

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский Национальный Технический Университет

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

Пояснительная записка
к курсовому проекту на тему:

**“Сооружения для забора подземных и
поверхностных вод”**

Исполнитель: Маркевич О.А
студент гр. 310210
Руководитель: Шейко А.М.

Минск-2014

Состав проекта

Пояснительная записка на 37 листах.

Графическое приложение – лист формата А1:

План и разрез поверхностного водозаборного сооружения в выбранном створе реки.

Разрез скважины и здания НС-I. План подземного водозабора. Фильтр.

Содержание

Задание по курсовому проектированию

Состав проекта

Исходные данные для выполнения проекта

Введение

1. Сооружения для забора поверхностных вод

1.1 Определение производительности водозабора.....	6
1.2 Выбор и обоснование створа реки и компоновки водозаборного сооружения...	6
1.3 Определение размеров водоприемных окон.....	7
1.4 Подбор решеток.....	8
1.5 Борьба с шугой.....	9
1.6 Очистка решёток.....	10
1.7 Рыбозащитные мероприятия.....	10
1.8 Определение типа и размеров сороудерживающих сеток.....	11
1.9 Определение расчетных уровней воды в колодце	13
1.10 Проектирование НС –I.....	15
1.11 Подбор насосов.....	16
1.12 Проектирование всасывающих и напорных линий.....	17
1.13 Определение отметки оси насоса.....	19
1.14 Конструирование водоприемного колодца.....	20
1.15 Подбор вспомогательного оборудования.....	20
1.16 Зоны санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения.....	21
2. Сооружения для забора подземных вод	
2.1 Описание гидрогеологических условий и принятых схем отбора воды из подземного источника.....	22
2.2 Проектирование и расчет взаимодействующих скважин в напорных условиях	
2.2.1 Определение производительности скважины.....	23
2.2.2 Расчет фильтра скважины	24
2.2.3 Расчет сборных водоводов	25
2.2.4 Определение необходимого напора насосов и подбор водоподъёмного	

оборудования	26
2.3 Проектирование и расчет взаимодействующих скважин в безнапорных условиях.....	26
2.3.1 Определение производительности скважины.....	26
2.3.2 Расчет фильтра скважины	29
2.3.3 Расчет сборных водоводов	30
2.3.4 Определение необходимого напора насосов и подбор водоподъемного оборудования	31
2.4 Проектирование здания насосной станции первого подъема	32
2.5 Зоны санитарной охраны подземного источника водоснабжения	32
Заключение.....	36
Литература.....	37

Введение

Водозаборные сооружения занимают особое место среди всех сооружений систем водоснабжения. Выполняя одну из ответственных задач – бесперебойного обеспечения водой снабжаемого объекта, водозаборные сооружения должны одновременно учитывать особенности и свойства используемых природных источников воды.

Все виды водозаборных сооружений могут быть разделены на две группы в соответствии с видом используемых природных источников:

- сооружения для забора поверхностных вод
- сооружения для забора подземных вод

Для систем хозяйственно-питьевого назначения должны преимущественно использоваться подземные источники воды, как наиболее удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям.

Поверхностными источниками воды являются реки в естественном и зарегулированном (водохранилища) состоянии, озера и, относительно редко, моря.

В данном курсовом проекте необходимо запроектировать сооружения для забора подземных и поверхностных вод. Сооружения запроектированы для водоснабжения небольшого города с водопотреблением 65 тыс. м³/сут. Согласно плану, сооружения для забора поверхностных вод расположены на левом берегу реки створа с-с недалеко от города. Сооружения для забора подземных вод расположены в 2 зонах: 2-й (безнапорный неограниченный пласт) и 3-й (напорный неограниченный пласт).

1. Сооружения для забора поверхностных вод

Водозаборные сооружения из поверхностных источников кроме основной задачи – обеспечение бесперебойного получения требуемого качества воды – выполняют функции предварительной механической очистки забираемой воды, защиты от попадания в неё льда. Выполнение всех этих функций учитывается при выборе места расположения водозабора, его типа и оборудования.

Речные водозаборные сооружения систем водоснабжения населенных пунктов должна размещаться выше водоснабжаемого объекта по течению реки. При определении объекта водозабора необходимо учитывать вероятность увеличения территории снабжаемого объекта с ним, чтобы обеспечить определенный резерв с территории водозаборных сооружений и станции очистки воды и обеспечить возможность организации зон санитарной охраны.

