

Введение

Курсовой проект «Водозаборные сооружения» выполняется студентами с целью закрепления теоретических знаний по данному разделу курса «Водоснабжения» и приобретения навыков в проектировании этих сооружений.

Водозаборные сооружения являются одним из наиболее важных элементов системы водоснабжения, обуславливающим эксплуатационную надежность всей системы и ее технико-экономические показатели. Поэтому проектирование водозаборных сооружений должно осуществляться с использованием современных методов расчета водоприемных устройств, применением прогрессивных конструкций и технологий производства строительных работ.

1. Состав и объем курсового проекта

Проект состоит из одного листа чертежей (формат А1) (только для дневной формы обучения) и пояснительной записки.

На чертежах должны быть представлены:

- план участка местности с указанием источников, трубопроводов, площадки очистных сооружений, граница зон санитарной охраны в масштабе 1:500, 1:1000;
- разрезы и планы павильона над скважиной в масштабе 1:100 или 1:200 с указанием всей обвязки насосного оборудования, оголовка, кондуктора, ствола, фильтра и т.д.; На плане должны быть проставлены все привязочные размеры и размеры узлов, на разрезе – абсолютные отметки.
- конструкция оголовка (М 1:25, 1:50);
- гидрогеологический разрез скважины;
- спецификация.

Пояснительная записка должна содержать все необходимые расчеты с указанием использованных формул или методик. Вначале приводится формула, дается ссылка на входящие в нее параметры, а затем приводится сам расчет, но не в коем случае не конечный результат расчета.

Текст пояснительной записки должен носить лаконичный характер и сопровождаться пояснительными схемами.

Рекомендуется следующее примерное содержание пояснительной записки:

- 1) Задание на проектирование;
- 2) Содержание
- 3) Введение;
- 4) Выбор способа бурения и разработка конструкции скважины;
- 5) Определение количества скважин;
- 6) Выбор типа фильтра и его расчет;
- 7) Проектирование сборных водоводов;
- 8) Подбор насосного оборудования;

9) Проектирование зон санитарной охраны водозабора.

Для студентов заочной формы обучения в пояснительной записке также представляется геологический разрез скважины и необходимые схемы с размерами для наглядности.

Исходные данные:

Исходными данными для проектирования подземного водозабора являются:

- 1) потребность объекта водоснабжения в воде;
- 2) ситуационные и топографические материалы, характеризующие расположение объекта относительно источника водоснабжения.
- 3) Данные о водных ресурсах источника водоснабжения;
- 4) Гидрологическая, гидрогеологическая и санитарная характеристика источника водоснабжения.

Общие положения.

Использование подземных вод для водоснабжения определяется условиями формирования и залегания различных категорий подземных вод: характеристикой водоупоров и кровли водоносных пластов, их мощностью; составами и свойствами водовмещающих пород, спецификой формирования водоносных горизонтов, особенностями источников их питания.

По условиям залегания и формирования подземных вод различают артезианские, хорошо прикрытые мощными водонепроницаемыми кровлями и залегающими на значительных глубинах, и грунтовые воды, залегающие обычно на небольших глубинах в аллювиальных отложениях. По гидравлическим характеристикам подземные воды различают как напорные, при которых статический уровень воды в пробуренной скважине устанавливается выше кровли водоносного пласта, и безнапорные, при которых статический уровень воды ниже границы кровли водоносного пласта, прикрывающей водовмещающую породу.

В зависимости от конкретных условий для добывания подземных вод могут применяться: водозаборные скважины, шахтные колодцы, горизонтальные или лучевые водозаборы, каптажи родниковых вод. Состав сооружений водозаборов определяется глубиной залегания, мощностью, водобильностью и геологическим строением водоносных горизонтов, а также гидравлическими и санитарными характеристиками подземных потоков, требуемой производительностью водозабора и технико-экономическими показателями.

Проектирование скважинного водозабора начинается с построения проектного геолого-технического разреза.

Скважины сооружаются возможно ближе к объекту водопотребления на относительно низких отметках земли. Площадка строительства должна обеспечивать возможность наилучшего питания эксплуатируемого водоносного

пласта, располагаться на устойчивых и незатапливаемых участках. Скважины, предназначенные для хозяйственно-питьевого водоснабжения, должны размещаться за пределами территории промышленных предприятий и выше жилой застройки.

Выбранный водоносный пласт должен обеспечивать получение воды в требуемом количестве, необходимого качества. Целесообразно использование пластов, представленных скальными трещиноватыми породами, гравийно-галечниковыми отложениями, крупнозернистыми песками, т.к. в этих породах можно применять фильтры наиболее простой конструкции.

1. РАСЧЕТ СКВАЖИННОГО ВОДОЗАБОРА

1.1 Определение требуемого количества скважин

Требуемое количество скважин определяется по формуле:

$$n = \frac{Q_{тр}}{Q_{скв}},$$

где $Q_{тр}$ - потребность в воде, м³/ч (принимается по заданию)

Полученное значение n округляется до целого числа n' в большую сторону.

Общее количество скважин будет равно:

$$N = n' + n_{рез},$$

где $n_{рез}$ - количество резервных скважин [1].

При принятом количестве скважин n' дебит каждой из них будет:

$$Q'_{скв} = \frac{Q_{тр}}{n'}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определение расчетного понижения уровня воды в скважине

Для определения расчетного понижения кроме расчетного дебита скважины необходимо знать и удельный дебит. Удельный дебит скважины определяется по формуле:

$$q_{уд} = \frac{Q_{скв}}{S}, \text{ м}^3/\text{ч на 1 м}$$

где $Q_{скв}$ – проектный дебит скважины, м³/ч;

S – проектное понижение, м.

