

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ))**

Одобрено кафедрой
«ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ВОДОСНАБЖЕНИЕ НА ЖД ТРАНСПОРТЕ»
Протокол № 2.09 от 08 сентября 201 8 г.
Автор: Кузьминский Р. А., к.т.н., профессор

**ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ С МЕТОДИЧЕСКИМИ
УКАЗАНИЯМИ**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Уровень ВО: *Бакалавриат*

Форма обучения: *Заочная*

Курс: *5*

Специальность/Направление: *08.03.01 Строительство (СТб)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *(ВВ)
Водоснабжение и водоотведение*

Москва

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Курсовой проект по дисциплине «Системы водоснабжения» - это комплексная самостоятельная работа обучающегося. Темой курсового проекта является «Расчет водозаборной скважины».

Разработке курсового проекта должно предшествовать изучение теоретических основ соответствующего раздела курса с использованием рекомендуемой литературы.

Курсовой проект может быть оформлен либо письменно на бумажном носителе, либо в электронно-цифровой форме (на диске – CD). Целесообразно курсовой проект оформлять на бумажном носителе и в электронно-цифровой форме (на диске), что ускорит процесс его рецензирования.

При представлении для рецензирования курсового проекта на электронном носителе (диске) студент обязан распечатать на бумажном носителе титульный лист установленной формы и приложить к нему диск с содержанием работы. Титульный лист подписывается студентом, на нем производится регистрация работы. На титульном листе преподавателем проставляется отметка о допуске к защите и приводится рецензия контрольной работы.

При разработке курсового проекта студент письменно либо в электронно-цифровой форме выполняет установленный вариант задания.

При разработке курсового проекта необходимо соблюдать следующие условия:

Страницы рукописи должны быть пронумерованы.

Текст задания и исходные данные следует приводить полностью.

Работу следует писать от руки чернилами или печатать на одной стороне листа.

Расчеты должны быть краткими, но исчерпывающими, с пояснением каждого хода решения.

Перед вычислением искомых величин нужно вначале написать расчетную формулу в буквенном выражении, затем подставить численные значения всех входящих в него параметров и привести окончательный ответ.

В приводимых расчетных формулах поясняют все входящие в них параметры.

Обозначения величин и терминология должны соответствовать принятым в учебниках. У всех размерных величин должна быть проставлена размерность.

При разработке курсового проекта следует строго следить за соблюдением единства размерностей величин, входящих в ту или иную расчетную зависимость.

Значение всех коэффициентов следует обосновать ссылкой на литературу с указанием автора, названия источника и номера страницы.

При оформлении курсового проекта обязательно выполнение необходимого иллюстрационного материала (графики, схемы и т.д.). Чертежи к работе, как правило, следует выполнять на миллиметровой бумаге и клеивать или вшивать в работу.

При построении расчетных графиков нужно указать величины, откладываемые по осям графика, с обозначением их размерностей.

В конце работы привести список литературы, которой пользовался студент в процессе разработки курсового проекта, с указанием автора, названия, места и года издания.

Все отмеченные рецензентом ошибки должны быть исправлены, а сделанные указания выполнены. Исправлять ошибки следует отдельно по каждой задаче на чистой стороне листа.

К экзамену студент допускается только после защиты курсового проекта.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Объем и состав курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка выполняется объемом до 15-20 страниц. Пояснительная записка должна содержать:

- исходные данные для проектирования;
- определение потребности в воде;
- обоснование места расположения скважины;
- выбор эксплуатационного водоносного горизонта;
- расчет конструкции скважины;
- подбор водоподъемного оборудования;
- выбор конструкции оголовка;
- определение зоны санитарной охраны;
- определение ориентировочной стоимости работ по устройству и оборудованию скважины.

Графическую часть проекта выполняют на одном листе формата A2. Графическая часть включает:

- ситуационный план населенного пункта в масштабе 1:10 000 с нанесением горизонталей через 1 м, где указывают участки застройки, выбранное место расположения скважины и границы зон санитарной охраны;
- проектный геолого-технический разрез;
- план и разрез оголовка;
- схему основных конструктивных элементов скважины;
- схему фильтра скважины;
- схему расчета зоны санитарной охраны второго пояса.

Исходные данные для разработки курсового проекта

Исходные данные для выполнения курсового проекта приведены в таблицах 1 и 2. Генпланы населенных пунктов приведены на рисунках 1 и 2.

Вариант задания студент принимает в соответствии с последней и предпоследней цифрой своего шифра.

Таблица 1

Основные данные

Данные о потреблении воды	Последняя цифра учебного шифра				
	1 и 3	2 и 4	5 и 7	6 и 9	8 и 0
Плотность населения, чел./га	150	140	130	120	100
Максимальная суточная норма водопотребления, л/чел	140	155	180	200	250
План поселка	рис. 1	Рис. 2	рис. 1	рис. 2	рис. 1

Таблица 2

Гидрогеологические условия

Глубина залегания пород, м	Предпоследняя цифра учебного шифра				
	1 и 3	2 и 4	5 и 7	6 и 9	8 и 0
Суглинок	0-10	0-5	-	0-20	-
Песок среднезернистый	10-20	5-30	0-20	-	0-15
(статический уровень)	(12)	(15)	(10)	-	(8)
Глина	20-55	30-50	20-70	20-40	15-25
Песок средний	-	-	70-100	-	-
Песок крупный	55-68	50-80	-	-	-
Песок крупный	55-68	50-80	-	-	-
Гравий	-	-	-	40-55	25-70
(статический уровень)	(40)	(55)	(50)	(20)	(35)
Глина плотная	68	80	100	55	70

