрывающей второй от поверхности (не предназначенный для эксплуатации) водоносный горизонт. При значительных глубинах скважин, учитывая сравнительно небольшие выходы колонн обсадных труб, можно применять несколько технических колонн.

Конструкцию скважины, показанную на рисунке 4,д, используют в случае установки фильтра в зоне водоносного горизонта, представленного неустойчивыми породами.

При необходимости устройства фильтра с гравийной обсыпкой следует применять конструкцию скважины, показанную на рисунке 4,е.

При роторном способе скважину крепят двумя колоннами труб – кондуктором и эксплуатационной колонной (рис.5,а). для установки в скважину водоподъемного устройства, по своим габаритам превышающего внутренний диаметр эксплуатационной колонны, следует применять конструкцию скважины, показанную на рисунке 5,б, отличающуюся от

предыдущей конструкции тем, что эксплуатационная колонна устанавливается на сальнике с подбашмачной цементацией.

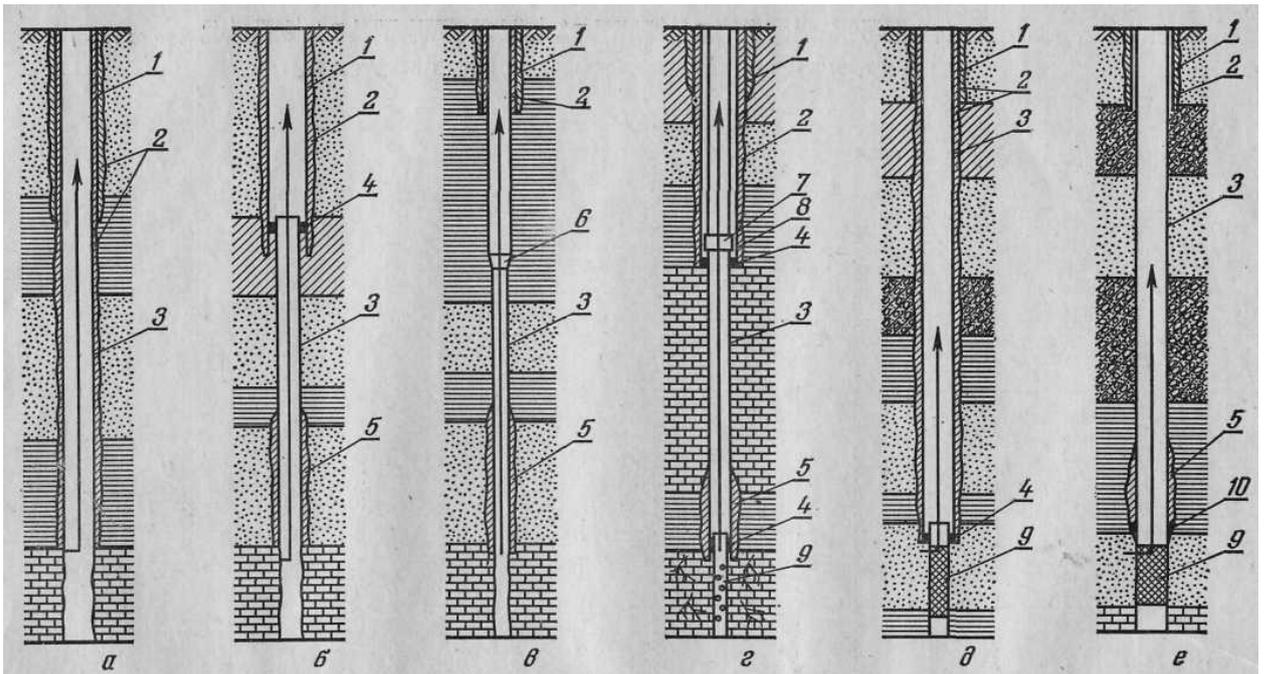


Рис.5. Схемы конструкций скважин при роторном бурении:

- 1- кондуктор; 2- затрубное цементирование; 3- эксплуатационная колонна; 4- сальник; 5- подбашмачное цементирование; 6- переходник; 7- муфта с левой резьбой; 8- техническая колонна; 9- фильтровая колонна (фильтр); 10- манжета для цементирования.

Для надежной изоляции верхней части скважины и уменьшения диаметра эксплуатационной колонны, в целях экономии обсадных труб и сокращения времени на проходку скважины следует применять конструкцию, показанную на рисунке 5, в. Конструкция с двумя колоннами и фильтром, установленным в зоне водоносного горизонта, приведена на рисунке 5,г. эксплуатационная колонна выше башмака технической колонны имеет муфту с левой резьбой и сальника, что позволяет отвертывать верхнюю часть колонны с одноколонной конструкцией и фильтром на сальнике, установленном, как показано на рисунке 5,д. учитывая простоту исполнения и экономичность, эту конструкцию следует применять по возможности чаще там, где это допускают геологические и гидрогеологические условия.

Конструкция скважины, показанная на рисунке 5, е, отличается от предыдущей фильтром, установленным непосредственно на эксплуатационной колонне и специальном манжете для цементации над зоной водоносного горизонта. Эту конструкцию следует применять реже из-за сложности манжетной цементации, а также невозможности замены фильтра в случае его выхода из строя.

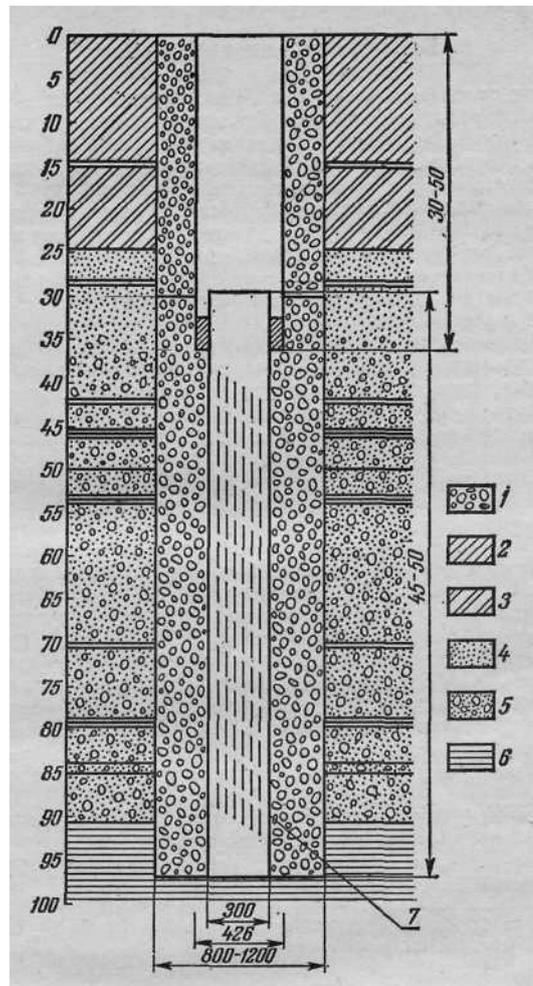


Рис.6. Примерная конструкция скважины большого диаметра с искусственным гравийным фильтром:

1- чистый гравий; 2- суглинок легкий; 3- суглинок тяжелый; 4- песок тонкозернистый глинистый с редким включением гравия; 5- галечник мелкий с песком и гравием; 6- глина; 7- отстойник.

Следует отметить, что при роторном бурении кондуктор можно опускать на глубину 100 – 200 м, а при ударном бурении – 50 м.

Примерная конструкция скважины $D = 800 - 1000$ мм с искусственным гравийным фильтром приведена на рисунке 6.

12.3. Фильтры для скважин на воду

В практике сельскохозяйственного водоснабжения применяют ограниченное число фильтров для скважин на воду. Фильтры бывают дырчатые и щелевые, с водоприемной поверхностью из сеток и проволоки на трубчатых каркасах, каркасно-стержневые и гравийные. Фильтры состоят из надфильтровой трубы, рабочей (фильтрующей) части и отстойника.

Фильтр – основной элемент скважины, поэтому от его качества зависят дебит и долговечность скважины. Конструкцию фильтра выбирают с учетом гранулометрического состава пород водоносного горизонта. Устойчивые

водоносные породы не требуют крепления (гранит, известняк, мел, песчаник и др.). В рыхлых (пески, гравий, галька) и других неустойчивых породах требуются фильтры.

Конструкцию и размеры фильтра принимают с учетом следующих требований:

- фильтр должен иметь достаточную механическую прочность, наибольшую скважность и предельно допустимые размеры проходных отверстий (при которых не происходит пескования скважины и вместе с тем снижается интенсивность зарастания фильтров, что удлиняет срок их эксплуатации);

- фильтр должен обладать устойчивостью против химической коррозии и водной эрозии.

Типы и конструкции фильтров выбирают в зависимости от характера породы водоносного горизонта и глубины скважины (Прилож., табл.9).

Фильтры стержневые обладают лучшими гидравлическими свойствами и обеспечивают более эффективную работу скважин при длительной их эксплуатации. Особенно эффективны эти фильтры в водах неустойчивого химического состава, в которых приходные отверстия на каркасах сильно зарастают железистыми и карбонатными отложениями, в результате чего снижается их скважность (просветленность). Фильтры такого типа рекомендуется применять при глубине до 200 м.

Применение трубчатых стальных фильтров допускается при всех глубинах.

Основные конструктивные схемы фильтров изображены на рисунке 7.

Диаметр фильтра-каркаса устанавливают, исходя из проектного дебита скважины, параметров водоподъемного оборудования и с учетом возможности устройства гравийной обсыпки. По условиям ремонта скважин, лучшего использования возможностей водоносного пласта, а также с целью уменьшения гидравлических сопротивлений минимальный диаметр каркаса фильтра следует принимать не менее 100 – 150 мм. Скорость движения воды в водоприемных трубах не должна превышать 1,5 – 2 м/с.

Длину фильтра в однородных водоносных пластах мощностью $m \leq 10 - 15$ м принимают $(0,8 - 0,9)m$ (фильтр устанавливают на расстоянии не менее 0,5 – 1 м от кровли и подошвы пласта).

При мощности $m \geq 10 - 15$ м длину фильтра определяют в зависимости от производительности скважин, изменения водопроницаемости пород и гидрохимических условий.

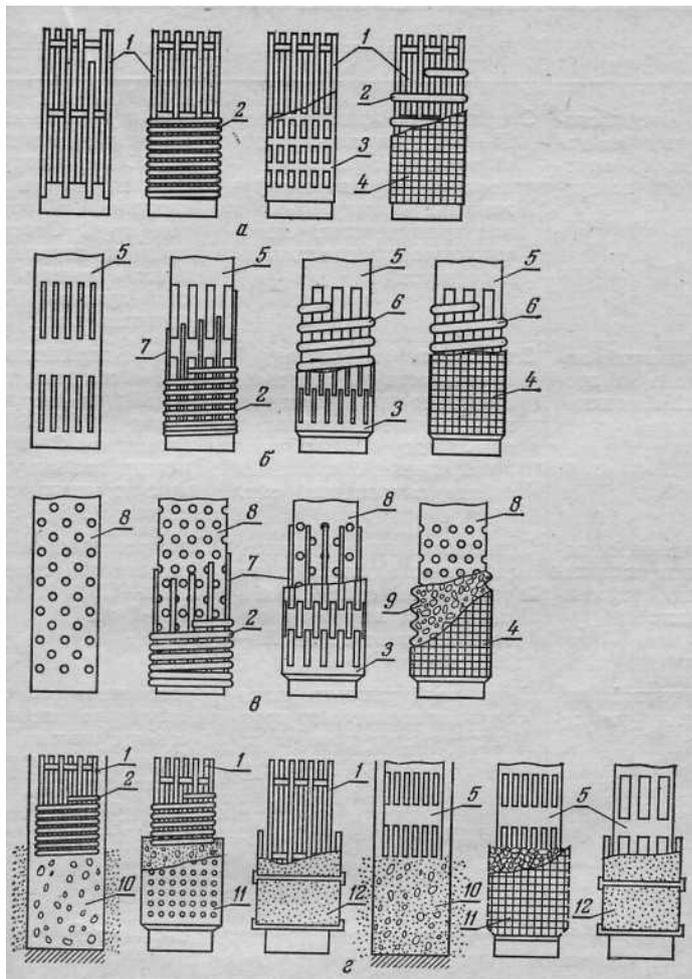


Рис.7. Основные схемы конструкций фильтров водозаборных скважин: а- на основе стержневых каркасов; б- на основе трубчатых каркасов со щелевой перфорацией; в- на основе трубчатых каркасов с круглой перфорацией; г- гравийные фильтры; 1- стержневой каркас на опорных кольцах; 2- проволоочная обмотка из нержавеющей стали; 3- лист, штампованный из нержавеющей стали; 4- сетка из нержавеющей стали или латуни; 5- щелевой трубчатый каркас; 6- опорная проволоочная спираль; 7- опорные проволоочные стержни под проволоочную обмотку и лист; 8- трубчатый каркас с круглой перфорацией; 9- сетка подкладная синтетическая; 10- рыхлая обсыпка; 11- гравийная обсыпка в кожухе; 12- гравийный блок.