По удельному дебиту $q_{уд}$ и дебиту скважины $Q'_{скв}$ определяется расчетное понижение $S_{расч}$:

$$S_{расч} = \frac{Q'_{скв}}{q_{уд}},$$

Допустимое понижение для безнапорного водоносного пласта определяется по следующей формуле:

$$S_{доп} \leq (0,5...0,7)H - \Delta H_n - \Delta H_{\phi}, \text{ м}$$

для напорных пластов:

$$S^H_{доп} \leq H - [(0,3...0,5)m + \Delta H_n + \Delta H_{\phi}], \text{ м}$$

где: H - разность между статическим уровнем воды в скважине и подошвой водоносного пласта, м;

ΔH_n - максимальная глубина погружения насоса (его нижней кромки) под динамический уровень в скважине ($\Delta H_n = 5-10$ м);

ΔH_{ϕ} - потери напора (в скважине) на входе в фильтр ($\Delta H_{\phi} = 0,5-1,5$), м

Во всех случаях должно выдерживаться соотношение:

$$S_{расч} \leq S_{доп}$$

При $S_{расч} > S_{доп}$ проектируемый дебит водозабора не может считаться обеспеченным. В этом случае необходимо увеличить число скважин, уменьшив дебит каждой из них.

Расчетная отметка динамического уровня:

$$H_{расч\ дин} = H_{ст.} + S_{расч.}$$

где $H_{ст.}$ - отметка статического уровня воды в скважине.

2. ВЫБОР И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СКВАЖИНЫ

Конструкция разведочно-эксплуатационной скважины определяется гидрогеологическими условиями, способом бурения и требованиями эксплуатации и санитарной охраны источника и сооружений.

Бурение на воду производится двумя наиболее распространенными способами - роторным и ударно-канатным.

Ударно-канатное бурение рекомендуется применять при необходимости опробования водоносных горизонтов, при сооружениях скважин больших диаметров (500 мм и более) и в сложных геолого- гидрогеологических условиях. Глубинные бурения этим способом не более 150 м.

Роторное бурение целесообразно в районах с хорошо изученными геологическими условиями с целью вскрытия ранее разведанных и опробованных водоносных горизонтов, при бурении на напорные водоносные горизонты. Глубина бурения этим способом может осуществляться на глубину более 150 м.

2.1 Требования к конструкции водозаборной скважины

При выборе конструкции скважины учитывают:

Скважина должна обеспечить расчетный расход при минимальной глубине динамического уровня, возможного в существующих гидрогеологических условиях при выбранной глубине скважины.

Диаметр эксплуатационной колонны должен быть достаточным для оборудования скважины выбранным насосом с производительностью, соответствующей расчетному расходу воды.

Качество забираемой воды не должно изменяться в процессе ее отбора из выбранного водоносного горизонта, т.е. в ствол скважины не должны проникать поверхностные воды и воды из других водоносных горизонтов.

В водоприемную часть скважины при эксплуатации не должны проникать глинистые и песчаные частицы из окружающих пород; при использовании воды трещиноватых скальных пород стенки приемной части безфильтровой скважины должны быть устойчивыми.

Конструкция скважины должна быть несложной удобной в эксплуатации и обеспечить возможно больший срок нормальной эксплуатации скважины.

Скважина должна быть закреплена наименьшим количеством колонн обсадных труб (но не менее 2).

При роторном способе бурения скважины необходимо производить затрубную цементацию колонн обсадных труб, с доведением цементного раствора до устья скважины.

У разведочно- эксплуатационной скважины выделяют следующие основные элементы и характеристики конструкции: глубина скважины ($H_{\text{скв}}$), количество колонн обсадных труб (n_k), диаметр колонн (D_k), глубина спуска колонн (H_k), специальные устройства (затрубная цементация, переводники, сальники и т.д.), водоприемная часть (конструкция и размеры).

2.1.1 Ударно - канатное бурение.

Определение количества колонн обсадных труб.

Для определения количества колонн обсадных труб необходимо знать предварительную глубину проектируемой скважины и величину выхода колонны обсадных труб. Окончательно глубина скважины уточняется после разработки конструкции ее водоприемной части.

Глубина скважины ($H_{\text{скв}}$) определяется в зависимости от глубины залегания кровли или уровня появления воды эксплуатационного водоносного горизонта и его мощности.

Выход колонны представляет собой расстояние по оси скважины между башмаками двух смежных колонн обсадных труб. Среднюю величину выхода каждой колонны можно принимать в пределах 30-40 м.

При проектировании конструкции скважины необходимо предусматривать внедрение башмака каждой колонны труб в водоупорные породы на 2...3 м, за исключением эксплуатационной колонны, башмак которой должен входить в водоносную породу на 1...3 м. Если скважина оборудуется фильтром в водоносном горизонте, сложенном песками или другими рыхлыми по-

родами, то после установки фильтра эксплуатационную колонну приподнимают до указанного положения.

После назначения средней величины выхода колонны определяется количество колонн:

$$n_k = \frac{H_{\text{свб}}}{l},$$

где l - выход колонны обсадных труб, м.

После определения количества колонн задается выход каждой колонны обсадной трубы таким образом, чтобы в сумме они были равны глубине скважины.

Определение диаметров колонн обсадных труб.

Для крепления скважин при бурении применяют стальные обсадные трубы, соединяемые муфтами или сваркой (диаметром более 426 мм). Диаметры наиболее часто используемых труб указаны в табл. 4 приложения. Наружные диаметры обсадных труб принято приводить в дюймах (1дюйм=25,4мм,) и миллиметрах. Трубы имеют длину от 6 до 13 м. Каждая колонна обсадных труб снабжается башмаком, предназначенным для предохранения нижнего конца обсадных труб от смятия, выравнивания стенок скважины и облегчение спуска. При проектировании бурения скважины ударно-канатным способом ее конструкция должна намечаться с назначения колонн обсадных труб. Чтобы обеспечить надежную цементацию зазоров между трубами, разность диаметров смежных труб должна составлять не менее 50мм. Имея схему конструкции скважины для конкретных геолого-гидрологических условий, определяют диаметры обсадных труб. Первоначально определяют диаметр эксплуатационной колонны трубы, которой принимается в зависимости от предварительно намеченного водоподъемного оборудования (приложение табл.3). Например, дебит скважины $Q_{\text{свб}}=15 \text{ м}^3/\text{ч}$. В этом случае можно предположить к установке погружной насос ЭЦВ6-16, подача которого находится в пределах 14-20 $\text{м}^3/\text{ч}$, а диаметр обсадной трубы равен 6" или 168мм.