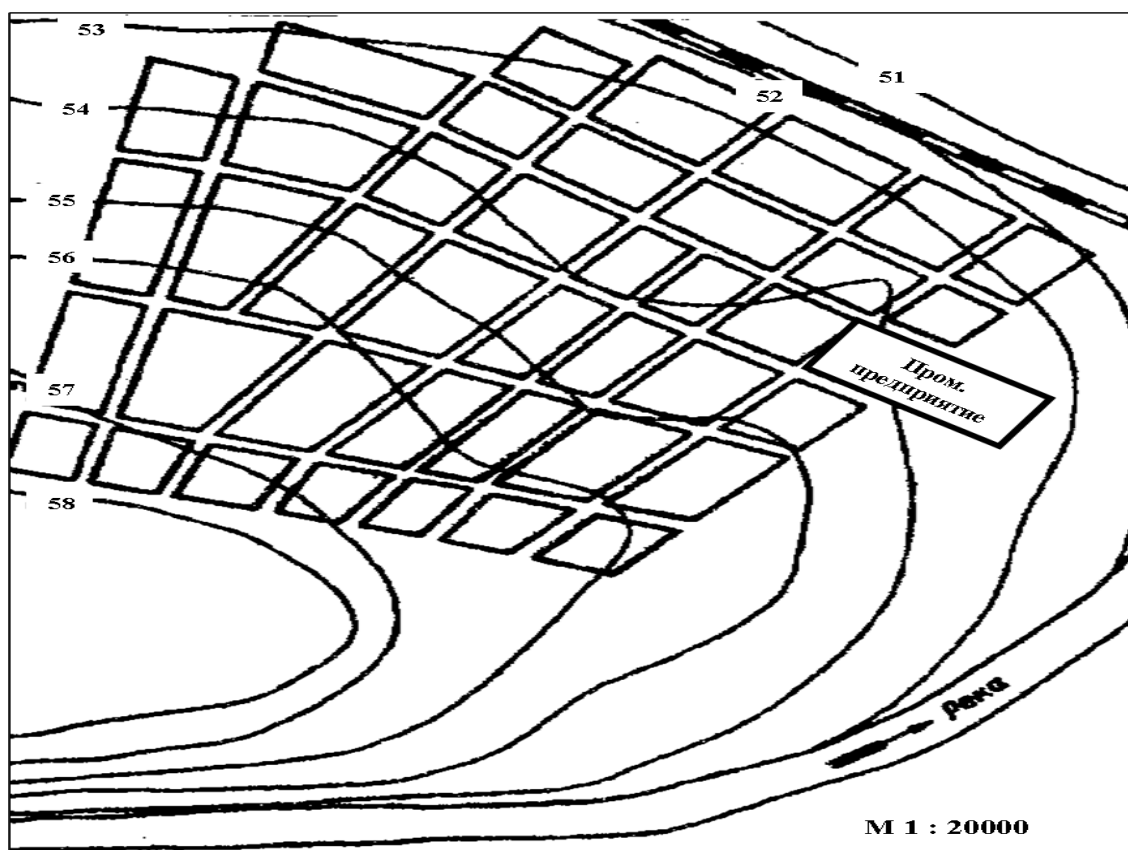


Рис. 1. Генплан населенного пункта 1

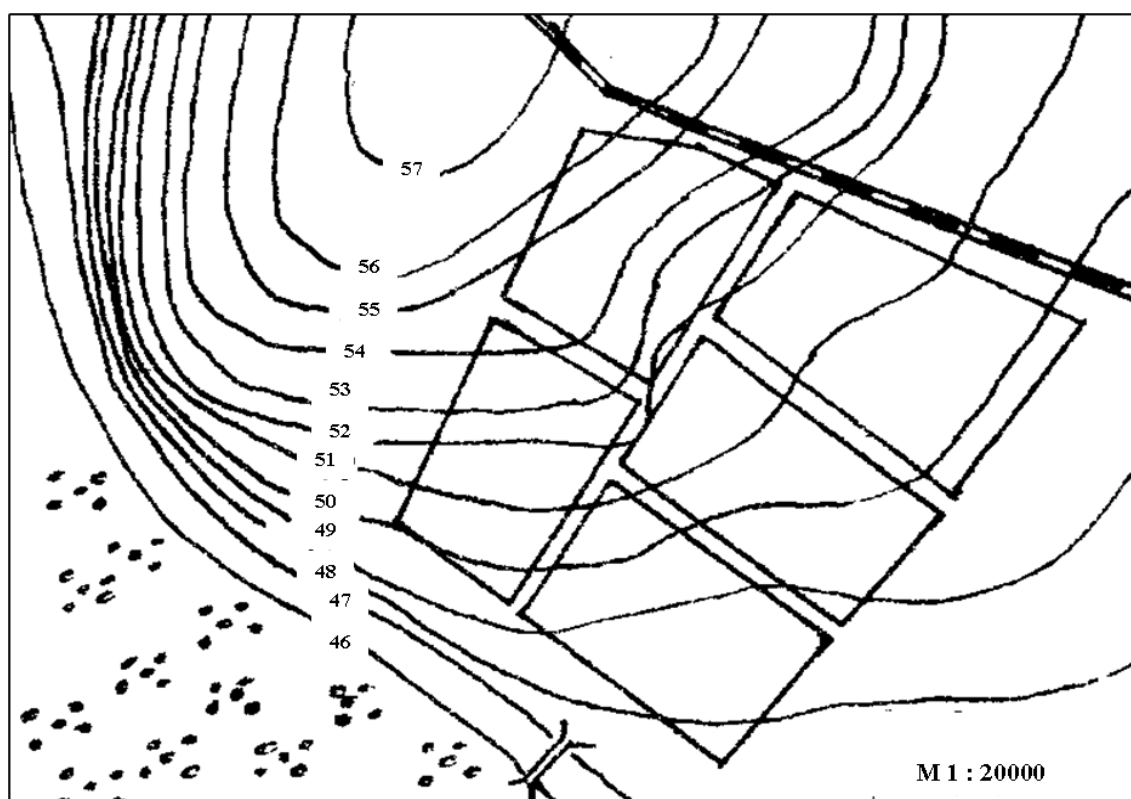


Рис. 2. Генплан населенного пункта 2

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Определение потребности в воде

Максимальную суточную потребность населенного пункта в воде (м³/сут) определяют по формуле

$$Q_{сут} = Fnq10^{-3},$$

где F - площадь населенного пункта (определяется по плану,) га;

n - плотность населения, чел./га;

q - максимальная суточная норма водопотребления, л/чел.

2.2. Обоснование места расположения скважины

Место расположения скважины устанавливают обычно на возвышенной, удаленной от источников загрязнения местности.

При этом следует учитывать:

1) выбранный участок должен находиться в наиболее благоприятных в санитарном отношении условиях, исключающих возможность загрязнения используемых подземных вод бытовыми и промышленными сточными водами или водами с повышенной минерализацией, газонасыщенностью и вредными компонентами;

2) участок не должен подвергаться размыву, оползанию и другим видам деформаций, которые могут нарушить целостность проектируемых сооружений;

3) наличие существующих и проектируемых в районе дорог, которые могут быть использованы для обслуживания скважин и относящихся к ней сооружений;

4) участок должен соответствовать требованиям создания первого пояса зоны санитарной охраны.

Выбранное место расположения скважины указывают в пояснительной записке, и обозначается на генплане населенного пункта с ориентированием его относительно границ населенного пункта, железнодорожной станции, моста или других объектов.

Отметка устья скважины определяется по горизонталям.

2.3. Выбор эксплуатационного водоносного горизонта

Гидрогеологическую характеристику района и участка бурения составляют на основании заданных гидрогеологических условий. При этом следует указать, что по сведениям гидрогеологического управления на участке бурения гидрогеологические условия характеризуются данными, которые приводятся в таблице (в соответствии с заданием на курсовой проект):

Порода	Глубина залегания, м

На основании этих сведений можно, например, указать, что на рассматриваемой территории расположены два основных водоносных горизонта.

Первый от поверхности безнапорный водоносный горизонт содержится в средне зернистых песках, подстилаемых глинами. Мощность его около 10 м, глубина залегания не постоянная, зависит от рельефа местности. Этот водоносный горизонт связан с поверхностным слоем и питается за счет атмосферных осадков. На отдельных участках местности горизонт дренируется долинами рек и оврагами.

Второй водоносный горизонт содержит напорные воды, заключенные в крупнозернистых песках и гравийно-галечниковых отложениях. Залегает на глубине 40-60 м. Имеет напор со статическим уровнем от 20 до 40 м от поверхности (в зависимости от рельефа местности). Водоносный горизонт на участке бурения хорошо защищен от проникновения поверхностных вод, режим его постоянный, не зависящий от временных изменений в выпадении атмосферных осадков, ввиду чего является наиболее целесообразным источником водоснабжения населенных пунктов этого района.

В выводе должно быть указано, например, что на основании оценки имеющихся в районе источников водоснабжения - поверхностных и подземных вод - выбраны подземные воды второго от поверхности водоносного горизонта. По сравнению с поверхностными водами реки, вода этого горизонта обладает постоянством состава, хорошо защищена от поверхностных загрязнений и при ее использовании не требуется устройства водоочистных сооружений. Место расположения скважины обеспечивает санитарные требования, допускает создание зон санитарной охраны и вполне удовлетворяет технико-экономическим условиям устройства водопровода. Ввиду того, что скважин, расположенных вблизи, нет, а намечаемая скважина будет являться одиночной, проектирование ее должно вестись как проектирование разведочно-эксплуатационной скважины глубиной, например, 80 м.

2.4. Расчет конструкции скважины

Расчет конструкции скважины включает:

Выбор способа бурения.

Выбор конструкции водозаборной скважины.

Пропускную способность фильтра

Расчет притока воды к скважине (дебит скважины).

Определение пропускной способности фильтра.

Особое внимание необходимо обратить на проектирование группы взаимодействующих трубчатых колодцев, так как водозабор обычно включает несколько скважин.

Выбор способа бурения скважины зависит от гидрогеологических условий.

В настоящее время для бурения скважин на воду в практике применяется вращательное бурение с промывкой, ударно-канатное и шнековое бурение. Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки, проявляющиеся в большей или меньшей степени в заданных конкретных условиях. Поэтому выбор способа бурения состоит в том, чтобы в заданных условиях при принятом способе бурения могли быть максимально использованы его преимущества с целью получения наилучшего технического и экономического эффекта.

Вращательное (ротаторное) бурение с промывкой состоит в том, что порода разрушается вращающимся буровым наконечником, а удаляется из скважин непрерывно циркулирующим промывочным раствором, который одновременно глинизирует стенки скважины, удерживая их от обрушения, пока не опущены обсадные трубы (приложение 1).

В зависимости от принципа работы бурового наконечника различают колонковое бурение - при разрушении породы по кольцевому забою и роторное - при бурении сплошным забоем. В практике бурения скважин на воду наиболее распространенным является роторное бурение с прямой промывкой.

У роторного способа есть преимущество перед ударно-канатным в отношении скорости бурения, но есть и недостатки, которые не позволяют применять этот метод в

любых условиях.

К основным недостаткам роторного бурения относятся: глинизация эксплуатационных водоносных горизонтов и невозможность попутного опробования водоносных горизонтов в процессе проходки скважины.

Поэтому роторное бурение рекомендуется применять при условиях, когда:
хорошо, изучен геолого-гидрогеологический разрез участка бурения;
бурение ведется на заранее разведанный и опробованный водоносный горизонт, для которого имеется подробная характеристика качества и количества воды,
эксплуатационный водоносный горизонт характеризуется большим напором;
есть возможность проведения каротажа скважины;
есть возможность бесперебойной доставки воды и высококачественной глины к месту бурения;
есть оборудование и инструменты для быстрого восстановления водоочистки горизонта, заглинизированного в процессе бурения;
глубина скважины любая.

Сущность ударно-канатного бурения заключается в том, что породу на забое скважины разрушают ударами подвешенного на канате долота. Удаляют из скважины разрушенную породу по мере ее накопления желонкой, которая представляет собой трубу с клапаном (приложение 2).

Основные преимущества ударно-канатного способа бурения по сравнению с роторным способом бурения заключаются в том, что при ударно-канатном бурении скважина и проходимые водоносные горизонты остаются чистыми от глинизации, нет необходимости в доставке на скважину глины и воды (особенно в маловодных и безводных районах), всегда имеется возможность опробовать попутно встречающийся при бурении водоносный горизонт.

К недостаткам ударно-канатного способа относятся: сравнительно небольшая скорость бурения, относительно большой расход обсадных труб и ограниченная глубина бурения.

Поэтому ударно-канатное бурение целесообразно применять в случае:
сооружения скважин в районах с недостаточно изученными геологическим строением и гидрогеологическими условиями;
необходимости предварительного и отдельного опробования водоносных горизонтов в процессе бурения;
вскрытия и проходки водоносных горизонтов небольшой мощности и производительности независимо от напора;
работы в районах, где затруднена или невозможна доставка глины и воды для промывки скважины в процессе бурения;
сооружения скважин глубиной до 100-150 м;
сооружения скважин диаметром более 500 мм.

Шнековое бурение применяется для устройства скважин глубиной до 50 м на первый от поверхности водоносный горизонт. При шнековом бурении разрушение породы на забое скважины осуществляется в результате вращения бурового наконечника. Выносятся разрушенная порода из скважин непрерывно при помощи шнекового транспортера.