Для опускаемых фильтров толщина слоя обсыпки должна быть не менее 30 мм, а для фильтров, создаваемых на забое скважины, толщина каждого слоя обсыпки должна быть не менее 50 мм. Наиболее надежны в эксплуатации скважины с гравийной обсыпкой толщиной 150 – 200 мм.

Типоразмеры фильтров приведены в приложении таблица 10.

12.4. Гидрогеологические расчеты водозаборных скважин

Основными задачами гидрогеологических расчетов водозаборных скважин являются: определение дебита скважин и колодцев и понижения уровня в процессе эксплуатации водозаборного сооружения; оценка возможного влияния данного водозабора на существующие или намечаемые к строительству водозаборы на других участках водоносного пласта.

Одновременно с решением этих задач на основе гидрогеологических расчетов уточняют схему расположения водозаборных скважин и колодцев, их число и размеры (глубина, диаметр).

При гидрогеологических расчетах водозаборов обычно в качестве исходного принимают дебит Q , соответствующий проектируемому водопотреблению. Но нередко приходится определять максимальный дебит Q_{\max} , который может быть получен на рассматриваемом участке водоносного пласта или на всей площади его распространения. В обоих случаях расчетами устанавливают размеры водозаборного сооружения, расположение и дебиты скважин и колодцев при заданном времени эксплуатации (обычно 25 лет) и максимально допустимых понижениях уровня $S_{\text{доп}}$.

Гидрогеологические расчеты выполняют обычно для нескольких вариантов расположения водозаборов, по которым проводят технико-экономическое сопоставление и выбор оптимальной схемы водозабора. Во всех вариантах расчетные понижения уровня сопоставляют с допустимыми понижениями.

При $S_{\text{расч}} > S_{\text{доп}}$ проектируемый дебит водозабора не может считаться обеспеченным. В этом случае необходимо увеличить число скважин (колодцев) либо распределить их на большей площади. При $S_{\text{расч}} < S_{\text{доп}}$ дебит водозабора может быть увеличен или при сохранении дебита быть сокращено число скважин или колодцев и уменьшено расстояние между ними.

Гидрогеологические расчеты водозаборных скважин могут быть сделаны при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки. Выделяются следующие схемы водоносных пластов: долины рек – полуограниченные пласты (с одним прямолинейным контуром питания) и пласты-полосы; артезианские бассейны – неограниченные по площади распространения изолированные и слоистые водоносные горизонты; ограниченные по площади распространения пласты (полузакрытые и закрытые водоносные структуры).

В более сложных гидрогеологических условиях кроме оценки производительности водозабора могут быть использованы методы расчета: гидравлический, моделирование и др.

12.5. Насосно-силовое оборудование

Центробежные насосы

На объектах водоснабжения применяются центробежные насосы:

Горизонтальные: НД и Д – одноступенчатые, спирального типа, с двусторонним подводом жидкости к рабочему колесу. Предназначены для перекачивания воды с температурой до 100 °С. Применяют на водопроводных насосных станциях; ЦНС – многоступенчатые. Предназначены для перекачивания чистой воды с температурой до 105 °С; К и КМ – одноступенчатые, консольные, с лопастным колесом одностороннего входа. Предназначены для перекачивания воды и других чистых нейтральных жидкостей с температурой до 80 °С (тип К) и до 50 °С.(тип КМ).

Вертикальные: В – одноступенчатые, с рабочим колесом одностороннего входа. Предназначены для перекачивания воды и других чистых жидкостей с температурой до 50 °С. CR, CR1, CRN, CRE, CRNE – многоступенчатые, с нормальным всасыванием со стандартным электродвигателем. Предназначены для перекачивания воды на станциях водоснабжения, распределения воды из водоснабжающих станций, при повышении давления в магистральных трубопроводах, при повышении давления в системах водоснабжения высотных зданий, повышении давления в промышленных установках (таб.12,13 Приложения).

Погружные электронасосы

Для подъема воды из скважин применяют центробежные скважинные насосы – ЭЦВ, ЭПН, АП (таб. 11 Приложения) и артезианские насосы – АТН.

При эксплуатации погружных и артезианских насосов содержание механических примесей в воде не должно быть более 0,01% по массе.

Насосы рассчитаны на подъем неагрессивной воды с температурой до 25 °С. Насосы АТН можно использовать для забора воды из скважин с динамическим уровнем воды на глубине 120 м от поверхности земли, а также рекомендовать для эксплуатации вертикальных и прямолинейных скважин. Отклонение оси скважины от вертикали не должно превышать 3°.

12.6. Механизмы, оборудование, применяемые на строительстве систем сельскохозяйственного водоснабжения

В практике сельскохозяйственного водоснабжения при бурении скважин на воду глубиной до 300 м используют ударный способ бурения установками УГБ-3УК и УГБ-4УК стр.227[2].

Строительство скважин для сельскохозяйственного водоснабжения в основном ведется буровыми станками с механической трансмиссией и роторным вращением. Наиболее широкое распространение получили установки УРБ-3АМ и 1БА-15В стр.228-230[2]. К буровым инструментам для роторного бурения относятся трехшарошечные долота. Трехшарошечные долота получили наибольшее распространение при

бурении скважин на воду. В зависимости от конструкции корпуса трехшарошечные долота делятся на две группы:

группа А – секционные долота диаметром от 93 до 320 мм, их корпус сваривается из отдельных секций (лап) с резьбовым ниппелем;

группа Б – цельнокорпусные, к литому корпусу которых приваривают лапы, присоединительная резьба – муфтовая. К группе Б относятся долота диаметром от 346 до 490 мм.

В зависимости от конструкции шарошек имеется несколько типов долот для бурения различных пород, которые обозначают буквами: М – мягкий и вязких; МС – мягких с пропластками пород средней твердости; С – средней твердости; СТ – средней твердости с пропластками твердых и абразивных пород; Т – твердых и абразивных пород; ТК – с пропластками крепких и абразивных пород; К – крепких и абразивных пород; ОК – самых крепких и абразивных.

На торце ниппеля или боковой поверхности муфты долота маркируют: условный индекс завода – изготовителя долот, порядковый номер, дату выпуска и клеймо ОТК завода.

Нельзя допускать срабатывание долота до состояния, близкого к аварийному.

Для определения оптимального времени работы долота необходимо найти среднюю механическую скорость проходки за первые 15 мин работы долота и вычислить среднюю механическую скорость через определенные промежутки времени. Долото следует заменить, когда средняя механическая скорость станет равной первоначальной (за первые 15 мин).

Правильность выбранного режима бурения и момента подъема долота с

забоя оценивается осмотром изношенного долота стр.233[2].

13. ЗАДАНИЕ К РАСЧЕТНОЙ РАБОТЕ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОЗАБОРА ИЗ ПОДЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА»

По разведочно-эксплуатационной буровой скважине, данным опытных откачек и заданному расходу поселка (Приложение, бланк задания) необходимо выполнить:

1. Расчет водозабора из скважины

1. Составить схему водозабора из скважины.
2. Определить приток к взаимодействующим скважинам.
3. Сделать расчет сборных водоводов.
4. Определение производительности насоса и выбор типа насоса.
5. Определение динамического уровня и места расположения насоса в скважине.

2. Конструирование скважины

1. Определение диаметра фильтра; скважины.
2. Конструкция скважины для ударно-канатного и роторного бурения.
3. Геолого-технический разрез скважины.
4. Подбор станка для ударного и роторного способа бурения.
5. Технические указания по производству работ для ударного и роторного способа бурения.
6. Спецификация обсадных труб для ударного и роторного способа бурения. Выбор способа бурения.
7. Определение потребного количества материалов для устройства затрубной и межтрубной цементации скважины.

Пример выполнения расчетно-графической работы

1 РАСЧЕТ ВОДОЗАБОРА ИЗ ПОДЗЕМНОГО ИСТОЧНИКА

1.1 Оценка источника водоснабжения и схема водозабора из источника.

Сравнительная оценка водоносных пластов заданного геологического разреза (табл. 1.1) проводится по следующим показателям:

- Санитарное состояние и условия формирования источника;
- Глубины залегания водоносного пласта;
- Мощность пласта;

- Пьезометрический напор;
- Удельный дебет водоносного пласта;
- Коэффициент фильтрации водоносной породы.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения использование воды допускается только из источников, имеющих хорошее санитарное состояние и благоприятные условия формирования. В этом отношении наиболее чистым считаются, глубокозалегающие артезианские воды, надежно защищенные от внешнего загрязнения фильтрующими и водоупорными породами.

При прочих равных условиях наиболее целесообразно использовать водоносный пласт, обладающий достаточной мощностью и залегающий ближе к поверхности земли.

Литологический состав породы водоносного пласта учитывается с точки зрения выбора фильтра и надежности в работе водоприемной части скважины.

При отсутствии условий для без фильтровой скважины к эксплуатации следует принять, тот пласт, в котором можно запроектировать водоприемную часть скважины фильтром наиболее простой конструкции при высокой надежности и с большей пропускной способностью. Наиболее предпочтительней в этом отношении прежде всего водоносные пласты, сложенные трещиноватыми породами, галечниками, гравелистыми и крупными песками. Затем можно принять среднее, мелкие и в крайнем случае пылеватые пески.

Предпочтительным для эксплуатации является водоносный пласт, у которого при всех равных условиях пьезометрический напор больше, и статический уровень воды устанавливается ближе к поверхности земли.

Пьезометрический напор определяют как превышение статического уровня воды для водоносного пласта подошвой этого пласта.

Дебит водоносного пласта должен быть достаточным для покрытия максимальной суточной потребности в воде объекта водоснабжения, поэтому желательно иметь более высокий удельный дебет водоносного пласта и коэффициент фильтрации водоносной породы.

Удельный дебет водоносного пласта может быть определен по данным опытной откачки воды из разведочной скважины, как дебит приходящийся на один метр понижения уровня воды в скважине.

$$q = \frac{Q_{оп}}{S}, \text{ м}^2/\text{сут} \quad (1.1)$$

Коэффициент фильтрации водоносной породы определяется по эмпирической зависимости.

$$K_{\phi} = \frac{100 \cdot q}{m}, \text{ м/сут} \quad (1.2)$$

где m – мощность водоносного пласта, м.

Сравнительная оценка качества воды в водоносных пластах проводится в соответствии с требованиями стандарта на питьевую воду по отдельным показателям (табл. 1.2).

Для заданного геологического разреза сравнивают приведенные показатели по водоносным пластам (табл. 1.3) и на основании сравнительной оценки с указанием преимуществ и недостатков того или иного водоносного пласта делают окончательный вывод по выбору водоносного пласта к эксплуатации.