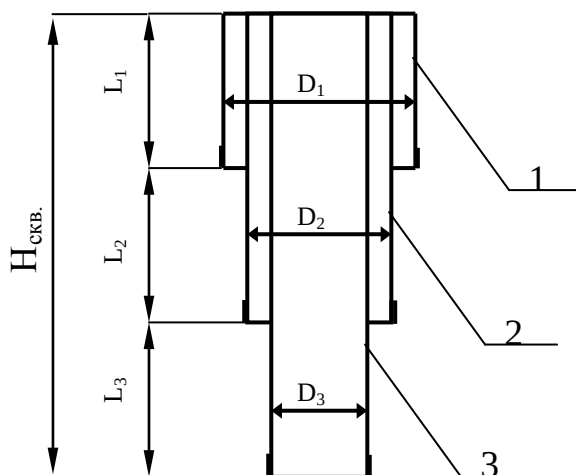


Рис.1 Схема конструкции скважины при ударно- канатном бурении
1 - начальная колонна; 2 - промежуточная колонна; 3 - эксплуатационная колонна.

Далее намечают диаметры промежуточных и начальной колонн обсадных труб.

2.1.2 Роторное бурение.

Определение количества колонн обсадных труб.

Количество колонн обсадных труб определяется в зависимости от глубины скважины $H_{\text{скв.}}$ и величины входа колонн обсадных труб. Предварительно глубину скважины определяют, как при ударно-канатном бурении. Выход колонн обсадных труб при роторном бурении увеличивается до 300-500м. Таким образом, конструкции скважин на глубину 100-250м могут состоять не более чем из двух колонн: кондуктора и эксплуатационной колонны.

Кондуктор предназначен для перекрытия водоносных горизонтов, не подлежащих эксплуатации, или неустойчивых верхних пород, а также обеспечения вертикальности скважины.

Длина кондуктора принимается равной не более 30-50м. Башмак эксплуатационной колонны должен входить водоносную породу на 1-3 м.

Исходя из вышеизложенного определяют количество колонн и их выход.

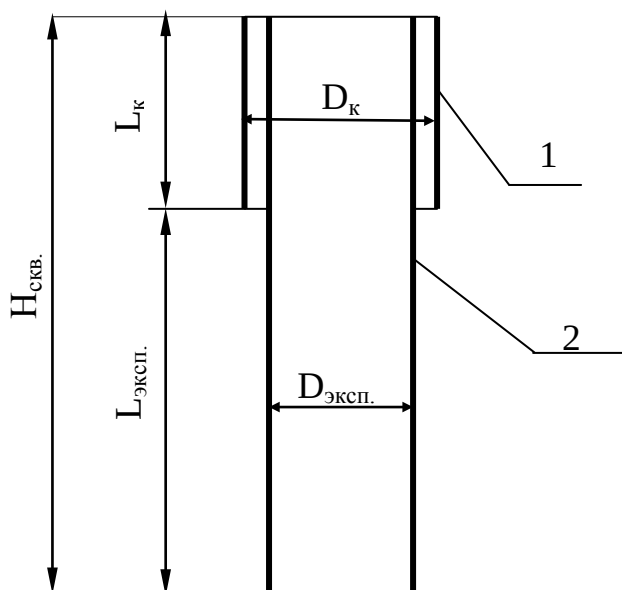


Рис. 2. Схема конструкции скважины при роторном бурении
1 - кондуктор; 2 - эксплуатационная колонна.

Выбор диаметра эксплуатационной трубы определяется таким же образом, как и при ударно-канатном бурении. Чтобы обеспечить надежную цементацию зазоров между трубами, разность диаметров смежных труб при роторном бурении должна составлять не менее 100мм. Таким образом, диаметр кондуктора намечается через один порядковый номер, например 6"-10".

Схемы конструкции скважины при любом способе бурения, со всеми размерами должны быть представлены в пояснительной записке.

3. ВЫБОР И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВОДОПРИЕМНОЙ ЧАСТИ СКВАЖИНЫ

Нормальная эксплуатация скважины зависит в основном от конструкции и состояния именно водоприемной части.

В зависимости от состава и сложения водоносного горизонта водоприемная часть может быть бесфильтровая и фильтровая.

Бесфильтровую водоприемную часть устраивают в скважинах, водоносные горизонты которых представлены устойчивыми к обрушению трещиноватыми скальными породами или зернистыми пылеватыми песками.

В остальных случаях устраивают фильтровую водоприемную часть.

Фильтры буровых скважин должны отвечать следующим основным требованиям:

- обеспечивать максимальный дебит скважины при минимальном понижении уровня воды в ней, т.е. создавать минимальные входные сопротивления в прифильтровой зоне;

- обладать необходимой механической прочностью;

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

- быть достаточно устойчивыми против химической и электрохимической коррозий, водной эрозии, а также зарастания.

Основное назначение фильтра заключается в предохранении водоносного горизонта от обрушения, а также в пропуске воды без механических примесей.

Тип фильтра и его конструкцию выбирают в зависимости от характера и гранулометрического состава водоносных пород согласно табл.1 приложения 2 [1].

Фильтр состоит из рабочей части , отстойника , надфильтровой трубы, сальника , замка .

3.1 Конструкции фильтров водозаборных скважин

3.1.1 Фильтры на каркасно-стержневой основе

Наиболее рациональными, обладающие рядом технико-экономических преимуществ по сравнению с другими конструкциями фильтров, являются каркасно-стержневые фильтры.

Фильтры каркасно-стержневые изготавливаются из прутковой стали, приваренных по образующей к соединительным патрубкам и опорным кольцам по длине фильтра для жесткости каркаса. Основные параметры фильтров на каркасно-стержневой основе приведены в приложении табл.6.

3.1.2 Фильтры трубчатые

Каркас трубчатого фильтра с круглой или щелевой перфорацией можно изготавливать из металлических труб, асбестоцементных, пластмассовых, стеклопластиковых, керамических и фарфоровых труб. Наибольшее распространение получили фильтры из стальных обсадных труб. Целесообразно вместо обсадных труб для изготовления перфорированных каркасов использовать стальные бесшовные или электросварные трубы. Трубчатые фильтры допускается применять для скважин любой глубины.