В пояснительной записке должно быть дано обоснование способа бурения с указанием всех условий, которые определяют сделанный выбор.

Выбор конструкции водозаборной скважины.

Выбор конструкции водозаборной скважины зависит от гидрогеологических условий и требуемой производительности скважины.

Поэтому конструкцию водозаборной скважины выбирают с учетом следующих факторов:

- гидрогеологических условий района заложения;
- глубины залегания, мощности и геологического состава выбранного водоносного горизонта;
- структуры водоносных геологических пород;
- расчетного количества подаваемой воды, типа водоподъемника;
- конструкции и типа фильтра;
- способа бурения;
- количества воды эксплуатируемых и перекрываемых обсадными трубами водоносных горизонтов.

При разработке конструкции скважины, прежде всего, следует составить ее схему, затем произвести расчет основных элементов (притока воды к скважине и пропускной способности фильтра) и лишь после этого определить конструкцию скважины.

Схема конструкции должна учитывать основные требования и рекомендации по устройству скважины.

Глубину скважины следует определять в зависимости от глубины залегания кровли и мощности водоносного пласта, намечаемого к эксплуатации, расчетных величин дебита и положения динамического уровня, а в случае оборудования скважины эрлифтом - также и в зависимости от требуемой глубины погружения водоподъемных труб.

Длину рабочей части фильтра в напорных водоносных горизонтах мощностью до 10 м следует принимать равной мощности пласта, в безнапорных горизонтах - равной мощности пласта за вычетом эксплуатационного понижения уровня воды в скважине S (фильтр должен быть затоплен) и конструктивного надфильтрового участка скважины A .

В водоносных горизонтах мощностью более 10 м длину рабочей части фильтра надлежит определять с учетом водопроницаемости скважин и конструкции фильтра. Рабочую часть фильтра следует устанавливать на расстоянии от кровли и подошвы водоносного пласта не менее 0,5-1 м.

Верхняя часть надфильтровой трубы должна быть выше башмака обсадной колонны не менее, чем на 3 м при глубине скважины до 30 м и не менее, чем на 5 м при глубине скважины более 30 м; при этом между обсадной колонной и надфильтровой трубой должен быть установлен сальник.

Длину отстойника следует принимать в зависимости от характера грунтов, но не более 2 м.

Пример схемы конструкции скважины дан на рис. 3.

На основании схемы должно быть определено максимально допустимое понижение S по конструктивным соображениям.

Из условий залегания эксплуатационного водоносного слоя заданными величинами являются полный напор H водоносного слоя и мощность его m .

Все остальные размеры, влияющие на конструкцию водоприемной части скважины, принимаются в соответствии с указанными выше рекомендациями и нормами установки погружных насосов.

На основании схемы конструкции скважины (рис. 3) максимально допустимое понижение S определяется по формуле

$$S = H - \left[A + L_{\phi} + (0,5 \dots 1) + (0,5 \dots 1) \right] = H - \left(A + L_{\phi} + 1,5 \right).$$

Здесь L_{ϕ} - длина фильтра, которая зависит от мощности водоносного слоя m ,

$L_{\phi} \leq m - 1,5$;

A - надфильтровой участок,

$$A = L_n + a_c + e + [L_{н.ф} - (0,5...1)],$$

где L_n - общая длина погружного насоса (обычно составляет 2-2,5 м);

a_c - необходимый для нормальной работы столб воды над насосом (обычно принимают не менее 1 м);

e - расстояние от нижней части насоса до фильтра (обычно принимают не менее 2-3 м);

$[L_{н.ф} - (0,5...1)]$ - верхняя часть надфильтровой трубы, которая должна быть в обсадной колонне на участке 3-5 м.

Следовательно, ориентировочное значение

$$A = 2,5 + 1 + 2 + 5 \approx 10 \text{ м.}$$

Пример. Определить максимально допустимое понижение уровня воды в скважине, пробуренной на глубину 50 м и вскрывшей напорный водоносный слой мощностью 10 м полным напором 28 м.

Решение:

$$A = L_n + a_c + e + [L_{н.ф} - (0,5...1)] = 2 + 1 + 3 + 5 = 11 \text{ м;}$$

$$L_{ф} = m - 1,5 = 10 - 1,5 = 8,5 \text{ м;}$$

$$S = H - (A + L_{ф} + 1,5) = 28 - (11 + 8,5 + 1,5) = 7 \text{ м.}$$

Водоприемную часть скважины рассчитывают на приток воды к скважине (дебит скважины) и на пропускную способность фильтра.

Расчет притока воды к скважине (дебит скважины).

В напорном водоносном горизонте приток воды к скважине (пробуренной до водоупора) определяют из условий, показанных на рис. 4, по формуле

$$Q = \frac{2,73 k m S}{\lg R / r},$$

Здесь Q - приток воды к скважине, м³/сут;

k - коэффициент фильтрации водосодержащих пород (принимают по табл. 3), м/сут;

Таблица 3

Порода		Средний диаметр частиц, мм	Коэффициент фильтрации k , м/сут	Коэффициент водоотдачи
Песок:	мелкий	0,1-0,25	2-5	1,15-0,20
	средний	0,25-0,5	6-15	0,20-0,25
	крупный	0,5-1,0	16-30	0,25-0,30
Гравий мелкий		1,0-5,0	31-70	0,30-0,35

m - мощность напорного водоносного горизонта, м;

S - понижение уровня воды в скважине, величиной которого задаются по условиям конструкции скважины, глубине установки насоса, а также из условий:

$S \geq H - m$ при $m < 10$ м;

$S \leq H - 0,5m$ при $m > 10$ м;

r - радиус скважины в ее водоприемной части, м;

R - условный радиус притока воды к скважине, м. Условный радиус притока воды к скважине может быть определен по эмпирической формуле Н.П.Кусакина

$$R = 2S\sqrt{kH}.$$

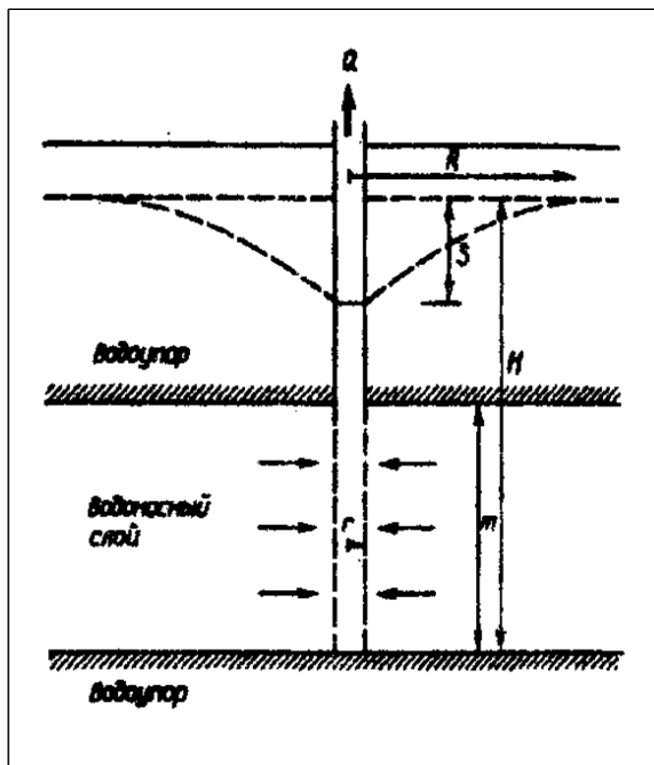


Рис. 4. Схема притока воды к скважине в напорном водоносном горизонте

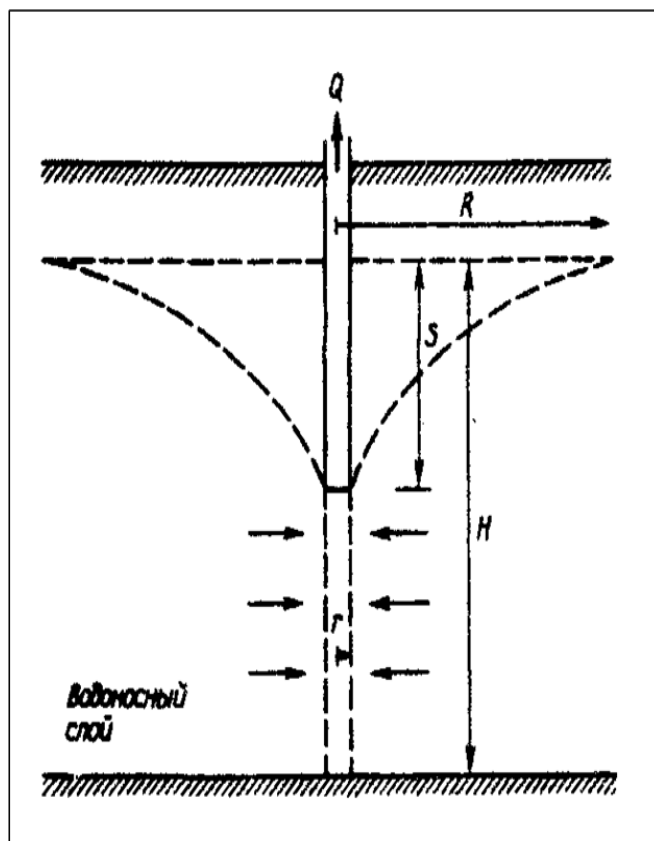


Рис. 5. Схема притока воды к скважине в ненапорном водоносном слое

В ненапорном водоносном слое приток воды к совершенной скважине определяется в соответствии с расчетной схемой, показанной на рис. 5, по формуле

$$Q = \frac{1,36k(2HS - S^2)}{\lg R/r},$$

где k - коэффициент фильтрации водосодержащих пород (принимают по табл. 3), м/сут;

H - мощность водоносного слоя, м;

S - понижение уровня воды в скважине, величиной которого задаются исходя из условий конструкции скважины, глубины установки насоса, а также из условия, что $S \leq 0,5H$, м;

r - радиус скважины в ее водоприемной части, м;

R - условный радиус притока воды к скважине, м.