Речные водозаборные сооружения следует располагать в тех местах, где менее наблюдается интенсивность осаждения наносов и не происходит разрушения берега. Не следует располагать в выпускной части реки и прямых местах.

Наиболее благоприятны вогнутые берега реки, где отложения наносов не происходят, но необходимо предусмотреть берегоукрепительные мероприятия. Также следует предусматривать ледовые условия реки.

На судоходных и лесосплавных реках водозаборные сооружения должны располагаться вне зоны движения плотов или судов.

Речные водозаборные сооружения должны быть запроектированы так, чтобы их расположение и форма обеспечивали плавное обтекание, наименьшее стеснение русла реки и не вызывали его переформирования.

1.1 Определение производительности водозабора

Производительность водозаборов определяется:

$$Q_B = (1,05 \dots 1,1) \cdot Q_{MAX.CYT}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где 5-10% идут на собственные нужды водозабора;

$Q_{\max \text{ сут}}$ – объем воды, подаваемой потребителям в сутки наибольшего водопотребления;

$$Q_B = (1,1) \cdot 65000 = 71500 \text{ м}^3 / \text{сут} = 0,83 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$Q_6^{нов} = Q_B - Q_6^{подз} = 71500 - 32000 = 39500, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Секундный расход воды поверхностного водозабора:

$$Q_B^{нов} = \frac{39500}{86400} = 0,46, \text{ м}^3/\text{с}$$

Производительность каждой секции водозабора:

$$Q_C = \frac{Q_B^{нов}}{n_C}, \text{ м}^3/\text{с}$$

где n_C – количество секций, $n_C = 2$

$$Q_C = \frac{0,46}{2} = 0,23 \text{ м}^3/\text{с}$$

1.2 Выбор и обоснование створа реки и компоновки водозаборного сооружения

Водозаборные береговые незатопляемые сооружения, работающие в средних условиях забора воды, относятся к I категории надежности.

Береговые водозаборы устраиваются при крутых берегах и достаточных глубинах потока, при колебаниях уровней воды 6-8 м и средней производительности водозабора. Выбираем для расчета створ с-с, т.к. он находится на излучине реки и, следовательно, у его левого берега будут достаточные глубины для забора воды.

Т.к. производительность водозабора средняя ($< 6 \text{ м}^3/\text{с}$), условия забора воды средние, амплитуда колебаний уровня воды в источнике от 6 до 8 м, проектируем отдельный водозабор берегового типа.

Береговое водозаборное сооружение раздельного типа

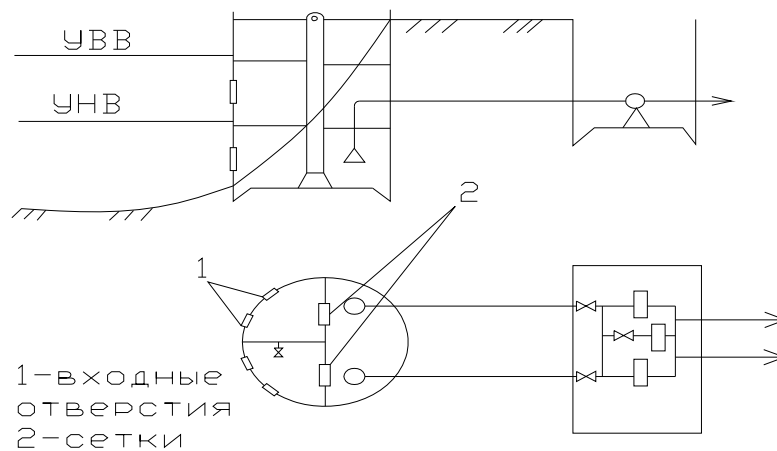


Рисунок 1 – Береговое водозаборное сооружение раздельного типа

1.3 Определение размеров водоприемных окон

Площадь водоприемных окон для каждой секции рассчитывается на пропуск расхода воды Q , м³/с и определяется по расчетной скорости входа воды с учетом стеснения воды сетками:

$$F = 1.25 \cdot K_{cm} \frac{Q_c}{V_{см}}, \text{ м}^2$$

где 1.25 – коэффициент, учитывающий засорение решеток водоприемных отверстий;

K_{cm} – коэффициент, характеризующий стеснение размеров этих отверстий стержнями решетки;

$$K_{cm} = \frac{a + c}{a}$$

где a – расстояние между стержнями решетки в свету, $a = 50$ мм;

c – толщина стержней решётки, $c = 8-10$ мм.