Отверстия в трубах выполняются в шахматном порядке. Щелевые отверстия должны иметь ширину 10...30 мм и длину 30...100 мм и располагаются продольно по длине трубы.

Круглые отверстия выполняются диаметром 10...24 мм с расстояниями между отверстиями вдоль оси трубы $(1,55...1,7)d_{\text{отв}}$. По окружности трубы - $(2,1...3,5)d_{\text{отв}}$.

Основные параметры трубчатых фильтров приведены в приложении табл.7.

3.1.3 Гравийные фильтры

Проблема увеличения водоотбора и долговечности службы водозаборных скважин связана с внедрением гравийных фильтров.

К гравийным относятся фильтры, у которых поверхность, контактирующая с водоносной породой, состоит из искусственно вводимого гравия или крупнозернистого песка. С применением обсыпки снижаются входные скорости и увеличивается срок службы фильтров.

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

При эксплуатации подземных вод используются гравийные фильтры двух видов: опускные, которые устанавливают в скважину в готовом виде, и создаваемые внутри скважин путем засыпки или закачки обсыпного материала на забой по межколонному пространству.

3.1.1.1 Гравийные фильтры, создаваемые в забое скважины

В зависимости от способа сооружения скважин однослойные гравийные обсыпки делятся на тонкослойные и уширенного контура.

Как показал опыт, тонкослойные обсыпки не обеспечивают надежной работы фильтров. Чем больше толщина обсыпки, тем больше производительность фильтра и устойчивость его работы, исходя из этого, рекомендуется принимать минимальную толщину слоя обсыпки 50 мм, стремясь по возможности ее увеличивать.

Однослойные обсыпки уширенного контура можно сооружать разными способами.

В мелкозернистых песках, а также среднезернистых, но при наличии вод, склонных к выделению солей на фильтрах, необходимо применять для скважин ударно-канатного бурения двухслойную, а реже трехслойную об-

сыпки. Применение такой обсыпки в мелкозернистых песках позволяет увеличить в несколько раз размер отверстий на фильтрационном каркасе, что уменьшит вероятность их зарастания в процессе эксплуатации.

3.2 Расчет фильтра

Размеры фильтра определяют, исходя из условий создания допустимых скоростей движения воды при поступлении ее из водоносного пласта в скважину:

$$Q_{расч} \leq F \cdot V_{\phi},$$

где $Q_{расч}$ - максимальный расчетный расход воды, забираемый из скважины, м³/сут;

F - площадь фильтрующей поверхности фильтра, м², $F = \pi D_{\phi} l_{\phi}$; D_{ϕ} – диаметр фильтра, м; l_{ϕ} – длина рабочей части фильтра;

V_{ϕ} – допустимая входная скорость фильтрации, м/сут.

Допускаемую скорость фильтрации V_{ϕ} , м/сут определяют по следующим формулам:

- для дырчатых, щелевых, проволочных и сетчатых фильтров:

$$V_{\phi} = 65 \sqrt[3]{K_{\phi}},$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации, м/сут (приложение табл.1).

- для гравийных и блочных фильтров:

$$V_{\phi} = 1000 K_{\phi} \cdot \left(\frac{d_{50}}{D_{50}} \right)^2,$$

где d_{50} - пятидесяти процентный диаметр зерен песка водоносной породы (размер, меньше которого в водоносном пласте содержится 50% частиц по массе, мм); для песков средней крупности $d_{50} = 0,3$ мм, для песков мелкой крупности $d_{50} = 0,2$ мм.

D_{50} -размер, меньше которого в гравийной обсыпке содержаться 50% частиц по массе, мм.

Определив площадь фильтрующей боковой поверхности фильтра F , м² и задав D_{ϕ} (см. прил. табл. 6 и 7) из нижеследующей формулы:

$$F = \pi D_{\phi} \cdot l_{\phi},$$

можно определить l_{ϕ}

$$l_{\phi} = \frac{F}{\pi D_{\phi}},$$

В гравийном фильтре за D_{ϕ} принимают диаметр внешнего контура обсыпки.

Минимальная допустимая толщина обсыпок 50 мм; оптимальная, обеспечивающая надежные условия эксплуатации скважин 150-200 мм.

В зависимости от гранулометрического состава водоносной породы в качестве обсыпки можно использовать гравий, песчано-гравийные смеси, пески.

Гравийные обсыпки применяют для отбора воды из песков, средний диаметр которых 0,25...0,5 мм и более.

Песчаные обсыпки применяют при отборе воды из тонкозернистых пород, средний диаметр частиц которых составляет 0,1 мм и менее.

Песчано-гравийные обсыпки используются при отборе воды из пород, средний диаметр частиц которых 0,1...0,25 мм.

Подбирать фракционный состав обсыпки следует из соотношения:

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8 \div 12.$$

При подборе материала многослойных обсыпок, между породой водоносного горизонта и прилегающим к ней слоем обсыпки, принимают соотношение, указанное выше, а между слоями обсыпки - по принципу обратного фильтра, используя соотношение:

$$\frac{D_{n+1}}{d_n} = 4 \div 6,$$

d_n - n-ый слой обсыпки;

D_{n+1} - слой обсыпки, следующий за n-м в направлении от стенки скважины к каркасу фильтра.

Расход материала обсыпки зависит от длины фильтров, их диаметров и толщины обсыпки.

Количество обсыпки (m^3) на 1 м длины фильтра определяют по формуле:

$$W = \pi(D_T^2 - d_k^2) \frac{\alpha\beta}{4}$$

где D_T - внутренний диаметр обсадной трубы или диаметр каверны при расширении водоприемной части скважины, м;

d_k - внешний диаметр каркаса фильтра, м;

α - коэффициент, учитывающий возможность увеличения диаметра скважин или каверн, $\alpha=1,25$;

β - коэффициент растекания и усадки обсыпки, $\beta=1,2$.

При применении фильтров с обсыпкой надфильтровая труба должна входить в эксплуатационную колонну на 5-7 м.