Пропускную способность фильтра (рис. 6) определяют по его рабочей части, которую называют длиной фильтра. Высоту надфильтровой части $l_{н.ф}$ и отстойника $l_{от}$ принимают конструктивно в зависимости от условий и в соответствии с изложенными выше рекомендациями.

Тип и конструкцию фильтра выбирают в зависимости от вида пород водоносного горизонта, руководствуясь табл. 4.

Размеры проходных отверстий (мм) выбранного типа фильтра в зависимости от водоприемной поверхности должны быть:

при круглой перфорации

$$d_0 = (2,5 \dots 3,5)d_{cp};$$

при щелевой перфорации

$$d_0 = (1,25 \dots 2)d_{cp};$$

при сетчатом покрытии

$$d_0 = (1,5 \dots 2,5)d_{cp},$$

где d_{cp} - средний диаметр частиц породы (принимают по табл. 3), мм.

Таблица 4

Типы и конструкции фильтров в зависимости от вида пород водоносного горизонта

Порода	Тип фильтра
Скальные и полускальные неустойчивые, щебенистые и галечниковые с преобладанием частиц 20-100 мм	Трубчатые с круглой или щелевой перфорацией, стержневые
Гравий, гравелистый песок с преобладанием частиц 2-5 мм	Трубчатые или стержневые с проволоочной обмоткой, штампованный лист
Пески крупные с преобладанием частиц 1-2 мм	Трубчатые или стержневые с проволоочной обмоткой, штампованный лист, сетки квадратного сечения
Пески средние с преобладанием частиц 0,25-0,5 мм	Трубчатые или стержневые с сеткой галунного плетения, гравийные с однослойной обсыпкой
Пески мелкие с преобладанием частиц 0,1-0,25 мм	Трубчатые или стержневые с одно- и двухслойной песчано-гравийной обсыпкой

Подбор материала для гравийных обсыпок производится по соотношению

$$\frac{d_{cp.обс}}{d_{cp.пор}} = 8 \dots 12,$$

где $d_{cp.обс}$ и $d_{cp.пор}$ - средний диаметр частиц соответственного материала обсыпка и водосодержащей породы.

При многослойной гравийной обсыпке соотношение средних диаметров частиц соседних слоев обсыпки должно составлять 4-6.

Пропускную способность фильтра (м³/сут) определяют по формуле

$$Q = \pi D_{\phi} L_{\phi} V_{\phi},$$

где D_{ϕ} - наружный диаметр фильтра, м;

L_{ϕ} - длина рабочей части фильтра, м;

V_{ϕ} - максимальная допустимая скорость притока воды к фильтру, определяемая по формуле

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

здесь k - коэффициент фильтрации, м/сут.

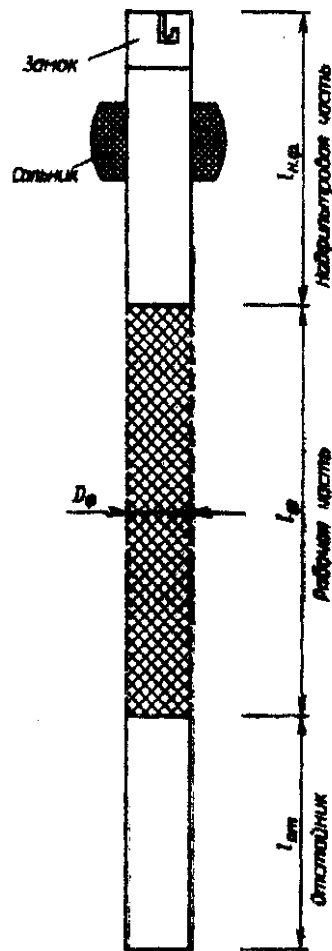


Рис. 6. Схема фильтра

Если возникает необходимость в получении заданного количества воды Q_ϕ при условии ограниченной мощности водоносного слоя (следовательно, и ограниченной длине фильтра L_ϕ), то приведенную формуле решают относительно D_ϕ

$$D_\phi = \frac{Q}{\pi L_\phi V_\phi}.$$

В условиях практически неограниченной мощности водоносного слоя аналогично определяют требуемую длину фильтра L_ϕ .

При проектировании группы взаимодействующих трубчатых колодцев определяют количество трубчатых колодцев, их размеры (глубину, диаметр, длину фильтра), расположение колодцев в плане и расстояние между ними, общий дебит колодцев с учетом их взаимодействия при расчетном допустимом понижении уровня воды.

Максимальное допустимое понижение определяется расчетами, при этом скорость движения воды в фильтре не должна превышать допустимую.

Взаимодействующими являются трубчатые колодцы, расположенные на расстоянии меньшем, чем радиусы влияния колодцев. Это приводит к тому, что между колодцами происходит срезка уровней воды и падение граничного напора, а, следовательно, снижение дебита этих колодцев.

Степень взаимного влияния колодцев зависит от схемы расположения колодцев, расстояния между ними, мощности, характеристики водоносного пласта и условий его питания, величины понижения уровня воды в колодцах (в безнапорных водоносных пластах).

Расчет взаимодействующих трубчатых колодцев, расположенных в ряд (линейная система), зависит от расчетной схемы (рис. 8).

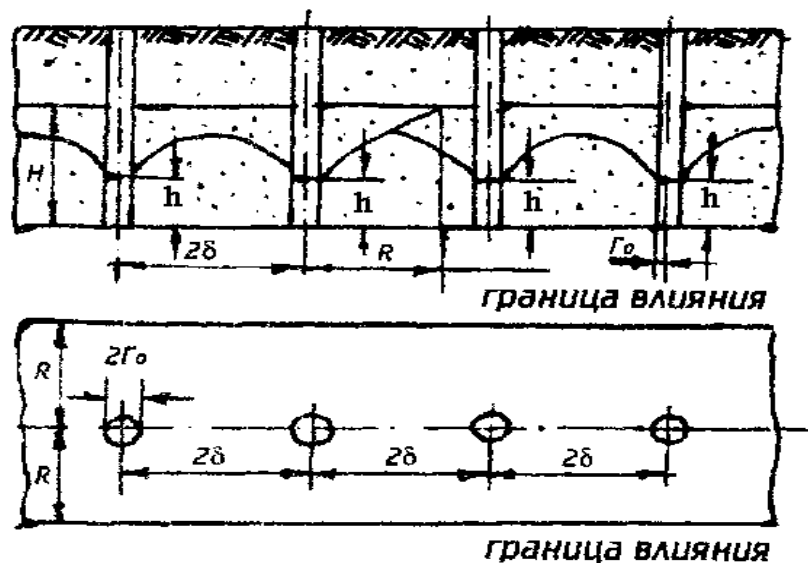


Рис. 8. Схема к расчету взаимодействующих скважин

Расчет целесообразно вести при одинаковых диаметрах, дебитах и понижениях в колодцах.

Для расчета линейного ряда взаимодействующих колодцев в не напорных водоносных пластах, дебит каждого из колодцев может быть определен по формуле

$$Q' = \frac{\pi k (H^2 - h^2)}{\ln \frac{sh \frac{\pi R}{2\delta}}{\frac{\pi r_0}{2\delta}}},$$

где Q' - дебит каждого из взаимодействующих колодцев.

Для расчета линейного ряда взаимодействующих колодцев в напорных водоносных пластах, дебит каждого из колодцев может быть определен по формуле

$$Q' = \frac{2\pi k m S_{\kappa}}{\ln \frac{sh \frac{\pi R}{\delta}}{sh \frac{\pi r_0}{2\delta}}},$$

где S_{κ} - понижение уровня воды в одном из взаимодействующих колодцев.

Окончательно конструкция скважины определяется после расчета основных элементов водоприемной части, т.е. после расчета притока воды к скважине, выбора типа и конструкции фильтра, определения его диаметра и длины рабочей части.

Остальные конструктивные элементы и размеры скважины принимают с учетом следующих требований.

Конечный диаметр обсадной трубы при ударном бурении должен быть больше наружного диаметра фильтра не менее чем на 50 мм. а при обсыпке фильтра гравием - не менее чем на 100 мм.

При роторном способе бурения конечный диаметр скважин должен быть больше наружного диаметра фильтра на 100 мм.

2.5. Подбор водоподъемного оборудования

Для подъема воды из скважин рекомендуется применять, прежде всего, центробежные насосы с погружными электродвигателями (погружные насосы).

Но в том случае, когда погружные насосы использовать нецелесообразно или невозможно, допускается применение эрлифта.

Из погружных насосов наиболее распространенными являются насосы ЭЦВ. Схема установки этих насосов приведена на рис. 7.

Основные данные некоторых погружных насосов даны в табл. 5 и на рис. 1-4 приложения 3.