При качестве воды источника, соответствующего требованиям ГОСТ, нет необходимости в устройстве очистной станции. В этом случае в схему водозаборного узла входят следующие основные сооружения: водозаборные скважины, сборные резервуары, резервуары чистой воды, НС – 2 подъема, водоводы (рис. 1.1). На рис. 1.2 приведена схема подачи воды и скважины.

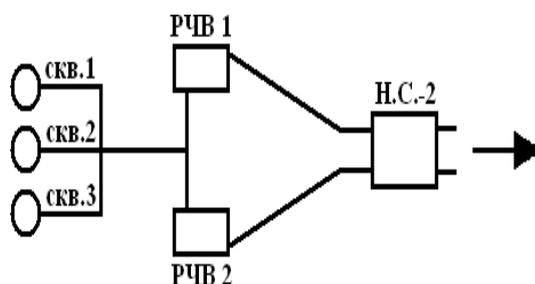


Рис. 1.1 Водоводы.

РЧВ – резервуар чистой воды; НС – 2 – насосная станция второго подъема;

СКВ - скважина

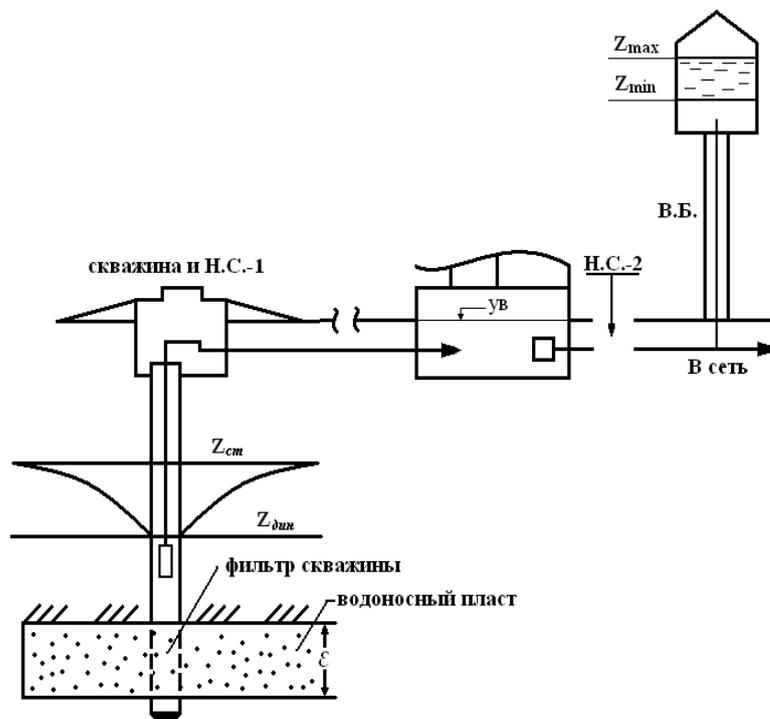


Рис. 1.2 Схема подачи воды из скважины.

1.2 Определение возможного притока воды в скважине.

Для выбранного к эксплуатации водоносного пласта статический напор

$H = 38,9$ м (выбираем 2 - ой пласт) и мощность $m = 28,9$ м

$H > m$ – напорный пласт; $H < m$ – безнапорный пласт;

Водоносный пласт является напорным, приток воды к скважине может быть представлен схемой (рис. 1.3).

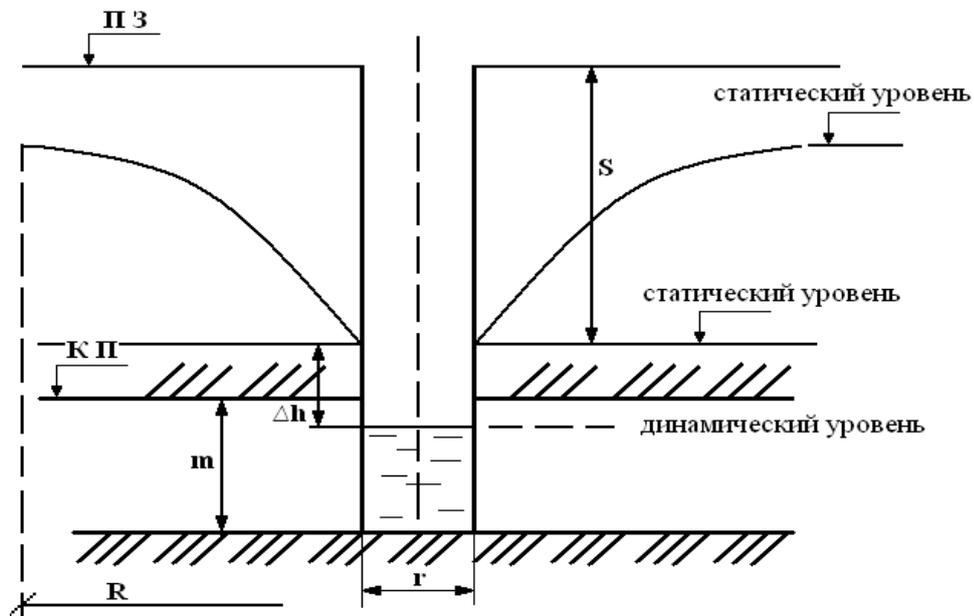


Рис. 1.3 Схема водоносного пласта.

Для предварительных и ориентировочных подсчетов принимают условия совершенных скважин. Дебит скважины определяется по формуле Дюпюи:

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot K_{\phi} \cdot \frac{m \cdot S}{\ln \frac{R}{r}}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (1.3)$$

где S – понижения воды при откачке, м;

R – радиус влияния скважины, м;

r – радиус скважины; $r = 0,1$ м;

m – мощность пласта, м;

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации.

Величину предельно допустимого уровня воды понижения в скважине для напорных вод, принимают по зависимости:

$$S_{\text{доп}} = H - (0,3 \div 0,5) \cdot m - \Delta h - h_n, \text{ м} \quad (1.4)$$

где:

H – пьезометрический (статический) напор в водоносном пласте, м;

Δh – разница между динамическим уровнем воды вокруг скважины, и в скважине скачек уровня: $\Delta h = \Delta h_{\phi} + \Delta h_n$

Δh_{ϕ} – потери напора в фильтре скважины находится в пределах (3÷5)м.

Δh_n – потери напора в щели между погружным насосом и обсадной (1÷3)м.

h_n – заглубление насоса под динамический уровень воды в скважине (5÷7)м.

При эксплуатации скважины, забирающей воду из напорного водоносного пласта, динамический уровень воды не должен опускаться ниже кровли пласта.

Следовательно $S_{\text{доп}} < 10\text{м}$.

При определении расчетного понижения уровня воды в скважине следует учитывать рекомендацию: $S_{\text{доп}} \leq 0,5H$.

Радиус влияния скважины для напорных вод определяется по формуле Зихардта:

$$R = 10 \cdot S \cdot \sqrt{K_{\phi}}, \text{ м} \quad (1.5)$$

Радиус водоприемной части скважины в предварительных расчетах принимают равным 0,1м.

После всех расчетов максимальный суточный дебет принимаем равным $Q_{\text{сут.макс}} = 2500 \text{ м}^3/\text{сут}$.

1.3 Определение требуемого количества скважин в водозаборе и расчет взаимодействия скважин.

Полученное значение дебита в скважине меньше расчетного суточного расхода системы водоснабжения. Следовательно, не обеспечивает потребность в воде для объекта.

Требуемое количество рабочих скважины определяется по формуле:

$$n = \frac{Q_{\text{сут.макс}}}{Q}, \text{ ШТ} \quad (1.6)$$

$$n = \frac{2500}{1442,9} = 1,7, \text{ шт}$$

Для водозабора принимаем две рабочих скважины.

В зависимости от количества рабочих скважин и категории водозабора принимают резервные скважины. В соответствии со СНиП принята одна резервная скважина. С целью полного захвата подземных вод и улучшение условия питания скважины грунтового водозабора располагают обычно в линию перпендикулярную направлению движения подземного потока.

Скважины не целесообразно устраивать на больших расстояниях одна от другой, так как при этом возрастает стоимость коммуникаций (водоводов). Оптимальное среднее расстояние между скважинами зависит от дебита скважин и характера водоносной породы.

Для водоносного пласта, сложного гравелистой и трещиноватой породой, расстояние между скважинами $2\delta = 250$ м, согласно СНиП.

При расстоянии между скважинами 2δ меньше чем удвоенный радиус влияния скважин, что приводит к увеличению понижения S при сохранении дебита.

$$2\delta < 2R$$

$$250 < 498$$

Действительное понижение в этом случае будет:

$$S_0 = \frac{Q_{\text{сут. max}}}{2 \cdot \pi \cdot K_{\phi} \cdot m} \cdot \left(\ln \frac{R}{r_{\text{пр}}} + \frac{1}{n} \cdot \ln \frac{\delta}{\pi \cdot r} \right), \text{ м} \quad (1.7)$$

Приведенный радиус системы водозабора для линейного ряда

$$r_{\text{пр}} = 0,37 l = 46,25 \text{ м}$$

$$l = \delta = 125 \text{ м}$$

1.4 Выбор и расчет фильтра скважины.

Водоприемную часть скважины в полускальных неустойчивых, рыхлых и зернистых породах оборудуют фильтром. Он служит для крепления стенок скважины в пределах водоносного пласта, и предупреждения выноса в скважину частиц водоносной породы.

Фильтр, являющийся одним из наиболее ответственных элементов водозабора скважины, должен обладать достаточной механической прочностью, химической стойкостью, хорошей пропускной способностью, долговечностью.

Тип и конструкцию фильтра выбирают в зависимости от характера водоносной породы, дебита скважины, условий и режима ее эксплуатации, качества воды. В соответствии с принятыми условиями для выбранного водоносного пласта принимают фильтр трубчатый.

Размеры фильтра определяют, исходя из условия допустимых скоростей движения воды, при поступлении ее из водоносного пласта в скважину.

$$F \geq \frac{Q_{\text{расч}}}{V_{\text{доп}}}, \text{ м}^2 \quad (1.8)$$

$$F \geq \frac{1250}{119,4} = 10,46, \text{ м}^2$$

$Q_{\text{расч}}$ – расчетный расход воды забираемой скважины $\text{м}^3/\text{сут}$;

F – площадь боковой поверхности фильтра по внешнему обмеру, м^2 ;

$V_{\text{доп}}$ – допустимая предельная скорость фильтрации, $\text{м}/\text{сут}$.

$$Q_{\text{расч}} = \frac{1}{2} \cdot Q_{\text{сут.макс}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Для фильтра с частице - задерживающими отверстиями по формуле С.К. Абрамова допустимая скорость отнесенная ко всей рабочей поверхности фильтра определяется:

$$V_{\text{доп}} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}, \text{ м/сут} \quad (1.9)$$

Площадь поверхности фильтра определяется:

$$F = \pi \cdot D_{\phi} \cdot l_{\phi}, \text{ м} \quad (1.10)$$

где:

D_{ϕ} – наружный диаметр фильтра, мм;

l_{ϕ} – длина рабочей части фильтра, м.

При мощности водоносного пласта $m \leq 10\text{м}$ длина фильтра определяется:

$$l_{\phi} = m - (1 \div 2), \text{ м} \quad (1.11)$$

При мощности больше 10м длина фильтра определяется:

$$l_{\phi} = m \cdot \alpha, \text{ м} \quad (1.12)$$

где:

α – находится в пределах от 0,6 до 0,9

Для фильтров заводского изготовления длина фильтра должна быть кратной длине секции фильтра по справочным данным (3 или 3,1м).

Принимаем кратность длины секции фильтра равной 3м $\Rightarrow l_{\phi} = 18 \text{ м}$.