После расчета длины рабочей части фильтра полученный результат следует увязать с мощностью водоносного пласта, при необходимости в расчеты внести корректировку.

Размеры проходных отверстий фильтров без устройства гравийной обсыпки рекомендуется определять по таблице:

Водоприемная фильтрующая поверхность	Размеры проходных отверстий, мм	
	$\eta \leq 2$	$\eta > 2$
Трубчатый каркас с отверстиями:		
-круглыми	2.5-3.0 d_{50}	3.0-4.0 d_{50}
-щелевыми;	1.0-1.25 d_{50}	1.5-2.0 d_{50}
Сетки;	1.5-2.0 d_{50}	2.0-2.5 d_{50}
Проволочная	1.25 d_{50}	1.5 d_{50}

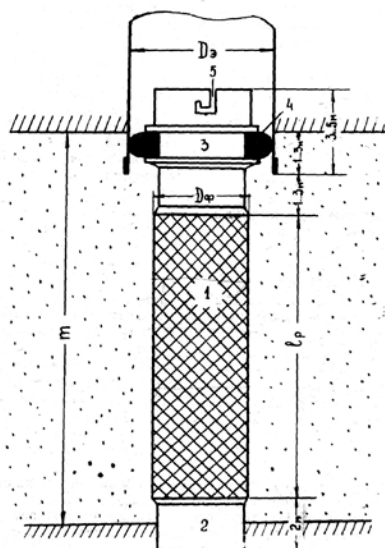
η - коэффициент неоднородности пород водоносного пласта;

$$\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

d_{10} , d_{50} , d_{60} – размеры частиц, мельче которых в составе пород водоносного пласта содержится соответственно 10, 50 и 60 %.

Размеры проходных отверстий фильтров с обсыпкой принимают равным среднему диаметру частиц слоя обсыпки, примыкающего к его стенкам.

Схема установки фильтра с указанием основных размеров должна быть представлена в пояснительной записке.



- 1- рабочая часть фильтра; 2- отстойник; 3- надфильтовая труба; 4- сальник; 5- замок.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СБОРНЫХ ВОДОВОДОВ

При проектировании водозабора целесообразно предусматривать линейный ряд скважин.

Расстояние между скважинами принимается в зависимости от радиуса влияния скважин R , (значения R приведены в табл. 2 приложения). Если расстояние между скважинами равно $L \geq 2R$, то такие скважины рассчитываются как одиночные. При расстоянии между скважинами меньше $2R$ скважины рассчитываются как взаимодействующие. При проектировании скважинного водозабора будем считать, что скважины между собой не взаимодействуют.

Схемы сборных водоводов в плане весьма разнообразны и зависят от расположения скважин относительно друг друга, оборудования водозаборных скважин, расположения скважин относительно площадки очистных сооружений и т.д. Можно выделить три основные схемы сборных водоводов: тупиковые, кольцевые и парные.

Линейные водоводы прокладываются в одну нитку только при кольцевом расположении водоприемных сооружений, если допускается перерыв в подаче воды потребителю или при наличии на водозаборном узле регулирующих и запасных резервуаров.

Линейные водоводы в две и три нитки применяются чаще всего, так как являются более надежными в обеспечении водой потребителей.

Диаметры сборных водоводов принимаются обычно с таким расчетом, чтобы расчетные скорости движения воды были в пределах $0.4 - 0.7$ м/с для диаметров от 100 до 400 мм и $0.7 - 1.0$ м/с – для диаметров от 500 до 1000 мм. Материал труб- полимерные.

При выполнении гидравлического расчета водовода необходимо из общего числа водозаборных скважин выделить условно резервные, расположение которых ближайшее от узла очистных сооружений, в гидравлическом расчете водоводов эти скважины не участвуют.

В пояснительной записке необходимо представить расчетную схему водоводов.

5. ПОДБОР НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Необходимый напор насоса для каждой скважины следует определять по формуле:

$$H_{\text{тр}} = H_{\text{г}} + h_{\text{в.тр.}} + h_{\text{дл.}} + h_{\text{м.}},$$

где $H_{\text{г}}$ – геометрическая высота подъема воды, находится как разность отметок излива воды на очистных сооружениях и динамического уровня воды в скважине; Для определения $H_{\text{г}}$ необходимо на план участка местности, на котором указаны скважины, трубопроводы и площадка очистных сооружений, самостоятельно нанести горизонтали (5-6 через 0,5м). Отметку излива воды на очистных сооружениях условно принять на 4,0-4,5 м выше отметки земли в месте расположения площадки очистных сооружений. Необходи-

мо иметь ввиду, что динамический уровень воды в скважине найден относительно поверхности земли и необходимо найти его абсолютную отметку.

$h_{в.тр.}$ – потери напора в водоподъемной трубе насоса, определяются по табл. Шевелева в зависимости от подачи насоса, диаметра водоподъемной трубы насоса и глубины погружения насоса;

$h_{дл.}$ – потери напора по длине водовода от водозаборной скважины до очистных сооружений, определяются по данным гидравлического расчета.

h_m – потери напора на преодоление местных сопротивлений.

В зависимости от требуемого напора для каждой скважины подбирается марка насосного оборудования, обеспечивающего требуемые Q и H и составляется таблица следующей формы:

№ скв.	Дебит скважины, $м^3/ч$	Требуемый напор, м	Марка принятого насоса	Фактический напор, м	Примечание

6. ОБОРУДОВАНИЕ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Над устьями водозаборных скважин устраивают павильоны, в которых размещают оголовок, электродвигатель при установке насоса типа АТН, горизонтальный центробежный насос, аппаратуру для отопления, пуска, измерения уровня воды в скважине, ее расхода, автоматизации и часть напорного трубопровода, на котором устанавливают задвижки, обратный клапан, вентиль, кран для отбора проб воды на анализ и трубопровод промывной воды с задвижкой, необходимый для сброса воды при пуске и промывке скважины.

В зависимости от местных условий (обводненность поверхностного слоя грунтов и др.) павильоны над скважинами могут быть надземными и подземными.

При применении для откачки воды насосов с трансмиссионным валом проектируют обычно надземные павильоны, а при использовании насосов типа ЭЦВ – подземные.