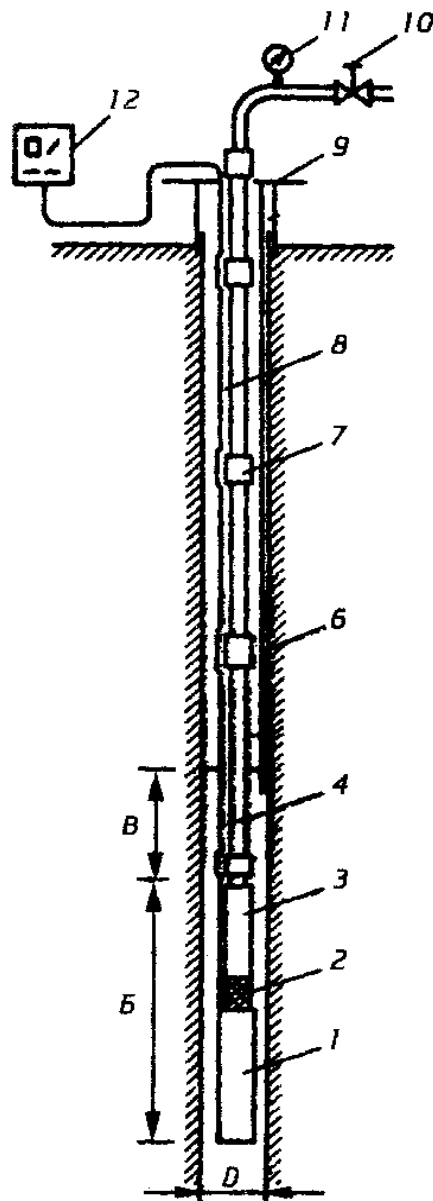


Рис. 7. Схема установки насосов:

1 - электродвигатель; 2 - сетки; 3 - насос; 4 - водоподъемные трубы; 5 - динамический уровень воды в скважине; 6 - уровнемер; 7 - муфты; 8 - кабель; 9 - опорная плита; 10 - задвижка; 11 - манометр; 12 - станция управления; Б - длина насосного агрегата; В - минимально необходимое погружение насоса; D - диаметр рабочей колонны скважины.

Таблица 5

Характеристики центробежных насосов

Показатели	ЭЦВ 6-4-190	ЭЦВ 6-10-185	ЭЦВ 8-25-100	ЭЦВ 10-63-65	ЭЦВ 12-160-100
Подача, м ³ /ч	4	10	25	63	160
Напор, м вод. ст.	190	185	100	65	100
Мощность, кВт	4,5	8	11	22	65
Напряжение, В	380	380	380	380	380
Ток, А	10,5	18,5	25	47	130
Скорость вращения, об/мин	2850	2850	2850	2920	2920
Наружный диаметр, мм	142	142	18	134	281
Длина насосов, мм	1360	1466	825	952	925
Длина электродвигателя, мм	755	965	875	955	1155
Рабочая характеристика в приложении	Рис. 1	Рис. 2	Рис. 3	Рис. 3	Рис. 4

2.6. Выбор конструкции оголовка

В зависимости от местных условий и типа оборудования устье скважины следует располагать в наземном павильоне или в заглубленной камере.

Выбор того или иного варианта должен быть обоснован в пояснительной записке проекта.

Павильоны устраивают из кирпича, сборного или монолитного бетона (рис. 9).

В павильоне должен быть предусмотрен потолочный люк, через который может проводиться монтаж и демонтаж скважинных насосов.

Габариты павильона в плане следует принимать из условия размещения в нем электродвигателя, электрооборудования и контрольно-измерительных приборов. Высота наземного павильона должна соответствовать габаритам оборудования, но быть не менее 2,5 м.

Заглубленные камеры могут быть устроены из железобетонных колец (рис. 10).

Пример типовой конструкции оголовка скважины показан на рис. 11.

Верхняя часть колонны труб должна выступать над полом не менее чем на 0,5 м.

Конструкция оголовка скважины должна обеспечивать полную герметизацию, исключаящую проникание в межтрубное пространство скважины поверхности воды и загрязнений.

Скважины должны быть оборудованы уровнемерами для наблюдения за динамическим уровнем: трубопроводом для отвода воды при прокачке скважины; водомером для систематических измерений дебита; краном для проб воды. Водомер и обратный клапан допускается устанавливать в отдельном колодце.

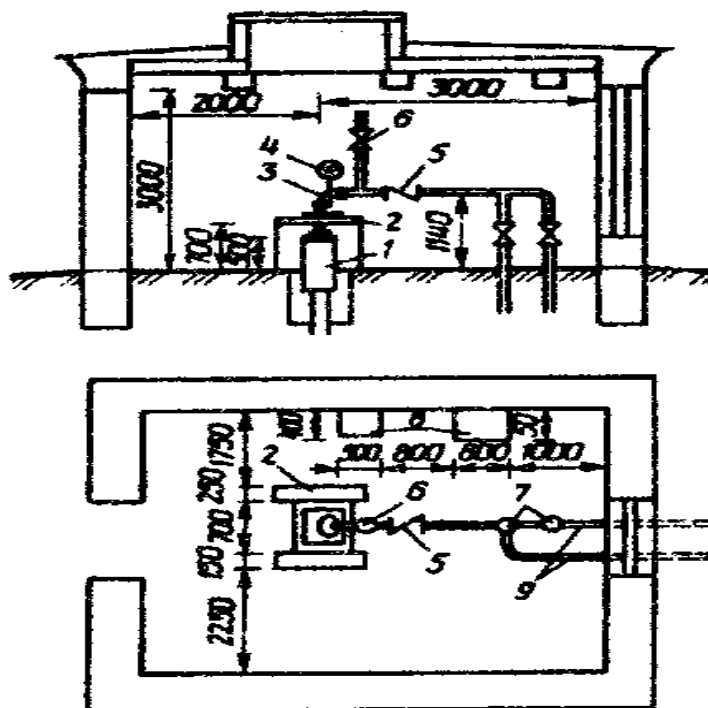


Рис. 9. Схема наземного павильона для оборудования устья скважины

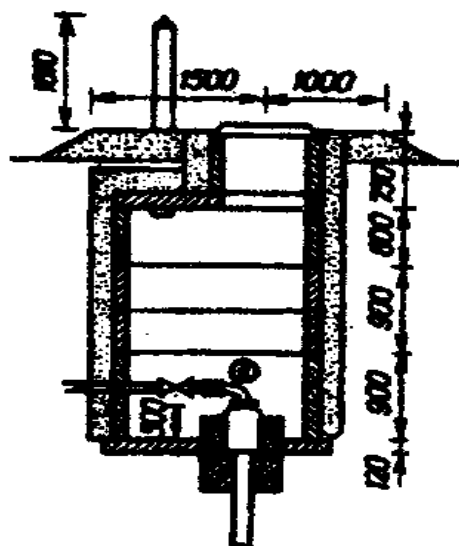


Рис. 10. Схема заглубленной камеры для оборудования устья скважины

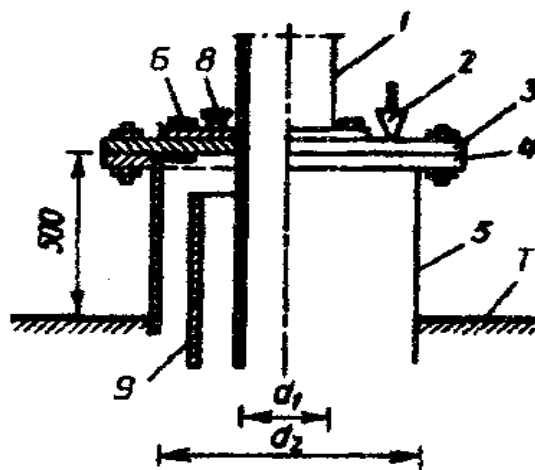


Рис. 11. Схема типовой конструкции оголовка скважины:

1 - напорная труба насоса; 2 - уплотненное отверстие для пропуска кабеля; 3 - верхний фланец; 4 - нижний фланец; 5 - опорный цилиндр; 6 - болт крепления; 7 - уровень пола; 8 - отверстие для пропуска уровнемера; 9 - рабочая колонная скважины; d_1 - диаметр напорной трубы; d_2 - диаметр опорного цилиндра

2.7. Определение размеров зоны санитарной охраны

Первый пояс зоны санитарной охраны.

Границы первого пояса зоны санитарной охраны создаются с целью устранения случайного или умышленного загрязнения источника воды или нарушения нормальной работы скважины и обеспечения хорошего качества воды, подаваемой потребителю. При использовании артезианских и других надежно защищенных с поверхности подземных вод территория первого пояса зоны санитарной охраны устанавливается размером около 0,25 га с радиусом не менее 30 м вокруг скважины. При использовании грунтовых вод радиус первого пояса следует принимать не менее 50 м вокруг скважины, а площадь зоны охраны - примерно 1 га.

Территория первого пояса должна быть ограждена забором, защищена полосой зеленых насаждений и обеспечена охраной. Планировку ее необходимо проводить так, чтобы поверхностный сток отводился за пределы этой территории в водоотводящие каналы. Если скважина расположена на склоне или в низине, то следует устраивать нагорные каналы. Территория вокруг скважины, подземного резервуара, а также проезды должны быть замощены или заасфальтированы.

На территории первого пояса запрещается строительство и размещение зданий, сооружений и устройств, не имеющих отношения к эксплуатации водозабора. Запрещается также располагать скважины, резервуары и насосные станции в жилых, производственных и других помещениях, не относящихся к водопроводным сооружениям.

Если жилые, производственные и иные здания находятся в непосредственной близости к границе пояса, то необходимо благоустроить их территорию и полностью изолировать ее от территории первого пояса.