После принятия длины фильтра и известной мощности пласта определяем диаметр фильтра.

$$D_{\phi} \geq \frac{Q_{\text{расч}}}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot V_{\text{доп}}}, \text{ м} \quad (1.13)$$

$$D_{\phi} \geq \frac{1250}{3,14 \cdot 18 \cdot 119,4} = 0,185 \text{ м}$$

По полученному расчетному диаметру из справочника Логинова принимаем следующую марку и тип развития фильтра:

Принимаем фильтр трубчатый	Т – 6Ф.ІВ
Наружный диаметр, мм	188
Внутренний диаметр, мм	152
Длина секции, мм	3100
Масса, кг	91
Скважность %	14-20

1.5 Расчет и подбор скважных эксплуатационных насосов.

Для подъема воды из буровых скважин с заглубленным динамическим уровнем воды, от поверхности земли более 30÷40м наибольшее распространение получили глубинные насосы с погружным электродвигателем типа ЭЦВ АП и т.д. Насосы подбираются по расходу и напору. Подача насоса равна расчетному расходу воды из скважины в технической характеристике насоса указывается м³/час.

Для принятых условий $Q_{\text{расч}} = 1250 \text{ м}^3/\text{сут} = 52,08 \text{ м}^3/\text{час}$

Расчетный напор насоса:

$$H_{\text{расч}} = H_{\text{г}} + S_0 + h_{\text{н}} + \sum h, \text{ м} \quad (1.14)$$

$$H_{\text{расч}} = 86 + 10,37 + 7 + 10 = 113,37, \text{ м}$$

где:

$H_{\text{г}}$ – геометрическая высота, м;

S_0 – действительное понижение уровня воды в скважине с учетом взаимодействия рабочих скважин, м;

$h_{\text{н}}$ – заглубление насоса под динамический уровень (5÷7)м;

$\sum h$ – сумма потерь напора в водоподъемных трубах в водоводе от скважины до сборного резервуара принят 10м.

Принимаем по данным насос марки	
Марка	ЭЦВ10-63-110
Подача, м ³ /час	63
Напор, м	110
Мощность электродвигателя, кВт	32
Частота вращения, об/мин	2920
КПД, %	70
Гарантийный срок службы, лет	0,9
Внутренний диаметр	
обсадной колонны, мм	234
Масса, кг	358

2. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИНЫ

2.1 Требования к конструкции и основные конструктивные элементы.

Конструкция скважины определяется геологическими условиями, способом бурения, требованиями эксплуатации и санитарной охраны источника. При разработки конструкции скважины учитывают следующие требования:

- Скважина должна обеспечить расчетный расход при минимальной глубине до динамического уровня воды, т.е. минимальное понижение;
- Диаметр эксплуатационной колонны должен быть достаточным для выбранного погружного насоса;
- В ствол скважины не должны проникать поверхностные воды вода из других водоносных пластов;
- Скважина должна быть закреплена наименьшим количеством колон обсадных труб;
- Конструкция скважины должна быть не сложной, удобной для эксплуатации и проведения ремонтных работ.

Основные конструктивные элементы скважины: оголовок, ствол, водоприемная часть.

Оголовок скважины служит для оформления устьевого части и предотвращения попадания поверхностной воды. В оголовке, который выполняется в виде наземного павильона или подземной камеры НС-1. В оголовке размещается устье скважины, регулирующая и защитная арматура, измерительные приборы, электрооборудование.

Стол скважины представляет собой колонну обсадных труб одного или нескольких диаметров, закрепляющих стенки скважины.

Водоприемная часть, как правило, оборудована фильтром, который служит для закрепления ствола скважины в пределах водоносного пласта и для приема воды за счет инфильтрации из водоносного пласта в скважину.

2.2 Конструирование водоприемной части.

Водоприемная часть скважины (рис.2.1) – это основная часть, от которой зависит нормальная эксплуатация и эффективность работы всего водозабора.

Водоприемная часть состоит из: фильтра; отстойника; надфильтровой трубы с фигурным вырезом в верхней части (замком) для спускового ключа.

В отстойнике, расположенном ниже рабочей части фильтра, оседают и скапливаются частицы породы, попадающие в скважину через фильтр из водоносного пласта при откачке воды. Обычно длину отстойника принимают не более 2 м.

При небольшой мощности пласта (если меньше или равно 10м) для установки отстойника скважину заглубляют в подошву пласта. Отстойник изготавливается из глухой обсадной трубы, соединенной с каркасом фильтра и закрытой нижней части для предотвращения засасывания песка в скважину при откачке воды.

Надфильтровая труба представляет собой патрубок длиной до 5м с герметизирующим сальником, который прикрывает зазор. Сверху надфильтровая труба заканчивается муфтой с фигурным вырезом. Размеры основных конструктивных элементов в водоприемной части определяют или расчетом (размеры фильтра) или назначают конструктивно, учитывая мощность водоносного пласта, его литологический состав и другие условия (табл. 2.1).

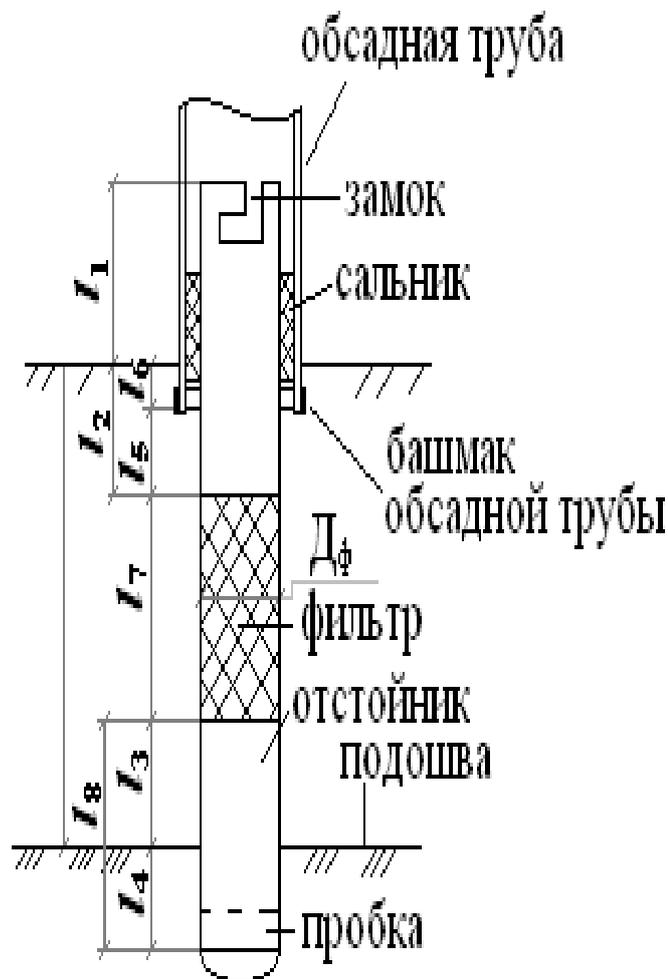


Рис. 2.1 Схема водоприемной части скважины

2.3 Конструирование эксплуатационной колонны.

Конструирование эксплуатационной колонны начинается с определения ее конечного диаметра, из условия возможности установки и смены фильтра. Конечный внутренний диаметр колонны при бурении скважины ударным способом должен быть больше наружного диаметра фильтра не менее чем на 50мм (при обсыпке фильтра гравием 100мм), а при роторном способе не менее чем на 100мм.

Внутренний диаметр основной эксплуатационной колонны зависит так же от типа принятого водоподъемного оборудования. При использовании погружного насоса, диаметр колонны зависит от внешних размеров насоса. Необходимый запас (50÷100мм) или внутренний диаметр обсадной колонны указан в характеристике погружного насоса.

Диаметры и количество колон обсадных труб принимают в зависимости от глубины скважины и способа ее бурения.

При роторном способе бурения глубиной до 250-300 м желательно проектировать одноколонную скважину. В этом случае обсадная колонна состоит из направляющей трубы (кондуктора) длиной до 10м, по

возможности углубленной в плотные породы на 1,5-2м и эксплуатационные колоны обсадных труб доходящих до водоносного пласта.

Ударно-канатное бурение позволяет закрепить одной колонной труб участок скважины обычно не более 50м.

При большой глубине скважину крепят обсадными трубами нескольких диаметров расположенных в телескопических. Внедрение башмака каждой колоны обсадных труб в водоупорный пласт должно составлять 2÷3м. Длина захода колоны меньшего диаметра в обсадную трубу большего диаметра принимается до 5м. Если в пределах допустимого выхода колонны не встречаются плотные водоупорные слои, выход колонны принимают 40-50м, а в нижней части устраивают глиняную (цементную) искусственную пробку высотой до 2-3 метров.

Разница между диаметрами предыдущих и последующих колон обсадных труб принимается: при ударно-канатном бурении принимается не менее 50мм, а при роторном не менее 100мм, с округлением до ближайшего стандартного диаметра.

После окончания бурения скважины промежуточные колоны труб, кроме кондукторной и эксплуатационной могут быть извлечены.

2.4 Составление геологического разреза скважины.

В геологическом разрезе скважин дается описания характеристик горных пород по заданному геологическому разрезу, указываются категории пород по буримости, выделяется принятый эксплуатационный пласт с ожидаемым статическим уровнем воды. Показывается конструкция скважины указываются диаметры и глубины обсадки для каждой колоны труб. Колоны обсадных труб, которые будут извлечены по окончанию бурения показывают пунктиром, а оставленные в скважине сплошной линией.

3 СТРОИТЕЛЬСТВО СКВАЖИННОГО ВОДОЗАБОРА

3.1 Выбор способа бурения.

Бурение скважины на воду осуществляется обычно роторным или ударно канатным способом.

Роторный способ рекомендуется:

- при бурение скважин глубиной более 100 - 150м;
- при хорошо изученном геолого-гидрогеологическом разрезе участка бурения;
- при вскрытии заранее разведанных и опробованных водоносных пластов;
- при возможности доставки воды и глины к месту бурения;
- для вскрытия высоконапорных водоносных пластов у которых статический уровень воды устанавливается не менее чем на 30м выше отметке водоупорной кровле;
- в случае возможности быстрого восстановления водоотдачи водоносного пласта заглинизированного в процессе бурения.

К главному недостатку роторного способа относится глинизация водоносного пласта при бурение.

Ударно-канатный способ рекомендуется:

- при сооружений скважин с большим начальным диаметром более 400мм;
- при глубине бурения скважин менее 100÷150м;
- при бурение в районах с недостаточно изученными гидрогеологическими условиями;
- при частом перислаивании водоносных пластов.

Основные преимущества ударно-канатного способа бурения перед роторным заключается в том, что проходимые водоносные породы считаются чистыми от посторонних примесей, не снижается их водоотдача и имеется возможность опробование встречных водоносных пластов.

К существенным недостаткам ударно-канатного способа бурения относятся сравнительно небольшая скорость бурения (в 3-4 раза меньше чем при роторном способе), ограниченность глубины, большой расход обсадных

труб и более высокая строительная стоимость скважины при одинаковой глубине.

Расчеты потребности в трубах и муфтах для обсадки скважины при ударном и роторном способе бурения представлены в таблице 3.1.

Параметры обсадных труб и муфт приняты из справочника при определении числа муфт длина обсадных труб принята условно по 10м. Часть промежуточных колон, извлекаемых из скважины после бурения ударно-канатным способом, в расчетах не учитываются.

3.2 Технология строительства скважинного водозабора.

3.2.1 Подготовительные работы.

Расчищают и выравнивают площадку под буровую установку и оборудование. Она должна находиться на расстоянии не менее 30м от ближайших зданий, сооружений, линий электропередач, шоссеиных дорог.

К площадке прокладывают дорогу. На расстоянии 20-25м устья скважины располагают вагончик для буровой бригады. В 30-40м от буровой установки устраивают склад топливно-смазочных материалов. В непосредственной близости от буровой установки и насоса оборудуют циркуляционную систему.