Размеры здания насосной станции в плане принимаются из условий размещения в нем оборудования и аппаратуры с обеспечением нормальных проходов для персонала службы эксплуатации водозабора.

Как правило, размеры в плане должны быть не менее 3х3 м, высота здания не менее 2,5 м.

Напорные линии, диаметры которых определяются согласно [1] в соответствии с рекомендуемыми скоростями движения воды в трубопроводах насосов, оборудуют аппаратурой для замера расходов воды и по защите скважин и водоводов от гидравлических ударов.

Для контроля и управления скважины оборудуются водомером для измерения расхода воды, электроуровнем для измерения уровня воды в скважине, манометром для оценки давления на насосе.

Привод насоса ЭЦВ осуществляется комплексно поставляемой станцией управления с электродными датчиками уровней, которая обеспечивает работу погружного насоса в режиме автоматического управления.

Для монтажа и демонтажа оборудования скважин применяются грузо-подъемные устройства. Монтаж и демонтаж секций скважинных насосов предусматривается через потолочный люк павильона.

7. ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ

ЗСО имеют три пояса.

I пояс ЗСО (зона строгого режима) устанавливается в целях устранения возможности случайного или умышленного загрязнения водоносного горизонта в месте нахождения скважины.

Согласно СНиП [1] I пояс создается в радиусе 30 м для водоносных пластов, относящихся к категории защищенных и 50 м для пластов, относящейся к категории недостаточно защищенных.

Граница II пояса определяется расчетом, исходя из условий, что если за пределами II пояса ЗСО в водоносный пласт поступают микробные загрязнения, то они не должны достигать скважины в течение 400 сут.

Радиус II пояса:

$$R_z = \sqrt{\frac{Q_s T}{\pi m \mu}},$$

Q – производительность водозабора, м³/сут;

T – 400 сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

μ – коэффициент водоотдачи водоносного пласта (приложение табл.4).

III пояс ЗСО, как и второй, предохраняет от неблагоприятное влияние на качество водоносного горизонта химического загрязнения в течение срока эксплуатации (25 лет).

Граница III пояса ЗСО определяется аналогично, принимая время $T=25$ лет = 9125 сут.

Литература:

1. СНиП 2.04.02 – 84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М.: Стройиздат, 1985. 120с.
2. Николадзе Г.И. Водоснабжение. М.: Стройиздат, 1995, 688с.

3. Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод (к СНиП 2.04.02 –84) М.: Стройиздат, 1989, 272с.
4. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: ВЗ-х т –т1. Водозаборные сооружения. Под ред. Журбы М.Г. Вологда – Москва: Во ГТУ, 2001, 209с.
5. Плотников Н.А., Алексеев В.С. Проектирование и эксплуатация водозаборов подземных вод. М.: Стройиздат, 1990, 256с.
6. Курганов А.М. Водозаборные сооружения систем коммунального водоснабжения. М.: СПб 1998,.246с.
7. Хоружий П.Д. Реконструкция систем водоснабжения: Расчет и проектирование. Киев. Будивельник, 1983, 144с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Значения коэффициента фильтрации k

Таблица 1

Грунты и породы	Средний диаметр зерен, мм	Коэффициент фильтрации, м/сут
Песок пылеватый	0,05-0,1	0,1 - 1
Супесь		0,2-0,7
Песок мелкозернистый	0,1-0,25	1 - 5
Песок среднезернистый	0,25-0,5	6 - 30
Песок крупнозернистый	0,5-1,0	31-75
Песок гравелистый	1-2	50-100
Гравий мелкий	2-3	75-100
Гравий средний	3-5	100-200
Гравий крупный	5-10	200-300
Галечник мелкий		300-500
Известняк трещиноватый		20 - 50

Значения радиуса влияния скважины

Таблица 2

Грунты и породы	Радиус влияния скважины R , м
Песок пылеватый, супесь	25 - 50
Песок мелкозернистый	50 - 100
Песок среднезернистый	100 - 300
Песок крупнозернистый	300 - 400
Песок гравелистый	400-500
Гравий мелкий	400 - 600
Гравий средний	600 - 1500
Гравий крупный	1500 - 3000
Галечник	400-600
Известняк трещиноватый	150-400

Основные показатели скважинных насосов типа ЭЦВ, выпускаемых заводом «Промбурвод»

Таблица 3

Показатели	ЭЦВ4-1,5	ЭЦВ4-2,5	ЭЦВ5-4,0	ЭЦВ5-6,5	ЭЦВ5-10,0	ЭЦВ6-6,5	ЭЦВ6-10	ЭЦВ6-16	ЭЦВ6-25
Подача, м ³ /ч:									
минимальная	1,2	2,0	3,0	5,0	8,0	5,5	8,0	14,0	20,0
максимальная	2,0	3,0	5,7	8,0	12,0	8,3	12,0	19,0	32,0
Напор, м	35-140	35-100	125-220	80-200	50-140	60-325	50-260	50-160	50-100

продолжение таблицы 3

Показатели	ЭЦВ8-16,0	ЭЦВ8-25,0	ЭЦВ8-40,0	ЭЦВ8-65	ЭЦВ10-65	ЭЦВ10-120			
Подача, м ³ /ч:									
минимальная	14,0	20,0	35,0	50,0	50,0	100,0			
максимальная	19,0	32,0	50,0	80,0	80,0	140,0			
Напор, м	80-300	15-300	15-200	20-125	65-325	40-200			

К установке можно предусмотреть погружные насосы других заводов, в этом случае необходимо воспользоваться каталогами насосного оборудования этих заводов.