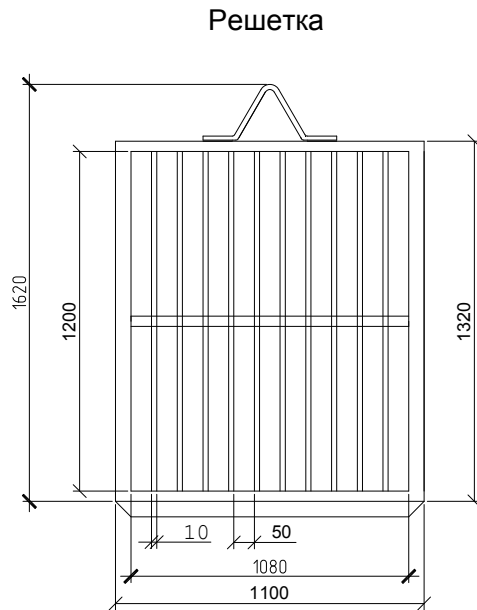
$$K_{cm} = \frac{50 + 10}{50} = 1.2$$

v – средняя скорость втекания воды в водоприёмные отверстия, м/с. В береговых незатопленных водоприемниках, не требующих рыбозащиты $v = 0,6-0,2$ м/с

$$F = 1.25 \cdot 1.2 \cdot \frac{0.23}{0.3} = 1.15, \text{ м}^2$$

1.4 Подбор решеток

Принимаем по [4] решетки площадью 1,2 м², размерами 1000×1200, m=90 кг.



Пересчитывается фактическая скорость втекания воды $V_{вт}^{факт}$:

$$V_{вт}^{факт} = \frac{1,25 \cdot K_{ст} \cdot Q_c}{F_p}, \text{ м/с}$$

$$V_{вт}^{факт} = \frac{1,25 \cdot 1,2 \cdot 0,23}{1.2} = 0.29, \text{ м/с}$$

Глубина реки в месте устройства водоприёмника:

$$H_p = 0,5 + H_p + K + 0.2 + t_{л}, \text{ м}$$

где H_p – высота решётки, $H_p = 1,32$ мм

0,5- расстояние от низа водоприёмного отверстия до дна реки;

$t_{л}$ – толщина льда, $t_{л} = 1,0$, м;

K - величина равная 0,2 - 0,3 ,м;

0,2 – запас;

$$H_p = 0,5 + 1,32 + 2,5 + 0,2 + 1,0 = 5,52 \text{ м}$$

Решетки для возможности производства работ по их очистке следует делать съёмными.

1.5 Борьба с шугой

Шуга – скопление рыхлого глубинного льда в водной толще. Для борьбы применяются два направления:

- шуга не допускается в водоприемник;
- шуга пропускается через шугосброс;

Меры защиты от шуги:

- длинный ковш с резким падением скорости;
- дополнительные фильтрующие секции на время шуги;
- обогрев решёток;
- подача сжатого воздуха;
- покрытие стержней и решёток специальными материалами;
- устройство плавающих запаней с погруженными на требуемую глубину щитками;

1.6 Очистка решёток

Во время эксплуатации на решётках задерживаются крупные плавающие загрязнения. Их удаляют с помощью обратной промывки линий. Но кроме таких загрязнений встречаются биологические обрастания.

Для борьбы с обрастанием применяется промывка горячей водой $t = 45-55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

1.7 Рыбозащитные мероприятия

Любой водозабор, являясь элементом водоснабжения, должен функционировать как природоохранное сооружение. Поэтому рыбозащитные устройства должны быть обязательно.

Главные требования к РЗУ:

1. Должен обеспечивать гарантированный пропуск воды.
2. Эффективную РЗ.
3. Надежность функционирования РЗС предназначены для защиты рыб от источников опасности путем предотвращения их попадания в опасные участки.

РЗ сетки устраиваются из нержавеющей стали с отверстиями 2-4 мм и используются в береговых водоприемниках в виде сетчатых барабанов и стенок, которые в период нереста опускаются на водоприемное окно. Они промываются подвижным промывным устройством, которое называется флейтой.

Также могут, устраиваются рз фильтры из гальки, щебня; рыбоотгораживающие устройства в виде стационарных и перемещаемых донных ограждений, зонтичных оголовков и др.