Если породы рыхлые, то на месте заложения скважины отрывают шурф длиной 1,5-2м. в него устанавливают направляющую трубу. Пространство между стенками шурфа и направляющей трубой забрасывают битым камнем и заливают цементным раствором. Верхний конец направляющей трубы должен возвышаться над поверхностью земли не менее чем на 5-10см.

Монтаж буровой установки начинают с заземления ее оборудования. Пока установка не заземлена, запуск генератора запрещается.

Перед началом бурения проверяют исправность всех узлов буровой установки наличие необходимого оборудования, инструменты и материалов. Затем приступают к подъему мачты. Поднимают ее домкратом очень плавно. Ноги ее соединяют с рамой буровой установки хомутами. Затем мачту закрепляют четырьмя канатными растяжками за якоря. Натяжение растяжек должно быть равномерным. Его регулируют стяжными гайками. Приводной шкиф насоса с контрприводом буровой установки УРБ-ЗАМ соединяют клиноременной передачей. Привод глиномешалки осуществляют от электродвигателя.

Для большей устойчивости установки во избежание вибрации под раму автомобиля ставят переносные домкраты.

3.2.2 Технология бурения.

Скважину начинают бурить при минимальной частоте вращения бурового снаряда. Углубив скважину на 3-4 м, извлекают долото на поверхность и отсоединяют направляющую обсадную трубу и центрируют. Если неустойчивые мягкие породы залегают на глубине менее 8 м, скважину бурят до слоя плотных пород углубляются в него на 0,5-1 м, а затем уже устанавливают направляющую трубу. Затрубное пространство заливают цементом до устья скважины. Через 12 часов продолжают бурение. В начале в скважину опускают долото с одной или несколькими утяжеленными трубами, а за ними – колонну бурильных труб. На верхнюю бурильную трубу навинчивают ведущую трубу с вертлюгом – сальником. Включают буровой насос и опускают вращающийся буровой снаряд на забой. После углубления скважины на длину рабочей части ведущей трубы буровой снаряд наращивают. Когда механическая скорость углубления скважины начнут резко уменьшаться, бурение прекращают.

Забой и ствол скважины промывают от шлама. В неустойчивых породах для крепления скважины в процессе бурения ее ствол заполняют промывочной жидкостью. Возникающее при этом электростатическое давление столба жидкости предотвращает обрушение стенок и позволяет непрерывно бурить достаточно большой слой породы без крепления ствола обсадными трубами. Обсадными трубами скважину крепят по окончании бурения. Буровой снаряд поднимают на поверхность и по необходимости проводят замену долота. Новый буровой снаряд опускают в забой и продолжают бурить.

К основным параметрам роторного бурения относят осевую нагрузку на породоразрушающий инструмент, частоту бурового снаряда и расход очистного агента. Различают оптимальный, рациональный и специальный режимы бурения. Выбирают режим бурения в зависимости от геологических условий и физико - механических свойств пород в которых сооружают скважину, типа и диаметра породоразрушающего инструмента, состояния оборудования и инструмента, глубины скважины, цели бурения.

Оптимальный режим обеспечивает получение наилучших технико-экономических показателей бурения.

Рациональный режим назначают с учетом технических возможностей бурового оборудования и инструмента.

Специальный режим применяют для получения заданных показателей бурения или для решения специальных задач (бурение в зонах геологических

осложнений, на контактах твердых и мягких пород в водоносных горизонтах).

3.2.3 Крепление скважины обсадными трубами.

Перед спуском в скважину обсадных труб их ствол равномерно прорабатывают тем же буровым снарядом, которым бурили скважину. Затем ствол и забой промывают от шлака свежим глинистым раствором. Обсадные трубы тщательно промеряют, проверяют резьбовые соединения. На нижнюю трубу навинчивают тонкостенный стальной башмак с направляющими насадками. В нижней части обсадной колонны устанавливают обратный клапан, он препятствует поступлению глинистого раствора из скважины внутрь обсадной колонны. Опускают обсадные трубы в скважину плавно, без перерывов в работе. Одну трубу навинчивают на другую полностью обсадную колонну не доводят до забоя на 0,5-1м. Затем ее закрепляют под устьем хомутами или элеваторами. На верхний конец колоны навинчивают цементировочную головку. Еще раз промывают скважину и цементируют затрубное пространство. Колонны асбесто - цементных труб крепят скважину так же, как и колонны стальных.

3.2.4 Тампонирувание скважин и разглинизация водоносного пласта.

По зазорам между стенками скважин и закрепляющими их обсадными трубами, между колоннами обсадных труб в эксплуатируемый водоносный горизонт могут проникать загрязненные поверхностные и подземные воды, кроме того вода может уходить в неэксплуатируемые водоносные горизонты, изливаться на поверхность, что приводит к истощению подземных водных ресурсов. При роторном бурении зазор между стенками скважины и обсадными трубами образуется в следствии их бурения долотом. Тампонирувание предотвращает не производительные расследования и загрязнения водоносных горизонтов.

Существует несколько видов тампонирувания:

- задавливание обсадных труб в пласт жирной глины – простой способ;
- задавливание колонны обсадных труб в пласт фильтрующей колонны, в слой жирной глины – применяют при ударном бурении;

- тампонирувание с нижней пробкой – применяют при роторном бурении;
- тампонирувание с подачей цементного раствора;
- цементация затрубного пространства с двумя разделительными пробками;
- манжетное тампонирувание.

Глинистый раствор, подаваемый в скважину при бурении водоносного горизонта, откладывается в виде глинистой корки на ее стенках и проникает в трещины, поры водоносной породы. Глинистая корка предохраняет стенки скважины от разрушения в процессе бурения. По окончании сооружения скважины ее необходимо удалять, так как она уменьшает отдачу водоносного горизонта в два и более раза

Процесс удаления из скважины глинистой корки и мелких частиц песка называют разглинизацией.

3.2.5 Оборудование скважин фильтром.

Перед спуском фильтра необходимо проверить глубину скважины. Если глубина скважины после прекращения бурения не уменьшилась, то фильтр можно устанавливать на колонне бурильных труб, имеющей вместе с фильтром длину, которая соответствует замерной глубине скважины.

Фильтровую колонну опускают медленно и плавно с помощью специального ключа.

При наличии на забое обвалившейся породы его очищают желонкой, а потом плавно опускают фильтр.

Если скважина сооружена роторным способом, то в начале ее прорабатывают долотом. В скважины роторного бурения в условиях когда водоносный горизонт сложен чистыми песками, фильтр можно устанавливать с помощью лифта.

Скорость посадки лифта 4-6 м в час. В скважинах роторного бурения с обратной промывкой рекомендуется устраивать гравийные фильтры умеренного контура.

3.3 Подбор буровых механизмов и инструментов.

Трехшарошечные долота получили наибольшее распространение при бурении скважин на воду. В зависимости от конструкции корпуса трехшарошечные долота делятся на две группы:

Группа А – секционные долота; диаметром от 93 до 320 мм, их корпус сваривается из отдельных секций резьбовым ниппелем;

Группа Б - цельнокорпусные, к литому корпусу которых привариваются лапы, присоединительная резьба – муфтовая, диаметром от 360 до 490 мм.

В зависимости от конструкции имеется несколько типов долот для бурения различных пород которые обозначаются буквами:

М –мягких и вязких пород;

МС – мягких с пропласками пород средней твердости;

С – средней твердости;

Т – твердых и абразивных;

ТК – с пропласками крепких и абразивных пород;

К – крепких и абразивных пород;

ОК – самых крепких и абразивных пород.

На торце ниппеля или боковой поверхности муфты долота маркируют: условный индекс завода изготовителя, порядковый номер, дату выпуска и клеймо ОТК завода. Нельзя допускать срабатывания долота до состояния близкого к аварийному. Правильность выбранного режима бурения и момента подъема долота с забоя оценивается осмотром изношенного долота.

Тип долота зависит от характеристики породы. Лопастные долота режущегося типа предназначены для бурения скважин различных диаметров вращательным способом в мягких породах и породах средней твердости.

Утяжеленные бурильные трубы (УБТ) предназначены для увеличения массы нижней части бурильной колонны и повышения нагрузки на долото. УБТ обеспечивает уменьшение искривления скважины. Рабочие трубы передают вращения от ротора станка к бурильным трубам и режущему инструменту.

Замки для бурильных труб служат для соединения труб между собой. С соответствии с ГОСТ замки изготавливают с широким проходным отверстием ЗШ, с нормальным проходным отверстием ЗН, и с уширенным ЗУ с правой и левой резьбой.

- подача насоса	32 л/сек
- масса бурового блока, т	24,1

3.4 Расчеты специальных работ.

3.4.1 Определение количества и компонентов промывочного раствора.

При роторном бурении измельченную породу извлекают из скважины путем промывки забоя. В качестве промывочной жидкости, чаще всего, применяют глинистый раствор, представляющий собой смесь воды и тонкой глины. Качество глинистого раствора характеризуется: плотностью, вязкостью, водоотдачей и допустимым содержанием песка.

Плотность зависит от концентрации глины в растворе. От нее зависит взвешивающее давление и давление жидкости на стенки скважины. При бурении скважин на воду применяют глинистый раствор с $\gamma = 1,02 - 1,3 \text{ г/см}^3$.

Вязкость характеризует способность раствора выносить буровой шлам из скважины и удерживать его во взвешенном состоянии.

Вязкость глинистого раствора должна быть 16 – 30сек.

Водоотдача характеризует способность глинистого раствора отдавать воду в рыхлые пористые породы и создавать на их поверхности глинистую корку. Глинистый раствор должен иметь водоотдачу 5-10см³. Количество песка в растворе должно составлять не более 4%. Плотность глины в не разрушенном состоянии составляет 2,3 – 2,7т/м³ в раздробленном 1,7 – 19т/м³.

Объем глинистого раствора для бурения одной скважины принимают равный двойному геометрическому объему скважины с учетом 10% потерь на поглощение:

$$W = 2,2 \cdot \frac{\pi \cdot D_{\text{СКВ}}^2}{4} \cdot H_c, \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

$$W = 2,2 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,373^2}{4} \cdot 128 = 30, \text{ м}^3$$

H_c – полная глубина скважины с учетом заглубления отстойника в подошву породы, м.

Масса глины для приготовления глинистого раствора:

$$M = W \cdot \left(1 - \frac{\gamma_{\text{гл.раств}} - \gamma_{\text{в}}}{\gamma_{\text{г}} - \gamma_{\text{в}}} \right), \text{ м}^3 \quad (3.3)$$

$$M = 30 \cdot \left(1 - \frac{1,2 - 1}{2,5 - 1} \right) = 26, \text{ м}^3$$

$\gamma_{\text{в}}$ – воды, 1гр/см³.

3.4.2 Расчет цементации затрубного пространства скважины.

Объем цементации раствора необходим для создания цементного кольца:

$$W_{\text{ц.р.}} = 0,785 \cdot K_{\text{ц}} \cdot \left[(D_{\text{скв}}^2 - D_{\text{э}}^2) \cdot H_{\text{э}} + (D_{\text{н}}^2 - D_{\text{к}}^2) \cdot H_{\text{к}} \right], \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

где:

$D_{\text{скв}}$ – диаметр скважины в пределах эксплуатационной колонны, м;

$D_{\text{э}}$ – наружный диаметр эксплуатационных колон, м;

$H_{\text{э}}$ – заглубление эксплуатационных колон от поверхности земли, м;

$D_{\text{н}}$ – диаметр бурения под кондукторную колонну, м;

$D_{\text{к}}$ – наружный диаметр кондукторной колоны, м;

$H_{\text{к}}$ – заглубление кондукторной колоны, м;

$K_{\text{ц}}$ – коэффициент учитывающий потери и дополнительный расход раствора 1,2 -1,3;

Масса сухого цемента для приготовления цементного раствора определяется:

$$M_{\text{ц}} = W_{\text{цр}} \cdot \frac{\gamma_{\text{ц}}}{1 + \frac{B}{\text{Ц}} \cdot \gamma_{\text{ц}}}, \text{ Т} \quad (3.5)$$

$$M_{\text{ц}} = 5,685 \cdot \frac{3,15}{1 + 0,5 \cdot 3,15} = 6,95, \text{ Т}$$

где

$\gamma_{\text{ц}}$ – плотность сухого цемента 3,15т/м³;

В/Ц – водоцементное отношение 0,5.