Значения коэффициента водоотдачи

Таблица 4

Грунты и породы	Коэффициент водоотдачи
Песок пылеватый	0,1 – 0,15
Супесь	0,15-0,25
Песок мелкозернистый	0,14 – 0,185
Песок среднезернистый	0,17 – 0,21
Песок крупнозернистый и гравелистый	0,19 – 0,23
Гравий мелкий	0,24-0,26
Гравий средний	0,26-0,28
Гравий крупный	0,28-0,3
Галечник	0,22-0,25
Известняк трещиноватый	0,05-0,1

Соотношения диаметров труб

Таблица 5

Наружные диаметры труб		Толщина стенки	Наружные диаметры труб		Толщина стенки
дюймы	мм	мм	дюймы	мм	мм
4	114	6...8	14	377	9...12
6	168	6,5...12	16	426	10...12

8	219	7...12	18	476	
10	273	7...12	20	529	
12	325	9...12	24	630	

Основные параметры фильтров на каркасно-стержневом основании

Таблица 6

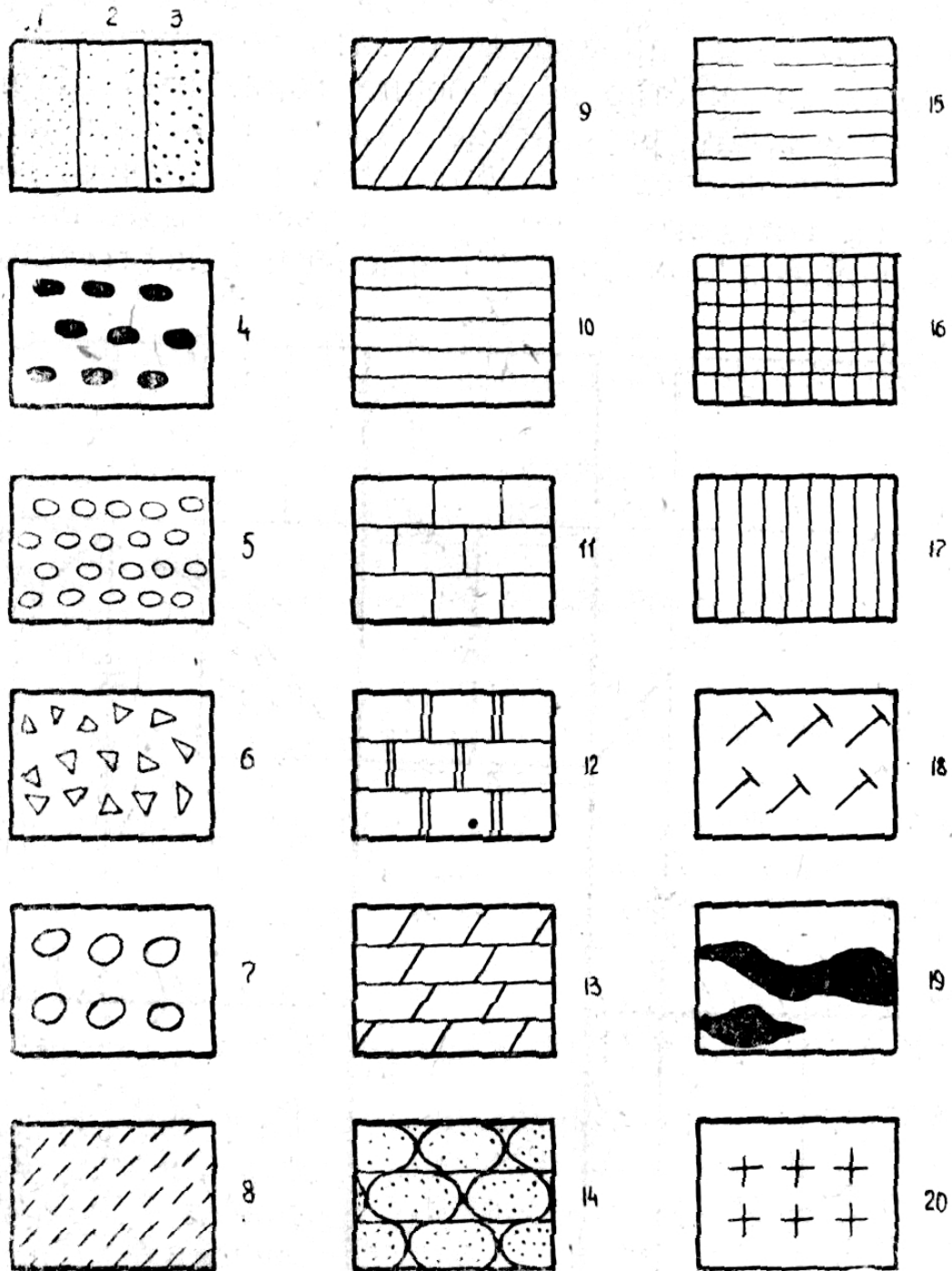
Типовой размер секции фильтра	Диаметр фильтра, мм		Длина сек- ции, мм	Скважинность, %	Масса секции, кг
	внутренний	наружный			
Стержневые фильтры (каркасы)					
С-5Ф.5В	132	174	3100	51,2	69
С-6Ф.5В	152	196	3100	53,8	77
С-8Ф.5В	203	247	3100	58,9	88
С-10Ф.5В	255	301	3100	62,2	106
С-12Ф.5В	307	352	3100	60,2	161
С-14Ф.5В	359	405	3100	60,8	178
С-16Ф.5В	408	454	3100	61,2	202
Фильтры стержневые с проволоочной обмоткой					
СП-5Ф.7В	132	178	3100	28,8	80
СП-6Ф.7В	152	200	3100	31,3	89
СП-8Ф.7В	203	251	3100	33,5	103
СП-10Ф.7В	255	307	3100	37,5	131
СП-12Ф.7В	307	359	3100	38,7	158
СП-14Ф.7В	359	411	3100	39,1	180
СП-16Ф.7В	408	460	3100	39,2	200
КСП-4Ф.13В	82	128	3000	25...50	59
КСП-5Ф.13В	114	160	3000	25...50	77
КСП-6Ф.13В	136	182	3000	25...50	90
КСП-8Ф.13В	187	233	3000	25...50	122
КСП-10Ф.13В	241	287	3000	25...50	153
Фильтры стержневые с покрытием просеченным листом					
СЛ-5Ф.11В	132	176	3100	15...25	81
СЛ-6Ф.11В	152	198	3100	15...25	90
СЛ-8Ф.11В	203	249	3100	15...25	104
СЛ-10Ф.11В	255	303	3100	15...25	122
СЛ-12Ф.11В	307	355	3100	15...25	189
СЛ-14Ф.11В	359	407	3100	15...25	210
СЛ-16Ф.11В	408	456	3100	15...25	237
Фильтры стержневые с сетчатым покрытием					
КСС-4Ф.14В	82	133	3000	24	44
КСС-5Ф.14В	114	165	3000	24	61
КСС-6Ф.14В	136	187	3000	24	66
КСС-8Ф.14В	187	238	3000	24	85
КСС-10Ф.14В	241	292	3000	24	103