Здания, относящиеся к водопроводным сооружениям, которые расположены на территории первого пояса зоны, должны быть присоединены к канализации. Если канализации нет, то находящиеся здесь уборные оборудуют водонепроницаемыми приемниками с таким расчетом, чтобы при вывозе нечистот не загрязнялась территория первого пояса.

В границах первого пояса зоны санитарной охраны запрещается проживание людей (в том числе и лиц, работающих на водопроводе), содержание скота, доступ посторонних, выращивание насаждений с применением органических удобрений и ядохимикатов, ведение строительных работ.

Второй пояс зоны санитарной охраны.

Второй пояс зоны санитарной охраны включает территорию, которая обеспечивает предохранение эксплуатируемого водоносного горизонта от загрязнения. Границы второго пояса устанавливают исходя из санитарных и гидрогеологических условий и определяют расчетами.

Расчеты проводятся в конце проекта на основании данных о принятой конструкции скважины и режиме ее эксплуатации.

На территории второго пояса предусматривают ликвидацию или восстановление дефектных недействующих и неправильно эксплуатируемых скважин, ликвидация поглощающих скважин и шахтных колодцев; а бурение новых скважин и разработка полезных ископаемых с нарушением защитного слоя над водоносным горизонтом допускается только по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

На территории второго пояса запрещается располагать животноводческие фермы ближе, чем на 300 м от границы первого пояса, а также стойбища и выпас скота ближе, чем на 100 метров от границы первого пояса.

Задачей расчета зоны санитарной охраны второго пояса является установление границ, обеспечивающих предотвращение попадания в скважину как неустойчивых (бактериальных, радиоактивных и др.), так и устойчивых (химических) загрязнений.

Поэтому удаление границ зоны предусматривается такое, при котором либо исключается приток воды к скважине с территории, расположенной дальше установленных границ, либо время, в течение которого вода пройдет от границ зоны до скважины, будет не меньше расчетного срока эксплуатации скважины.

При расчете учитываются область воронки депрессии, создаваемая скважиной, а также направление и величина естественной скорости грунтового потока.

В тех случаях, когда направление грунтового потока гидравлическими условиями не задано, для ориентировочных расчетов можно принять его условно, в соответствии с местными гидрогеологическими условиями и геоморфологическими признаками.

Для самых общих ориентировочных расчетов естественный уклон уровня подземных вод может быть принят равным 0,002.

Схема притока воды к скважине и границы зоны притока показаны на рис. 12.

Ширина зоны на участке, расположенном от скважины против направления движения подземных вод, $A=2R_1$, где

$$R_1 = \frac{Q}{2kH_{cp}i},$$

а на участке по направлению движения подземных вод

$$B = 2R_2, R_2 = R_1/2.$$

Длина зоны $C=R_3+R_4$, где

$$R_3 = \frac{Q}{2\pi kH_{cp}i}.$$

Длина зоны R_4 определяется методом подбора из уравнения для определения времени движения воды к скважине в направлении, совпадающем с направлением естественного потока

$$t = \frac{\mu}{ki} \left[R_4 - \frac{0,366Q}{H_{cp}ki} \lg \left(\frac{6,28H_{cp}kiR_4}{Q} + 1 \right) \right],$$

где t - время в сутках, на которое рассчитывается эксплуатация скважины;

m - коэффициент водоотдачи, принимается по табл. 3,

k - коэффициент фильтрации, принимается по табл.3, м/сут;

i - естественный уклон подземного потока;

H_{cp} - средняя мощность водоносного слоя, принимается $0,8H$ (H - полная мощность водоносного слоя или напор напорного водоносного слоя), м;

Q - расчетная производительность скважины, м³/сут;

R_4 - удаление границы зоны от скважины в направлении против движения подземных вод (значением R_4 задаются и вычисляют t , подбирая такое значение R_4 , которое будет удовлетворять заданному периоду эксплуатации скважины).

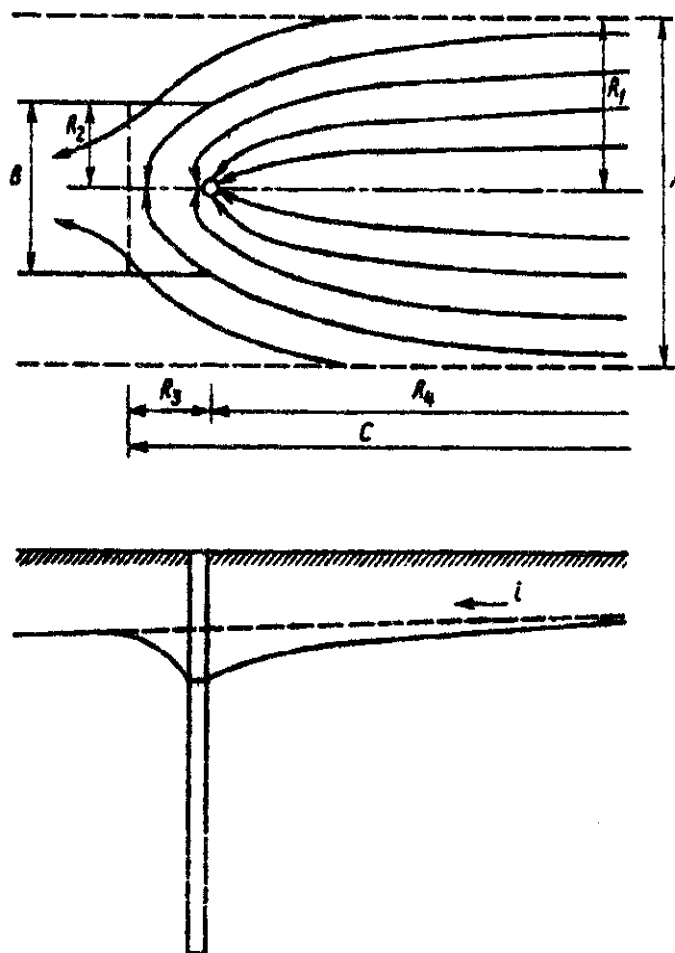


Рис. 12.Схема притока воды к скважине и границы второй зоны охраны

В тех случаях, когда безнапорные подземные воды имеют непосредственную связь с атмосферой или неглубоко залегающие напорные воды перекрыты слабопроницаемыми породами, в границах зоны санитарной охраны второго пояса, определенного при сроке эксплуатации 25 лет и более, следует выделить санитарную зону против бактериального загрязнения.

Для определения границ этой зоны расчетный срок принимают равным 200-400 суткам.

Срок 200 суток принимают при поступлении бактериальных загрязнений из относительно мало загрязненных водоемов.

Срок 400 суток - при наличии обширных, постоянно действующих источников загрязнения (поля фильтрации, скотоводческие фермы, места поступления неразбавленных сточных вод и др.).

Расчет этой зоны целесообразно проводить по наиболее неблагоприятным уровням, т.е. по направлению против движения подземных вод - R_4 .

Пример.

Определить границы зоны санитарной охраны второго пояса для скважины производительностью 1200 м³/сут; водоносный слой мощностью 30 м заключен в крупнозернистых песках.

Расчетные данные: $Q=1200$ м³/сут, $k=20$ м/сут (принимается по табл. 3), $m=0,27$ (принимается по табл. 3), $H=30$ м, $i=0,002$ (принят условно ввиду отсутствия гидрогеологических данных), $t=30\text{лет}=11000\text{сут}$ (принято исходя из назначения скважины).

Расчетная формула

$$t = \frac{\mu}{ki} \left[R_4 - \frac{0,366Q}{H_{cp} ki} \lg \left(\frac{6,28H_{cp} ki R_4}{Q} + 1 \right) \right],$$

Решение.

Следует определить:

1) ширину зоны $A=2R_1$

$$R_1 = 1200 / (2 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 30 \cdot 0,002) = 625 \text{ м}, A = 2 \cdot 625 = 1250 \text{ м};$$

2) ширину зоны $B=2R_2$

$$R_2 = R_1 / 2 = 625 / 2 = 312,5 \text{ м};$$

$$B = 2 \cdot 312,5 = 625 \text{ м};$$

3) длину зоны $C=R_3+R_4$

$$R_3 = 1200 / (2 \cdot 3,14 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 30 \cdot 0,002) = 199 \text{ м};$$

Методом подбора решаем задачу по определению величины R_4 :

$$t = \frac{0,27}{20 \cdot 0,002} \left[R_4 - \frac{0,366 \cdot 1200}{0,8 \cdot 30 \cdot 20 \cdot 0,002} \lg \left(\frac{6,28 \cdot 0,8 \cdot 30 \cdot 20 \cdot 0,002}{1200} R_4 + 1 \right) \right],$$

$$t = 6,75 \left[R_4 - 4,75 \lg (5,024 \cdot 10^{-3} R_4 + 1) \right]$$

Задаемся значениями R_4 и по ним вычисляем t :

$$R_{4,1} = 2000 \text{ м, при этом } t_1 = 10278 \text{ сут};$$

$$R_{4,2} = 2500 \text{ м, при этом } t_2 = 13378 \text{ сут};$$

$$R_{4,3} = 2200 \text{ м, при этом } t_3 = 11511 \text{ сут.}$$

Принимаем $R_4 = 2200 \text{ м}$.

Радиус зоны против бактериального загрязнения определяют по значению R_4 для времени 200 и 400 суток.