Объем воды на приготовление раствора:

$$W_{\text{в}} = M_{\text{ц}} \cdot B/\text{Ц}, \text{ м}^3 \quad (3.6)$$

$$W_{\text{в}} = 6,95 \times 0,5 = 3,478 \text{ м}^3$$

Объем жидкости для выдавливания цементного раствора из скважины при цементации затрубного пространства определяется:

$$W_{\text{выд}} = 0,785 \cdot d_{\text{з}}^2 \cdot (H_{\text{з}} - h_{\text{пр}}), \text{ м}^3$$

$$W_{\text{выд}} = 0,785 \cdot 0,279^2 (97,5 - 2) = 5,835, \text{ м}^3$$

$d_{\text{з}}$ – внутренний диаметр эксплуатационной колонны, м;

$h_{\text{пр}}$ – высота цементной пробки 1 – 3м.

3.5 Зоны санитарной охраны.

Для защиты водозаборов из подземных источников, а загрязнения вокруг них устраивают зоны санитарной охраны, они делятся на 3 пояса:

1 пояс – зона строгого режима, охватывает территорию на которой находится водозаборное сооружение Н.С. и резервуара чистой воды, а так же в случае необходимости очистная станция и водонапорная станция. Границы первого пояса при использовании хорошо защищенных подземных вод устанавливаю на расстояние 30м от водозаборного сооружения согласно СНиП границей первого пояса находятся в пределах от 30 до 50м. Участок должен быть спланирован для отвода подземных вод за его пределы. Защищен забором и зелеными насаждениями и находится под постоянным наблюдением в границах участка, запрещено любое строительство кроме необходимого водозаборного узла, запрещено нахождение посторонних лиц применений удобрений, ядохимикатов. При групповых водозаборах зону строго режима устанавливаю для каждого сооружения отдельно.

2 и 3 пояса – это зоны ограничений для защиты от бактериологического и химического загрязнения соответственно.

В зоне ограничений должны быть устранены все возможные причины загрязнений водоисточника, с этой целью проводят благоустройство территорий, томпанируют заброшенные скважины. На территории запрещено размещать промышленные объекты, проводить строительные и земляные, горные и другие работы. Нарушающие гидрогеологическую обстановку применять ядохимикаты всех видов.

Границы зоны ограничений устанавливаю из условия чтобы времени движения бактериальных загрязнений было не менее 200 суток, химические загрязнения не могли достичь водозабора в течение всего его расчетного срока ее эксплуатации.

При проектировании зон санитарной охраны достаточно определить границы 1 и 3^{го} поясов.

Для группового скважинного водозабора границы зон ограничения должны включать территорию депрессионного поля на площади размещения всех скважин.

Границы внешнего пояса рассчитываемые на защиту от химического загрязнения могут быть определены графоаналитическим способом по координаторам точек нейтральной кривой.

$X = 2y$	$Y = 0,426 Q/q$	$X = 2377$	$Y = 11188,75$
$X = y$	$Y = 0,375 Q/q$	$X = 1046,43$	$Y = 1046,43$
$X = 0,5y$	$Y = 0,323 Q/q$	$X = 450,66$	$Y = 901,33$

X = 0	Y = 0,25 Q/q	X = 0	Y = 697,62
X = -0,5y	Y = 0,177 Q/q	X = -246,96	Y = 493,9
X = -y	Y = 0,125 Q/q	X = -348,8	Y = 348,8
X = -2y	Y = 0,074 Q/q	X = -412,99	Y = 206,5
Y = 0	X = X _н = -0,159 Q/q	X = -443,69	Y = 0

$$X_a = \frac{Q \cdot \bar{X}}{2 \cdot \pi \cdot q} = 3538 \text{ м} \quad (3.8)$$

Q – расчетный суммарный расход водозабора, м³/сут;

\bar{X} – критерий моделирования, 8 ;

q – удельный расход естественного потока подземных вод определяется как:

$$q = K_{\phi} \cdot m \cdot I, \text{ м}^2/\text{сут} \quad (3.9)$$

$$i = 0,005$$

$$q = 6,2 \times 28,9 \times 0,005 = 0,9 \text{ м}^2/\text{сут}$$

Положительные координаты X приняты в направлении противоположном движению подземного потока.

Отрицательные координаты X по движению координаты приняты по створу скважины в направлении от крайних скважин и внешней территорий.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации

Брянская Государственная Сельскохозяйственная Академия

Кафедра «Природообустройства и водопользования»

Студент

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

По дисциплине «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения»

Тема: «*Проектирование водозабора из подземного источника*»

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

1. Расчетное водопотребление $Q_{\text{сут.мах}} = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/сут
2. Предполагаемый геологический разрез скважины №
3. Основные характеристики водоносных пластов и качества воды

Основные характеристики	Данные для водоносных пластов		
	1	2	3
Статический уровень воды (от поверхности земли), Н _г , м			
Понижение при опытной откачке, S _{оп} , м			
Дебит откачки, Q _{оп} , м ³ /сут			
Запах и привкус воды, балл	3		1
Общая жесткость, мг- экв/л			
Сухой остаток, мг/л	360	750	820
Содержание солей железа, мг/л	1,2	0,5	0,6
Содержание фтора, мг/л			
Содержание нитратов, мг/л	60	15	10
Активная реакция, рН			

СОСТАВ ЗАДАНИЯ

Для выбранного водоносного пласта произвести расчет водозабора из скважин, разработать конструкцию и технологию бурения скважин.

Преподаватель _____

Таблица 1. Геологический разрез буровой скважины №1

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1.	Супесь желтовато-бурая	10,5	10,5	
2.	Суглинок моренный бурый	8,0	18,5	
3.	Глина черная илистая плотная	12,5	31,0	
4.	Мергель серовато-голубой глинистый	23,5	54,5	
5.	Песок желтый водоносный	30,0	84,5	1
6.	Глина серая песчаная	14,5	91,0	
7.	Плотный глинистый сланец	20,0	119,0	
8.	Известняк серый разрушенный водоносный	21,0	140,0	2
9.	Глина серо-голубая плотная	7,0	147,0	
10.	Известняк белый плотный	12,5	159,5	
11.	Глина синяя песчаная	8,0	167,5	
12.	Песок крупнозернистый водоносный, с неокатанной галькой	12,5	180,0	3
13.	Глина голубовато-серая плотная, песчаная	34,0	214,0	

Таблица 2. Геологический разрез буровой скважины №2

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Растительный слой	1	1	
2	Суглинок бурый	8	9	
3	Песок серовато-желтый с примесью ила	6,5	15,5	
4	Суглинок бурый известковатый	12	27,5	
5	Глина серая светлая мергелистая	26,5	54	
6	Песок крупный светлый водоносный	20	74	1
7	Глина серая сланцевая	15	89	
8	Мергель светло-серый	23	112	
9	Кварцит буроватый	26	138	
10	Песчаник желтовато-серый трещиноватый водоносный	12	150	2
11	Мергель серовато-голубой глинистый	8	158	
12	Глина мергелистая светло-серая	12	170	
13	Известняк плотный	6	176	
14	Песок среднезернистый водоносный	14	190	3
15	Глина серовато-голубая плотная	16	206	

Таблица 3 Геологический разрез буровой скважины №3

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Чернозем с примесью глины	8,7	8,7	
2	Глина плотная с белоглазкой	15,3	24	
3	Мергель белый	13,7	37,7	
4	Песок белый сухой	8,3	46	
5	Песок желтый водоносный	10,8	56,8	1
6	Глина синевато-серая песчанистая	15,9	72,7	
7	Мергель плотный белый	16,1	88,8	
8	Глина песчанистая синяя с включениями	12,3	101,1	
9	Песок синевато серый слегка глинистый пливун	31,1	132,2	
10	Песчаник сильно известковый трещиноватый водоносный минерализованный	9,4	141,6	2
11	Мел белый плотный	12,2	153,8	
12	Известняк песчанистый плотный	16,3	170,1	
13	Песок светло-серый сухой	5,6	175,7	
14	Глина синяя песчанистая	9,3	185	
15	Песок крупнозернистый водоносный с неокатанной галькой	18,5	203,5	3
16	Глина черная, плотная	9,0	212,5	

Таблица 4. Геологический разрез буровой скважины № 4

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Суглинок легкий	8	8	
2	Мел белый плотный	16,5	24,5	
3	Мергель серовато-голубой глинистый	21	45,5	
4	Глина темная илистая сланцеватая	30,5	76	
5	Доломит трещиноватый с прослойками песка, водоносный	40	116	1
6	Глина серая плотная	37	153	
7	Песок желтый крупнозернистый галечниковый, водоносный	17	170	2
8	Плотный глинистый сланец	15,5	185,5	
9	Доломит разрушенный с прослойками песка и глины	6,5	192	
10	Глина серая плотная песчаная	7	199	
11	Известняк серый рыхлый песчанистый, водоносный	11	210	3
12	Глина черная плотная песчанистая	10	220	

Таблица 5. Геологический разрез буровой скважины № 5

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Супесь желтовато-бурая	8,5	8,5	
2	Суглинок моренный бурый, известковистый	12	20,5	
3	Глина плотная жирная с прослойками песка	16	36,5	
4	Песок светло-серый водоносный	31,5	68	1
5	Глина черная илистая сланцеватая	22,5	90,5	
6	Мергель серо-голубой сильно глинистый	17,5	108	
7	Глина серая плотная	8,5	116,5	
8	Известняк песчанистый	14	130,5	
9	Глина серая песчанистая	9,5	140	
10	Плотный глинистый сланец	22	162	
11	Песчаник трещиноватый водоносный	18	180	2
12	Глина серая с прослойками песка	11,5	191,5	
13	Глина плотная серо-голубая	14,5	206	
14	Песок крупнозернистый водоносный	14	220	3
15	Песчаник плотный	8	228	

Таблица 6. Геологический разрез буровой скважины № 6

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Супесь желтовато-бурая	10,6	10,6	
2	Суглинок моренный бурый	8,6	19,2	
3	Глина черная илистая плотная	12,7	31,2	
4	Мергель серовато-голубой сильно глинистый	13,7	45,6	
5	Песок желтый водоносный	14,2	59,8	1
6	Глина серая песчанистая	8,8	68,6	
7	Плотный глинистый сланец	10,5	79,1	
8	Плотный песчаник на известковом цементе	16,9	96,0	
9	Известняк серый глинистый разрушенный водоносный	28,9	124,9	2
10	Глина серовато-голубая плотная	28,4	153,3	
11	Мел белый	12,3	165,6	
12	Кварцит буровато-серый	10,3	175,9	
13	Известняк белый плотный	6,7	182,6	
14	Глина синяя песчаная	2,4	185,0	
15	Песок крупнозернистый водоносный с неокатанной галькой	18,5	203,5	3
16	Глина черная плотная	9,0	212,5	

Таблица 7. Геологический разрез буровой скважины № 7

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Растительный слой	1,7	1,7	
2	Суглинок бурый	7,9	9,6	
3	Песок серовато-серый с примесью ила	6,2	15,8	
4	Суглинок моренный, бурый сильноизвестковый	10,3	21,6	
5	Глина светло-серая с примесью песка	16,2	42,3	
6	Песок светлый водоносный	17,3	59,6	1
7	Глина черная сланцеватая слюдистая	15,0	74,6	
8	Мергель светло серый	18,6	93,6	
9	Мел белый	15,9	109,1	
10	Песчаник желтовато серый трещиноватый водоносный	10,0	119,1	2
11	Мергель светло-голубой сильно глинистый, рыхлый	27,6	146,7	
12	Глина мергелистая, светло-серая	9,3	156	
13	Известняк светло-серый плотный	8,9	164,9	
14	Пески среднезернистые водоносные	17,9	182,8	3
15	Глина серовато-голубая плотная	10,6	193,4	