Основные параметры трубчатых фильтров

Таблица 7

Типовой размер секции фильтра	Диаметр фильтра, мм		Длина секции, мм	Скважинность, %	Масса сек- ции, кг
	внутренний	наружный			
Трубчатые перфорированные фильтры					
T-4Φ.1B	98...102	114	3000	15,3...23,7	43...48
T-5Φ.1B	132	146	3100	13,5...22,5	69
T-6Φ.1B	152	168	3100	13,5...19,3	91
T-8Φ.1B	203	219	3100	15...18,1	118
T-10Φ.1B	255	273	3100	17,6...18,5	168
T-12Φ.1B	307	325	3100	18,5	195
T-14Φ.1B	359	377	3100	18,5	227
T-16Φ.1B	408	426	3100	18,0	259
Фильтры трубчатые с проволоочной обмоткой					
ТП-4Φ.2B	98...102	128	3000	15...50	55,9...69,2
ТП-5Φ.2B	132	160	3100	36...51	82...80
ТП-6Φ.2B	152	182	3100	39,5...51,2	106...103
ТП-8Φ.2B	203	233	3100	39,7...51,3	136...133
ТП-10Φ.2B	255	289	3100	33,8...41,9	203...198
ТП-12Φ.2B	307	341	3100	45,3	229
ТП-14Φ.2B	359	393	3100	45,9	269
ТП-16Φ.2B	408	442	3100	45,7	304
Фильтры трубчатые с покрытием просеченным листом					
ТЛ-5Φ.4B	132	160	3100	15...25	82
ТЛ-6Φ.4B	152	182	3100	15...25	107
ТЛ-8Φ.4B	203	233	3100	15...25	137
ТЛ-10Φ.4B	255	287	3100	15...25	190
ТЛ-12Φ.4B	307	339	3100	15...25	223
ТЛ-14Φ.4B	359	391	3100	15...25	259
ТЛ-16Φ.4B	408	440	3100	15...25	294
Фильтры трубчатые с сетчатым покрытием					
ТС-4Φ.12B	98...102	128	3000	24	58
ТС-5Φ.12B	130...132	160	3000	24	75
ТС-6Φ.12B	152...154	182	3000	24	88
ТС-8Φ.12B	199...203	233	3000	24	120
ТС-10Φ.12B	253...257	287	3000	24	151

Условные обозначения пород



1-песок мелкозернистый; 2- песок среднезернистый; 3- песок крупнозернистый; 4- гравий; 5- галечник; 6- щебень; 7-валуны; 8- супесь; 9- суглинок; 10- глина; 11- известняк, 12- доломит; 13- мергель; 14- песчаник; 15- глинистый сланец; 16- мел; 17- лессовидный суглинок; 18- опока; 19- каменный уголь; 20- гранит и другие скальные породы.

Геолого-технические разрезы разведочно-эксплуатационных скважин

а

Масштаб	№ слоев	Описание пород	Геологический разрез и конструкция фильтра	Мощность слоев, м.			Способ бурения	Параметры обсад. кол.	Параметры фильтра
				от	до	всего			
10	1	Песок м/з		0,00			Ударно канатный	D426 0.0-59.0	Фильтр трубчатый с водоприемной поверхностью из сетки галунного плетения, диаметр фильтра 128 мм с песчано-гравийной обсыпкой толщиной 50 мм.
20					22,00	22,00			
30	2	Песок разнoзернистый		22,00	32,00	8,00			
40	3	Глина		32,00	45,00	13,00			
50	4	Супесь мореная		45,00	57,00	12,00			
60	5	Песок м/з		57,00	73,00	16,00			
70				73,00	85,00	12,00			
80	6	Глина		85,00	107,00	22,00			
90	7	Песок пылеватый		107,00	125,00	18,00			
100				125,00	137,00	12,00			
110	8	Супесь, суглинок		137,00	176,00	39,00			
120					190,00	14,00			
130	9	Глина					Роторный	D426 0.0-12.0	Фильтр трубчатый с водоприемной поверхностью из сетки галунного плетения, диаметр фильтра 168 мм с песчано-гравийной обсыпкой толщиной 50 мм.
140	10	Песок м/з							
150									
160									
170									
180	11	Глина							
190									

б

Масштаб	№ слоев	Описание пород	Геологический разрез и конструкция фильтра	Мощность слоев, м.			Способ бурения	Параметры обсад. кол.	Параметры фильтра
				от	до	всего			
10	1	Песок м/з		0,00			Роторный	D324 0.0-139	Фильтр трубчатый с водоприемной поверхностью из сетки галунного плетения, диаметр фильтра 168 мм с песчано-гравийной обсыпкой толщиной 50 мм.
20					22,00	22,00			
30	2	Песок разнoзернистый		22,00	32,00	8,00			
40	3	Глина		32,00	45,00	13,00			
50	4	Супесь мореная		45,00	57,00	12,00			
60	5	Песок м/з		57,00	73,00	16,00			
70				73,00	85,00	12,00			
80	6	Глина		85,00	107,00	22,00			
90	7	Песок пылеватый		107,00	125,00	18,00			
100				125,00	137,00	12,00			
110	8	Супесь, суглинок		137,00	176,00	39,00			
120					190,00	14,00			
130	9	Глина					Роторный	D324 0.0-139	Фильтр трубчатый с водоприемной поверхностью из сетки галунного плетения, диаметр фильтра 168 мм с песчано-гравийной обсыпкой толщиной 50 мм.
140	10	Песок м/з							
150									
160									
170									
180	11	Глина							
190									

а- при ударно-канатном способе бурения; б- при роторном способе бурения.