Задаемся значениями R_4 и вычисляем соответствующие значения:

$$R_{4,4} = 100 \text{ м, при этом } t_4 = 129 \text{ сут};$$

$$R_{4,5} = 130 \text{ м, при этом } t_5 = 203 \text{ сут};$$

$$R_{4,6} = 150 \text{ м, при этом } t_6 = 259 \text{ сут};$$

$$R_{4,7} = 200 \text{ м, при этом } t_7 = 417 \text{ сут};$$

Принимаем радиус зоны, в которой не допускаются мало загрязненные водоемы, $R_{4,5} = 130 \text{ м}$ и радиус зоны, в которой не допускаются источники загрязнения постоянного действия, $R_{4,7} = 200 \text{ м}$.

Вычисленные границы наносятся на план населенного пункта.

2.8. Определение ориентировочной стоимости работ по устройству и оборудованию скважины

Ориентировочная стоимость работ рассчитывается после того, как выбрана конструкция скважины и ее оборудование.

Стоимость единицы работ и материалов для составления сметы берется из единых норм, но при ориентировочных расчетах может быть принята по обобщенным показателям, приведенным в табл. 1 приложения 4. (При этом следует учитывать, что в указанной таблице даются ориентировочные показатели стоимости отдельных видов работ и материалов в ценах 1984 г., поэтому для перехода к действующим ценам следует использовать соответствующий коэффициент перехода).

В качестве примера в табл. 2 приложения 4 приведен расчет ориентировочной стоимости работ и материалов на бурение и оборудование скважины глубиной 108 м.

ВОПРОСЫ ПО ЗАЩИТЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Что является основой водных ресурсов России?
2. Что включают подземные воды?
3. Какой водоносный горизонт является напорным?
4. Как могут быть разделены подземные воды по характеру залегания?
5. В каких единицах измеряется коэффициент фильтрации?
6. Какие отрасли хозяйства являются водопользователями?
7. Что входит обычно в состав системы водоснабжения?
8. Как классифицируются по территориальному охвату водопотребителей системы водоснабжения?
9. Как классифицируются по территориальному охвату водопотребителей системы водоснабжения?
10. Как подразделяются схемы водоснабжения по типу водопроводов?
11. Какие могут быть схемы производственного водоснабжения?
12. На какие виды делятся системы водоснабжения по назначению?
13. На какую величину допускается снижение подачи воды в системах водоснабжения I категории?
14. На какую величину допускается снижение подачи воды в системах водоснабжения II категории?
15. По какой формуле определяется расчетный (средний за год) суточный расход воды $Q_{\text{сут ср}}$ в $\text{м}^3/\text{сут.}$ на хозяйственно-питьевые нужды?
16. Когда можно применять шахтные колодцы для добычи воды из водоносных пластов?
17. Какие водоприемники применяются для отбора подземных вод из водоносного пласта?
18. При какой мощности водоносного пласта при его залегании на глубине менее 10 м можно применять водозаборные скважины?
19. При каких глубинах залегания водоносных пластов можно применять шахтные колодцы для добычи воды?
20. При каких условиях шахтный колодец считается совершенным
21. При каких условиях шахтный колодец считается несовершенным
22. По какой формуле определяется приток воды к совершенной скважине в напорном водоносном горизонте?
23. По какой формуле определяется приток воды к совершенной скважине в не напорном водоносном горизонте?
24. По какой формуле определяется приток воды к несовершенной скважине в напорном водоносном горизонте?
25. По какой формуле определяется приток воды к несовершенной скважине в не напорном водоносном горизонте?
26. От чего зависит приток воды к совершенной скважине в напорном водоносном горизонте?
27. От чего зависит приток воды к совершенной скважине в не напорном водоносном горизонте?
28. Что такое радиус влияния скважины?
29. От чего зависит радиус влияния скважины?

30. По какой формуле определяется радиус влияния скважины в напорном водоносном горизонте?
31. По какой формуле определяется радиус влияния скважины в не напорном водоносном горизонте и его определение?
32. Какие скважины называются взаимодействующими?
33. Какие скважины называются невзаимодействующими?
34. При каких условиях применяется ударно-канатный способ бурения водозаборных скважин?
35. При каких условиях применяется колонковый способ бурения водозаборных скважин?
36. При каких условиях применяется реактивно-турбинный способ бурения водозаборных скважин?
37. На какую величину диаметр фильтра для скважин ударно-канатного бурения при его спуске в обсадные трубы должен быть меньше внутреннего диаметра обсадных труб?
38. На какую величину диаметр фильтра для скважин роторного бурения должен быть меньше внутреннего диаметра обсадных труб?
39. Какую конструкцию фильтра следует принять для забора воды в песках мелкозернистых с преобладающими размерами частиц 0,1 - 0,25 мм (более 50% по массе)?
40. Какую конструкцию фильтра следует принять в полускальных неустойчивых породах?
41. Какую конструкцию фильтра следует принять для забора воды в песках мелкозернистых с преобладающими размерами частиц 0,1 - 0,25 мм (более 50% по массе)?
42. Какую конструкцию фильтра следует принять в полускальных неустойчивых породах?
43. По какой формуле определяется пропускная способность фильтра скважины Q_f ?
44. Какое расстояние принимается до водозаборных скважин от автодорог, построенных в обход городов с численностью населения свыше 250 тыс. чел.

Рекомендуемая литература

Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания
1	Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте. Учебник.	Дикаревский В.С, Якубчик П.П и др.	2009, М.: ИГ «Вариант»,
2	Водоснабжение: Проектирование систем и сооружений. Учебник.	Журба М.Г., Соколов Л.И., Говорова Ж.М.	2008, М.: АСВ.

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания
2	Водоснабжение на железнодорожном транспорте. Учебник.	Береза А.И., Коробов Ю.И.	1991, М.: Колос.
6	ГОСТ 2761-84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.		1984, М.
9	СНиП 2.04.02 – 96. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.		1996, М.
10	Пособие по проектированию сооружений для забора подземных вод и из поверхностных источников (к СНиП 2.04.02-84).		1996, М.

Схема оборудования скважины при вращательном (ротаторном) бурении

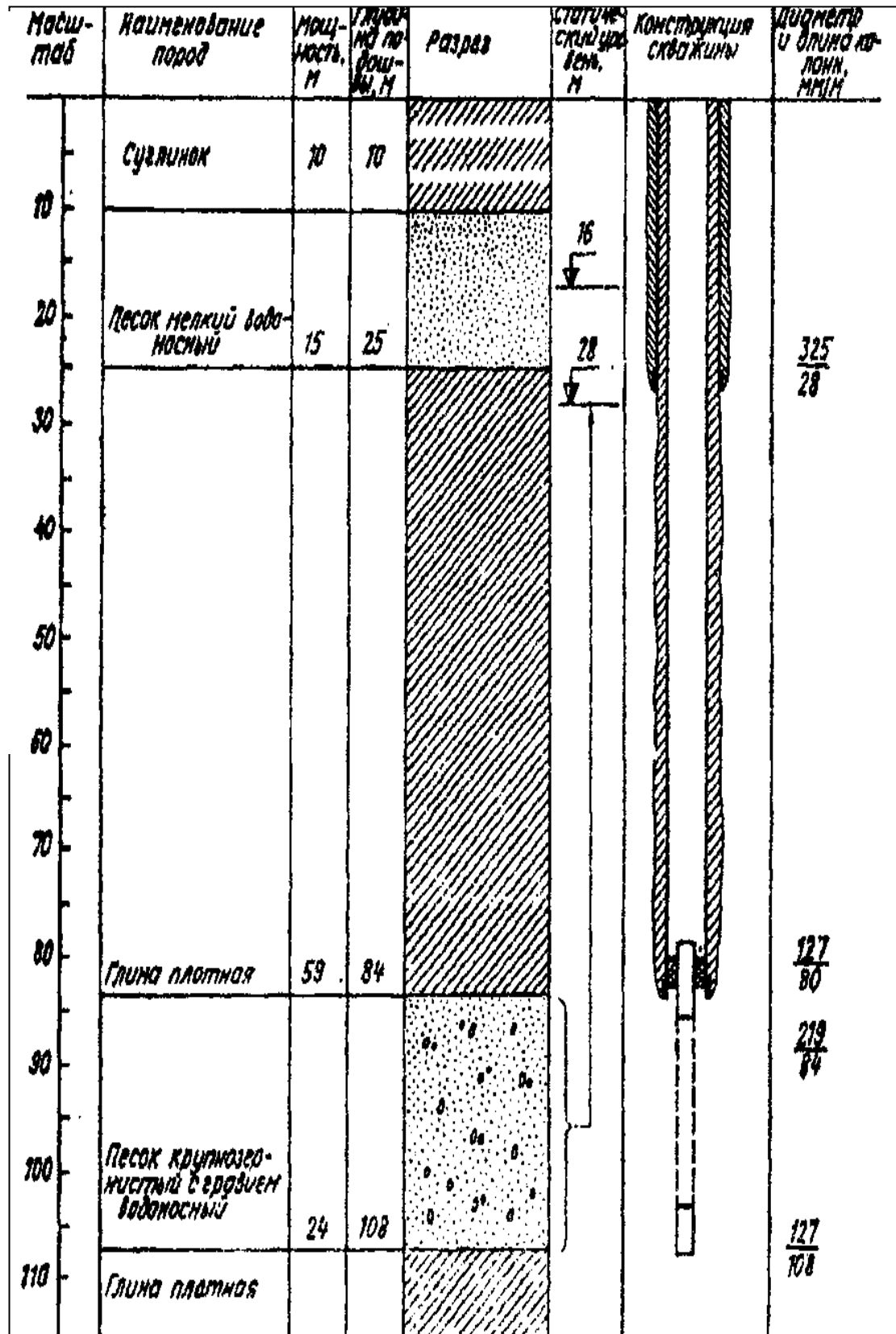


Схема оборудования скважины при ударно-канатном бурении

Масштаб	Наименование пород	Мощность, м	Глубина по- дошвы, м	Разрез	Статический уровень, м	Конструкция скважины	Диаметр и длина ко- лонн, мм/м
10	Суглинок	8	8		74		$\frac{530}{25}$
20	Песок среднезер- нистый водонос- ный	15	23		59		
30					37		
40	Глина плотная	17	40		20		$\frac{426}{57}$
50	Песок мелкозер- нистый водо- носный	15	55		5		
60							
70	Глина	15	70				$\frac{160}{85}$
80	Песок крупнозер- нистый с град. водоносный	16	86				$\frac{325}{72}$
90	Глина плотная						

Характеристики насосов

Рис. 1. - насос ЭЦВ - 6-4-190;

Рис. 2. - насос ЭЦВ - 6-10-185;

Рис. 3. - насосы ЭЦВ -8-25-100 и ЭЦВ - 10-63-65;

Рис. 4. - насос ЭЦВ -12-160-100.