Таблица 8. Геологический разрез буровой скважины № 8

№ пласта	Геологическая характеристика породы	Мощность пласта, м	Глубина залегания подошвы пласта, м	Водоносный пласт № (от поверхности)
1	Насыпь с валунами и галькой	4,7	4,7	
2	Супесь желтовато-бурая	8,4	13,1	
3	Суглинок маренный, бурый известковистый	8,6	21,7	
4	Песок светло-серый с мореной, водоносный	5,8	27,5	1
5	Глина черная илистая сланцеватая	12,1	39,6	
6	Мергель серовато-голубой сильно глинистый	13,7	53,3	
7	Песчаник сильно известковый, трещиноватый водоносный	17,6	70,9	2
8	Глина синевато-серая песчанистая	16,8	87,7	
9	Плотный глинистый сланец	18,3	106	
10	Известняк песчанистый	24,7	130,7	
11	Плотный песчаник на известняковом цементе	27,6	158,3	
12	Глина плотная серовато-голубая	13,4	171,7	
13	Песок крупно-зернистый галичниковый водоносный	29,6	201,3	3
14	Песчаник плотный	12,3	213,6	

Таблица 9. Типы и конструкции фильтров в зависимости от характера породы водоносного горизонта и глубины скважины

Водоносные породы	Типы и конструкции фильтров
Полускальные неустойчивые щебенистые и галечниковые с преобладающей крупностью частиц щебня и гальки от 20 до 100 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые фильтры с круглой и щелевой перфорацией. Стержневые фильтры
Гравий, гравелистый песок с крупностью частиц от 1 до 10 мм и с преобладающей крупностью частиц от 2 до 5 мм (более 50 % по массе)	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
Пески крупные, с преобладающим размером частиц 1 – 2 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые фильтры с щелевой перфорацией, с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, штампованного стального листа или из сетки квадратного плетения. Стержневые фильтры с водоприемной поверхностью из проволочной обмотки, стального штампованного листа или сетки квадратного плетения
Пески средние, с преобладающей крупностью частиц от 0,25 до 0,5 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые и стержневые фильтры с водоприемной поверхностью из сеток гладкого (галунного) плетения. Трубчатые и стержневые фильтры с однослойной гравийной обсыпкой (гравийные фильтры)
Пески мелкие, с преобладающей крупностью частиц от 0,1 – 0,25 мм (более 50 % по массе)	Трубчатые и стержневые фильтры с однослойной, двух- или трехслойной песчаной или песчано – гравийной обсыпкой (гравийные фильтры)

Таблица 10. Фильтры заводского изготовления

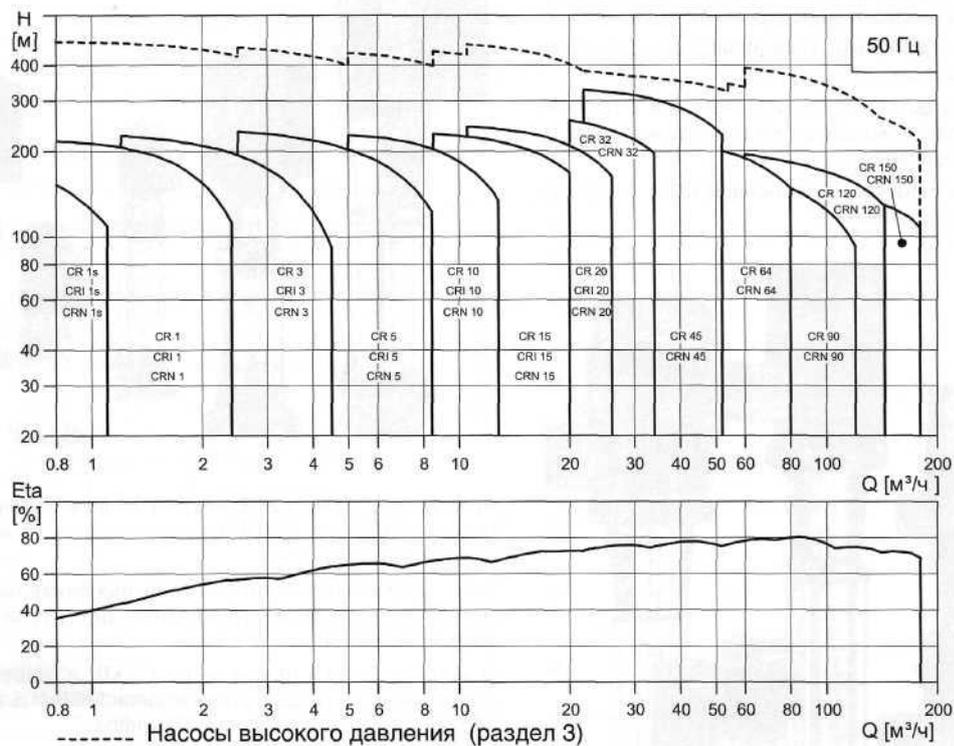
Типоразмер секции фильтров	Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Длина секции, мм	Масса секции, кг	Скважность, %
Трубчатые фильтры					
Г – 5Ф. 1В	168	132	3100±15	69	13,5-22,6
Г – 6Ф. 1В	188	152	3100±15	91	13,5-19,3
Г – 8Ф. 1В	245	203	3100±15	136	15,0-18,1
Г – 10Ф. 1В	299	255	3100±15	168	17,6-18,5
Г – 12Ф. 1В	325	307	3100±15	195	18,5
Г – 14Ф. 1В	377	359	3100±15	227	18,5
Г – 16Ф. 1В	426	408	3100±15	259	18,0
ТП – 5Ф. 2В	168	132	3100±15	82	36,0
				80	51,0
ТП-6Ф.2В	188	152	3100±15	106	39,5
				103	51,2
ТП-8 Ф.2В	245	203	3100±15	136	39,7
				133	51,3
ТП-10 Ф.2В	299	255	3100±15	203	33,8
				198	41,9
ТП-12 Ф.2В	341	307	-//-	229	45,9
ТП-14 Ф.2В	393	359		269	45,9
ТП-16 Ф.2В	443	408	-//-	304	45,7
ТЛ – 5Ф.4В	168	132		82	15-25
ТЛ – 6Ф.4В	188	152		107	15-25
ТЛ – 8Ф.4В	245	203	-//-	137	15-25
ТЛ – 10Ф.4В	299	255		198	15-25
ТЛ – 12Ф.4В	339	307		223	15-25
ТЛ – 14Ф.4В	391	359	-//-	259	15-25
ТЛ – 16Ф.4В	440	408		294	15-25
Стержневые фильтры					
С – 5Ф.5В	174-8	132	3100	69	51,2
С – 6Ф.5В	196-8	152	3100	77	53,8
С – 8Ф.5В	247-8	203	3100	88	58,9
С – 10Ф.5В	301-8	255	3100	105	62,2
С – 12Ф.5В	352-8	307	3100	161	60,2
С – 14Ф.5В	405-8	359	3100	178	60,8
С – 16Ф.5В	454-8	408	3100	202	61,2
СП – 5Ф.7В	178-8	132	3100±15	80	28,8
СП – 6Ф.7В	200-8	132	3100±15	89	31,3
				86	42,0
СП – 8Ф.7В	251-8	203	3100±15	103	33,5
				100	43,7
СП – 10Ф.7В	307-8	255	3100±15	136	27,5
				131	37,5
СП – 12Ф.7В	359-8	307	3100±15	158	38,7
СП – 14Ф.7В	411-8	359	3100±15	180	39,1
СП – 16Ф.7В	450-8	408	3100±15	200	39,2
СЛ – 5Ф.11В	176-8	132	3100±15	81	15-25
СЛ – 6Ф.11В	198-8	152	3100±15	90	15-25
СЛ – 8Ф.11В	249-8	203	3100±15	104	15-25
СЛ – 10Ф.11В	303-8	255	3100±15	122	15-25
СЛ – 12Ф.11В	355-8	307	3100±15	189	15-25
СЛ – 14Ф.11В	407-8	359	3100±15	210	15-25
СЛ – 16Ф.11В	456-8	408	3100±15	237	15-25

Таблица 11. Краткая техническая характеристика погружных электронасосов

Марка или тип насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Частота вращения, об/мин	КПД, %	Гарантийный срок службы, мес	Ресурс до первого капитального ремонта	Внутренний диаметр обсадной колонны, мм	Масса, кг
1ЭЦВ-4-45	4,0	45	1,0	2850	51	12	12500	95	29
1ЭЦВ4-4-70	4,0	70	1,6	3000	51	12	12500	95	33
ЭЦВ5-6,3-80	6,3	80	2,8	3000	60	12	12500	14	75
ЭЦВ6-4-130	4,0	130	2,8	2850	57	12	12500	142	98
ЭЦВ6-4-130	4,0	190	4,5	2850	57	12	12500	142	114
2ЭЦВ6-6,3-85	6,3	85	2,8	2850	60	12	12500	142	80
1ЭЦВ-6-6,3-125	6,3	125	4,5	2850	60	12	12500	142	100
3ЭЦВ6-6,3-85	6,3	85	2,8	2850	60	12	12500	142	85
ЭЦВ6-6,3-125	6,3	125	4,5	2850	60	12	12500	142	105
1ЭЦВ6-10-50	10	50	2,8	2850	65	12	12500	142	82
1ЭЦВ6-10-80	10	80	4,5	2850	64	12	12500	142	82
ЭЦВ6-10-110	10	110	5,5	2850	64	12	12500	142	105
1ЭЦВ6-10-140	10	140	8,0	2850	65	12	12500	142	128
1ЭЦВ6-10-185	10	185	8,0	2850	66	12	12500	142	133
1ЭЦВ6-10-235	10	235	11,0	2850	64	12	12500	142	165,5
2ЭЦВ6-16-50	16	50	4,5	2850	65	12	12500	142	85
2ЭЦВ6-16-75	16	75	5,5	2850	65	12	12500	142	100
2ЭЦВ8-16-140	16	140	11	3000	65	12	12500	186	291
ЭЦВ8-25-100	25	100	11	3000	66	12	12500	186	160
ЭЦВ8-25-150	25	150	16	2850	66	12	12500	186	220
ЭЦВ8-25-300	25	300	32	3000	68	9	12500	186	385
3ЦВ8-40-65	40	65	11	3000	68,5	9	12500	186	207
ЭЦВ8-40-165	40	165	32	3000	68,5	9	12500	186	374
ЭЦВЮ-63-110	63	110	32	2920	70	9	12500	234	358
ЭЦВ10-63-270	63	270	65	2920	71	9	12500	234	727
ЭЦВ10-120-60	120	60	32	2920	71	12	12500	230	491
ЭЦВ10-160-35М	160	35	22	2925	70	12	12500	230	1320
ЭЦВ12-160-65	160	65	45	2920	72	12	12500	281	355
ЭЦВ12-160-100	160	100	65	2925	72	12	12500	281	400
ЭЦВ12-210-25	210	25	22	2925	74	12	12500	281	250
ЭЦВ12-210-85	210	85	65	3000	75	9	12500	281	580
ЭЦВ12-255-30М	255	30	32	2920	73	12	12500	281	540
ЭЦВ12-375-30	375	30	45	2920	76	12	12500	281	365
УЭЦВ14-210-300К	210	300	250	3000	70	12	10000	328	6743
УЭЦВ16-375-175К	375	175	250	3000	73	12	10000	358	6317
ЭЦВ6-16-75	16	75	5,5	3000	64	12	3000	136	185
ЭЦВ6-16-110	16	110	8,0	3000	64	12	3000	136	205
ОДП-9Х6	14-29	100-50	11,0	3000	52-41,5	12	1000	180	200
8АПН-11Х7	15-30	120-70	11,0	3000	61	6	6000	190	205
10АПВМ-9Х5	40	110	35,0	3000	60	9	6300	230	299
10АПВМ-9Х7	40	150	55,0	3000	60	9	6300	230	310
АППТ-15Х120	15	120	10,5	2900	60	4	6300	190	170
АППТ-60Х150	60	150	45,0	2900	60	4	6300	290	500
АППТ-100Х100	100	100	45,0	2900	60	4	6300	285	450
АППТ-180Х120	200	100	90,0	2900	60	4	6300	300	600

Таблица 12. Поля характеристик вертикальных многоступенчатых центробежных насосов

Поля характеристик — CR, CRI, CRN



Поля характеристик — CRE, CRIE, CRNE

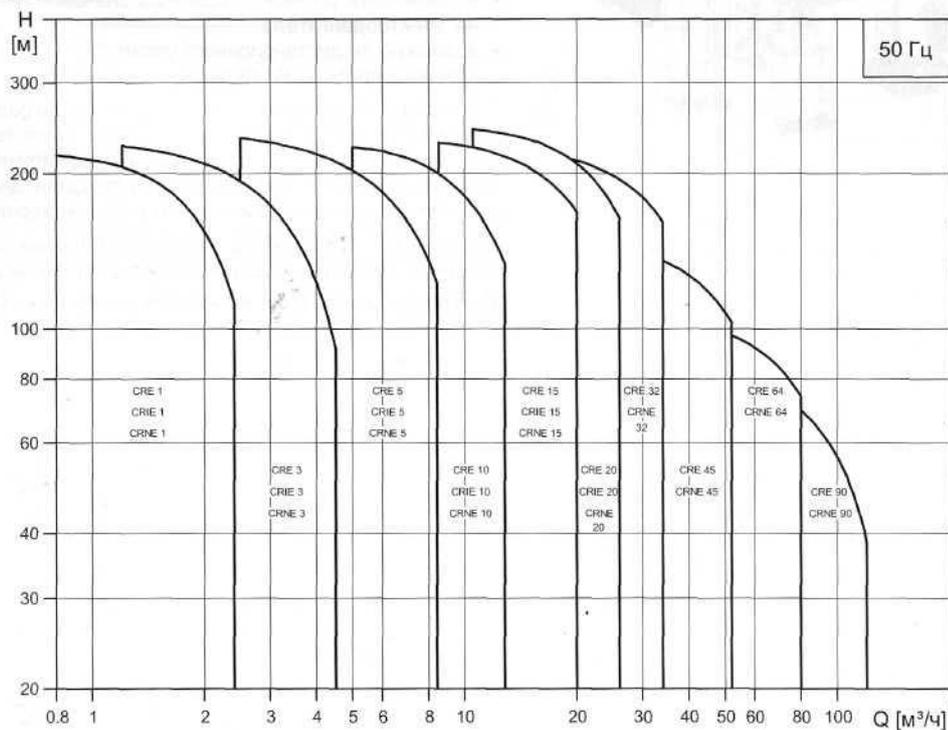


Таблица 13. Общий обзор вертикальных многоступенчатых центробежных насосов

Обозначение	CR 1s	CR 1 CRE 1	CR 3 CRE 3	CR 5 CRE 5	CR 10 CRE 10	CR 15 CRE 15	CR 20 CRE 20	CR 32 CRE 32	CR 45 CRE 45	CR 64 CRE 64	CR 90 CRE 90	CR 120	CR 150	
Номинальная подача [м³/ч]	0.8	1	3	5	10	15	20	32	45	64	90	120	150	
Стандартный диапазон значений температуры [°C]	от -20 до +120							от -30 до +120						
Диапазон значений температуры [°C] - по заказу	от -40 до +180							от -40 до +180					-	-
Макс. КПД [%]	35	48	58	66	70	72	72	78	79	80	81	75	72	
Насосы CR														
Диапазон значений подачи [м³/ч]	0.3-1.1	0.7-2.4	1.2-4.5	2.5-8.5	5-13	9-24	11-29	15-40	22-58	30-85	45-120	60-160	75-180	
Макс. давление [бар]	21	22	24	24	22	23	25	28	26	20	20	21	19	
Высокого давления [бар] - по запросу	-	47	47	47	47	47	47	39	39	39	40	40	39	
Мощность электродвигателя [кВт]	0.37-1.1	0.37-2.2	0.37-3	0.37-5.5	0.37-7.5	1.1-15	1.1-18.5	1.5-30	3-45	4-45	5.5-45	11-75	11-75	
Насосы CRE														
Диапазон значений подачи [м³/ч]	-	0.7-2.4	1.2-4.5	2.5-8.5	5-13	8.5-23.5	10.5-29	15-40	22-58	30-85	45-120	-	-	
Макс. давление [бар]	-	22	24	24	22	23	25	28	26	20	20	-	-	
Мощность электродвигателя [кВт]	-	0.37-2.2	0.37-3	0.37-5.5	0.37-7.5	1.1-15	1.1-18.5	1.5-22	3-22	4-22	5.5-22	-	-	
Исполнения														
CR, CRE: чугун и нержавеющая сталь по DIN 1.4301/AISI 304	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CR1, CRE1: нержавеющая сталь по DIN 1.4301/AISI 304	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	
CRN, CRNE: нержавеющая сталь по DIN 1.4401/AISI 316	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
CRT, CRTE: титан	-	•★	•★	•★	•★	•★	-	-	-	-	-	-	-	
Присоединение насосов CR, CRE														
Овальный фланец (BSP)	Rp 1"	Rp 1"	Rp 1"	Rp 1 1/4"	Rp 1 1/2"	Rp 2"	Rp 2 1/2"	-	-	-	-	-	-	
Овальный фланец (BSP) - по запросу	Rp 1 1/4"	Rp 1 1/4"	Rp 1 1/4"	Rp 1"	Rp 1 1/4"/Rp 2"	Rp 2 1/2"	Rp 2"	-	-	-	-	-	-	
Фланец	DN25/ DN32	DN 25/ DN32	DN25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 40	DN 50	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 100	DN 125	DN 125	
Специальный фланец - по запросу	-	-	-	-	DN 50	-	-	DN 80	DN 100	DN 125	DN 125	DN 150	DN 150	
Присоединение насосов CR1, CRE1														
Овальный фланец (BSP)	Rp 1"	Rp 1"	Rp 1 1/4"	Rp 1 1/4"	Rp 1 1/2"	Rp 2"	Rp 2"	-	-	-	-	-	-	
Овальный фланец (BSP) - по запросу	Rp 1 1/4"	Rp 1 1/4"	Rp 1"	Rp 1"	Rp 2"	-	-	-	-	-	-	-	-	
Фланец	DN25/ DN32	DN 25/ DN32	DN25/ DN 32	DN 25/ DN 32	DN 40	DN 50	DN 50	-	-	-	-	-	-	
Специальный фланец - по запросу	-	-	-	-	DN 50	-	-	-	-	-	-	-	-	
Трубная муфта PJE (Vitaallic)	Rp 1 1/4" DN 32	Rp 2" DN 50	Rp 2" DN 50	Rp 2" DN 50	-	-	-	-	-	-				
Трубная муфта типа Clamp	Ø48.3	Ø48.3	Ø48.3	Ø48.3	Ø60.3	Ø60.3	Ø60.3	-	-	-	-	-	-	
Присоединение насосов CRN, CRNE														
Фланец	DN 25 DN 32	DN 25 DN 32	DN 25 DN 32	DN25 DN 32	DN 40	DN 50	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 100	DN 125	DN 125	
Специальный фланец - по запросу	-	-	-	-	DN 50	DN 65	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 125	DN 150	DN 150	
Трубная муфта PJE (Vitaallic)	Rp 1 1/4" DN 32	Rp 2" DN 50	Rp 2" DN 50	Rp 2" DN 50	Rp 3"	Rp 4"	Rp 4"	Rp 5"	-	-				
Трубная муфта типа Clamp	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	
Присоединение насоса CRT, CRTE														
Специальный фланец - по запросу	-	•★	•★	•★	•★	•★	-	-	-	-	-	-	-	
Трубная муфта PJE (Vitaallic)	-	•★	•★	•★	•★	•★	-	-	-	-	-	-	-	

Рекомендуемая литература

1. Абрамов Н.Н. Надёжность систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1984 г.
2. Богдаев Ф.И. и др. Проектирование водозаборов подземных вод- М, Стройиздат 1976.
3. ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические-технические требования и правила выбора.
4. ГОСТи 12.3.006-75 ССБТи. Эксплуатация водопроводных и канализационных сетей и сооружений, общие требования к безопасности.
5. ГОСТи 2874-82. Вода питьевая.
6. Карамбилов Н.А., Сельскохозяйственное водоснабжение –М, Агропромиздат 1986.
7. Каничева Н.В. Методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию.- Брянск: Изд.БрянскойГСХА, 2005.- 86с.
8. ЛогиновВ.П.,Шусер Л.М., Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению-М, Колос 1980.
9. Многоступенчатые центробежные насосы GRUNDFOS(каталог) – М, 2010.
10. Насосы (каталог) –М, 1989.
11. Оводов В.С. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение. – М.: Колос, 1984 г.
12. Оводов Н.В. Расчёты проектирования сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения. – М.: Колос, 1995 г.
13. Проектирование гидротехнических сооружений/ Волков И.М., Кононенко П.Ф., Федичкин И.К. и др. – М.: Энергия, 1967. – 264 с.
14. Прозоров,В. С., Пальгунов П. П., Сомов М. А. Гидравлика, водоснабжение и канализация. - М.: Высшая школа, 1990. - 365 с.
15. Румянцев,И. С., Попов М. А. Природоохранные сооружения. Учебное пособие. - М.: МГУП, 2001. - 340 с.
16. Солонин Б.Н., Краткий справочник по проектированию и бурению скважин на воду.
17. Сафонов Н.А., Ильин В.Г., Краснощеков Г.М., Буровое дело (учебное пособие) – М, Агропромиздат 1987.
18. СНиП 2.04-02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.- М , Стройиздат 1985.
19. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения. - М.: ГУЛ ЦДЛ Госстрой России, 2000. - 32 с.
20. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. - М.: Стройиздат, 2002. - 43 с.
21. СанПиН 2.1.4.1074 -01 «Питьевая вода: гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
22. Соловьев,А.А. Охрана труда в строительстве/А.А. Соловьев.- М.: Приор, 2002.-112 с.

23. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий./Под ред. В. Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981. – 234 с.
24. Сабашвилли Р.Г. Гидравлика, гидравлические машины и водоснабжение сельского хозяйства. – М.: Колос, 1997 г.
25. Тугай А.М., Терновцев В.Е., Водоснабжение (курсовое проектирование)-Киев, головное издательство издательского объединения «Вица школа», 1980.
26. Усаковский В.М. Водоснабжение и водоотведение в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 2002 г.
27. Федичкин, И.К., Бочкарев Я.В., Сергеев Б.И. и др. Проектирование гидротехнических сооружений. – М.: Колос, 1977. – 384 с.
28. Чураков, А.И., Волкин, Б.А. и др. Производство гидротехнических работ. – М., Стройиздат, 1985, 623 с.
29. Эксплуатация и ремонт систем сельскохозяйственного водоснабжения. Справочник/Сост. Волоховский Г.А. – М.: Россельхозиздат, 1982 г.

Примечание

Учебное издание

**Каничева
Надежда Валентиновна**

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

по изучению дисциплины и выполнению расчетной работы

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

для студентов очной и заочной формы обучения
по направлению: природообустройство
профиль: инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и
водоотведения;
мелиорация, рекультивация и охрана земель;
экспертиза и управление земельными ресурсами
по направлению: землеустройство и кадастры
профиль: геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров

Подписано в печать 14.05.2013

Изд. №2340. Усл.п. л. 4,65

Тираж 25

Формат А5