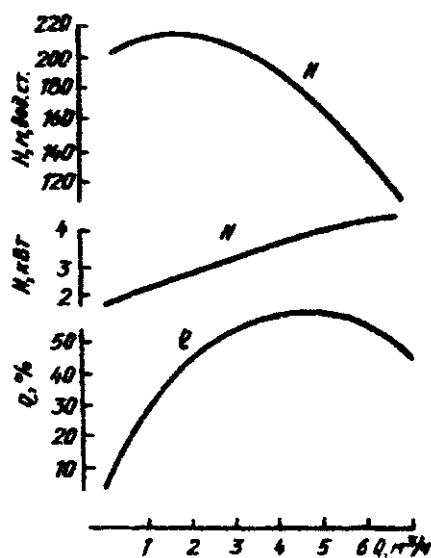


Рис. 1. Насос ЭЦВ - 6-4-190

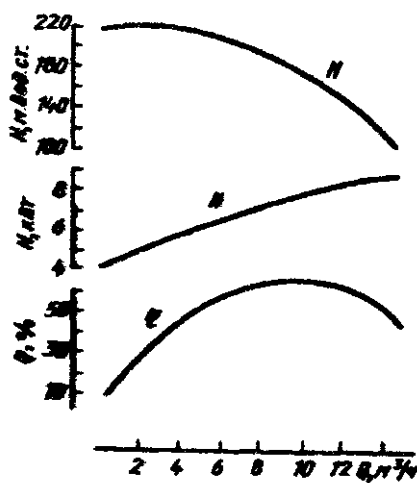


Рис.2. Насос ЭЦВ - 6-10-185

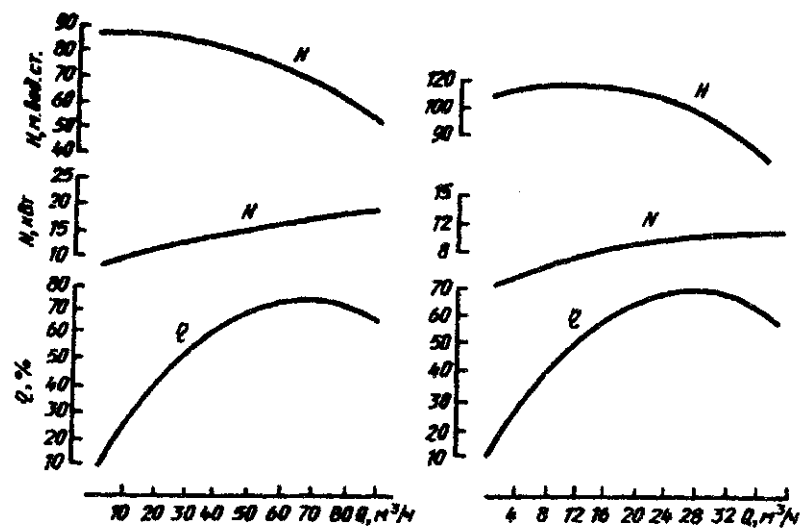


Рис. 3. Насосы ЭЦВ - 8-25-100 и ЭЦВ - 10-63-65

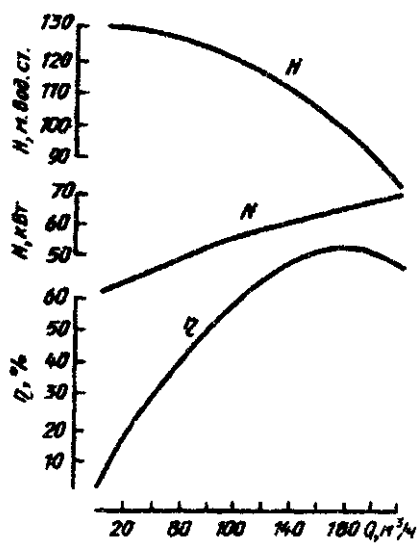


Рис. 4. Насос ЭЦВ - 12-160-100

Приложение 4
Таблица 1

Ориентировочные показатели стоимости отдельных видов работ и материалов в ценах
1984 г.*

Наименование	Единицы измерения	Стоимость ед. руб.
<i>А. Работы основные</i>		
1. Бурение		
а) роторным способом под трубы:		
325 мм	м	7,00
(в песках) 219 мм	м	6,50
(в глинах) 127 мм	м	5,00
б) ударно-канатным способом под трубы:		
530 мм	м	8,50
426 мм	м	6,85
(в песках) 325 мм	м	5,39
(в глинах) 168 мм	м	3,11
2. Крепление скважины трубами		
а) при роторном бурении трубами:		
325 мм	м	1,54
219 мм	м	1,25
б) при ударно-канатном бурении трубами:		
530 мм	м	3,68
426 мм	м	2,09
325 мм	м	1,64
в) при роторном и ударно-канатном бурении свободный спуск труб:		
426 мм	м	0,68
325 мм	м	0,21
219 мм	м	0,16
3. Цементация затрубного пространства при роторном бурении (комплекс работ)	колонна	200
4. Геофизические работы при роторном бурении	скважина	72
5. Монтаж фильтра:		
спуск	м	2,60
установка	м	16,00
6. Откачка	сут	102,00

*Для перехода к действующим ценам следует использовать соответствующий коэффициент перехода

Приложение 4 (Продолжение)
Окончание табл. 1

Наименование	Единицы измерения	Стоимость ед. руб.
<i>Б. Материалы к основным работам</i>		
1. Трубы обсадные и водоподъемные:		
530 мм	м	22,5
426 мм	м	18,9
325 мм	м	13,0
219 мм	м	8,25
168 мм	м	7,50
100 мм	м	6,50
80 мм	м	6,00
70 мм	м	5,00
50 мм	м	4,00
40 мм	м	3,00
32 мм	м	2,00
2. Цемент тампонажный	м пог. скважины	1,50
3. Фильтр в сборе	м	25,00
4. Насосы погружные:		
ЭЦНВ-6	шт.	200,00
ЭЦНВ-10	шт.	650,00
8АПВМ	шт.	450,00
<i>В. Работы дополнительные</i>		
1. Монтаж насоса:		
ЭЦНВ-6	шт.	200,00
ЭЦНВ-10	шт.	300,00
8АПВМ	шт.	250,00
2. Оборудование оголовка скважины	шт.	500,00
3. Постройка наземного павильона	шт.	3000,00
4. Постройка заглубленной станции из железобетонных колец	шт.	2000,00

Приложение 4 (Окончание)

Таблица 2

Расчет ориентировочной стоимости работ и материалов на бурение и оборудование скважины глубиной 108 м*

Затраты	Ед. измерения	Кол. единин. измерения	Стоимость, руб.	
			един.	общая
Бурение под трубы: 325 мм	м	28	7,00	196,00
То же, 219 мм	м	56	6,50	364,00
То же, 127 мм	м	24	5,00	120,00
Крепление трубами 325 мм	м	28	1,54	43,12
Свободный спуск труб 219 мм	м	28	0,16	4,48
Крепление трубами 219 мм	м	56	1,25	70,00
Цементация труб: 325 мм	кол.	1	200,00	200,00
То же, 219 мм	кол.	1	200,00	200,00
Геофизические работы	скважина	1	2,00	72,00
Спуск фильтра	м	108	2,60	280,80
Установка фильтра	шт.	1	16,00	16,00
Откачка	сут	5	102,00	510,00
Трубы обсадные: 325 мм	м	28,5	13,00	370,50
То же, 219 мм	м	85,0	8,25	701,25
Цемент (2 колонны)	м	112,0	1,5	168,00
Фильтр	м	24	25,00	600,00
Насос ЗАПВМ	шт.	1	450,00	450,00
Монтаж насоса	шт.	1	250,00	250,00
Трубы водоподъемные 80 мм	м	75	6,00	450,00
Оборудование оголовка	шт.	1	500,00	500,00
Постройка павильона	шт.	1	3000,00	3000,00
ИТОГО:				10984,15
В том числе:				
Бурение				680,00
Крепление				517,60
Установка фильтра				296,80
Материалы				1839,75
Оборудование				4650,00
Накладные расходы 16%				1757,46
Итого с накладными расходами				12741,61
Плановые накопления 6%				764,49
ВСЕГО:				13506,10

*Для перехода к действующим ценам следует использовать соответствующий коэффициент перехода.