Для водозаборных сооружений всех типов размеры ячеек для жестких сеток следует принимать 1х1 мм (для всех), 2х2 мм – для молоди $l > 15\text{мм}$, 4х4 – для молоди $l > 30\text{мм}$. Плоские сетки устанавливаются на отверстия водоприемных окон с $v_{\text{доп}} - 0.25 \text{ м/с}$

РЗУ могут не применять:

1. На речных затопленных водоприемниках при скорости их обтекания нижележащими потоками более чем в три раза превышающими скорость входа в водоприемное отверстие.
2. На водоприемниках фильтрационного типа.
3. На водоприемных небольших водозаборах при условии замены решеток сетками.

В данном курсовом проекте предусмотрена установка рыбозащитных сеток, которые опускаются в период нереста.

1.8 Определение типа и размеров сороудерживающих сеток

Сетки, через которые проходит вода, поступающая из приемного отделения во всасывающее, могут быть двух типов – плоские (подъёмные) и вращающиеся.

Выбираем сетку вращающуюся бескаркасного типа с лобовым подводом воды. Сетки этой конструкции имеют ряд достоинств по сравнению с сетками других конструкций: они обладают наилучшими гидродинамическими условиями работы, так как поток подходит к сетке равномерно по всему фронту сетки и спокойно; промывное устройство действует эффективно, все загрязнения смываются и не попадают в зону очищенной воды. Отсутствие каркаса сокращает расход металла, конструкция всего агрегата несложна и компактна, занимаемая агрегатом площадь минимальна.

Рабочая площадь вращающейся сетки :

$$F_{CET} = 1.25 \cdot K_{cm} \cdot \frac{Q_c}{v}, \text{ м}^2$$

где Q_c - производительность 1 секции водозабора;

K_{cm} – коэффициент, учитывающий стеснение живого потока сеткой:

$$K_{CT} = \left(\frac{a+d}{a} \right)^2 = \left(\frac{2+1,2}{2} \right)^2 = 2,56$$

где a – размер ячеек в свету, $a = 2\text{мм}$;

d – диаметр проволоки сетки, $d = 1,2\text{ мм}$;

v – рекомендуемая скорость потока в прозорах сетки между водоприёмным и всасывающим отделениями, для вращающихся сеток $v = 1\text{м/с}$

$$F_{CET} = 1.25 \cdot 2,56 \cdot \frac{0.23}{1} = 0.74 \text{ м}^2$$

Принимаем сетку $B=2400\text{ мм}$.

Рабочая высота сетки с лобовым подводом :

$$h_p = \frac{F_c}{B}, \text{ м}$$

$$h_p = \frac{0.74}{2.4} = 0.31, \text{ м}$$

Определяем полную высоту сетки(расстояние между центрами звездочек):

$$H_c = h_p + A + l + h_2 + h_{пер}, \text{ м}$$

где A - амплитуда колебаний уровня воды в реке, принимаем равное 7 м;

l - расстояние от максимального уровня воды в колодце до межэтажного перекрытия;

$h_{пер}$ - конструктивная величина перекрытия, равная 0,3 м;

h_2 - конструктивная высота вращающейся сетки, равная 0,89 м;

$$H_c = 0.31 + 7 + 1 + 0.89 + 0.3 = 9.5, \text{ м}$$

1.9 Определение расчетных уровней воды в колодце

При расчете уровней принимается 2 режима работы водозабора:

1. Нормальный режим, когда все секции водозаборного сооружения работают.
2. Аварийный режим, когда 1 из секций водозаборного сооружения не работает.

1.Нормальный режим.

а) Расчёт отметок при УНВ:

Отметка воды в приёмной камере берегового колодца:

$$O_{к.п.}^{н.р.} = UHB - \sum h^{н.р.}, \text{ м}$$

$$\sum h^{н.р.} = h_{реш}^{н.р.}, \text{ м}$$

где $h_{реш}^{н.р.}$ - сумма потерь напора в решетке при нормальном режиме,

$$h_{реш}^{н.р.} = 0,03 \text{ м};$$

$$O_{к.п.}^{нр} = 58 - 0,03 = 57,97, \text{ м}$$

Отметка воды в камере всасывания берегового колодца:

$$O_{к.вс.}^{нр} = O_{к.п.}^{нр} - h_{сет}, \text{ м}$$

где $h_{сет}$ -потери напора в сетке, $h_{сет} = 0,1$ м

$$O_{к.вс.}^{нр} = 57,97 - 0,1 = 57,87, \text{ м}$$

б) Отметки уровней воды при УВВ считаются аналогично:

$$O_{\kappa.п.}^{н.р.} = УВВ - \sum h^{н.р.}, \text{ м}$$

$$O_{\kappa.нр}^{нр} = 63 - 0,03 = 62,97, \text{ м}$$

$$O_{\kappa.вс}^{нр} = O_{\kappa.нр}^{нр} - h_{\text{сет}}, \text{ м}$$

$$O_{\kappa.вс.}^{нр} = 62,97 - 0,1 = 62,87, \text{ м}$$

2. При аварийном режиме расчет ведётся аналогично нормальному режиму:

а) Расчёт отметок при УНВ:

$$O_{\kappa.п.}^{ав.} = УНВ - \sum h^{ав.}, \text{ м}$$

$$\sum h^{ав.} = h_{\text{реш}}^{ав.}, \text{ м}$$

$$h_{\text{реш}}^{ав.} = 0,06 \text{ м}$$

Аварийный расход, который во время аварии проходит по одной нитке:

$$Q^{ав} = 0,7 Q_{\text{в}}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q^{ав} = 0,7 \cdot 0,46 = 0,32, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$O_{\kappa.нр}^{ав} = 58 - 0,06 = 57,94, \text{ м}$$

Отметка воды в камере всасывания берегового колодца при аварийном режиме:

$$O_{\kappa.вс}^{ав} = O_{\kappa.нр}^{ав} - h_{\text{сет}}^{ав}, \text{ м}$$

где $h_{\text{сет}}^{ав}$ - потери напора в сетке при аварийном режиме, $h_{\text{сет}}^{ав} = 0,3 \text{ м}$

$$O_{\kappa.вс.}^{ав} = 57,94 - 0,3 = 57,64, \text{ м}$$

б) Отметки уровней воды при УВВ считаются аналогично:

$$O_{\kappa.п.}^{ав.} = УВВ - \sum h^{ав.}, \text{ м}$$

$$O_{\kappa.нр}^{ав} = 63 - 0,06 = 62,94, \text{ м}$$

$$O_{\kappa.вс}^{ав} = O_{\kappa.нр}^{ав} - h_{\text{сет}}^{ав}, \text{ м}$$

$$O_{\kappa.вс.}^{ав} = 62,94 - 0,3 = 62,64, \text{ м}$$

1.10 Проектирование НС – I

Насосные станции первого подъема предназначены для подачи воды из источника водоснабжения на очистные сооружения или непосредственно в сеть, если очистка воды не требуется.

Насосные станции первого подъёма обычно устраиваются заглубленные. Подземную часть здания НС – I возводят из железобетона и тщательно изолируют от подземных вод. В плане здание может быть прямоугольного или круглого очертания.

Как правило на НС – I часто устанавливаются два рабочих агрегата и один или два резервных. Требования к резервному оборудованию бесперебойности работы станции в целом зависит от её начертания. Как правило, в НС – I устраиваются отдельные всасывающие линии для каждого насоса. Коллекторы и узлы переключения напорных трубопроводов монтируют в отдельных камерах, примыкающих к НС или расположенных в непосредственной близости от неё. В этих же камерах располагают задвижки и обратные клапаны, предохраняющие машинный зал от затопления в случае аварии на трубопроводах в пределах насосной станции. Все трубопроводы как в пределах НС, так и вне её защищают от наружной коррозии соответствующей изоляцией. Для удаления воды, проникшей в здание через неплотности стен и днища станции, а также выливающейся из внутренних трубопроводов при ремонте оборудования, в машинном зале НС устанавливают дренажные насосы.

Кроме основного помещения – машинного зала, в здании предусматривают вспомогательные и бытовые помещения. К вспомогательным помещениям относятся: помещения распределительных установок и мастерских и т.д.

Проектируемая в курсовом проекте НС–I предназначена для забора воды из берегового водоприемного колодца и подачи её на ОС. Насосное оборудование устанавливается из расчета на всасывание при минимальном уровне воды в колодце. Здание НС полузаглубленного типа.

Заглубление пола НС – 10 м.

Высота верхнего строения – 4 м.

1.11 Подбор насосов

Основными параметрами при выборе насоса являются напор и подача.

Расчет подачи насосов.

Т.к. на станции устанавливают 2 рабочих насоса, определим подачу одного насоса Q_{1H} , м³/ч:

$$Q_{1H} = \frac{Q_{\text{в}}}{n}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где n – число рабочих насосов.

$Q_{\text{в}}$ -производительность водозабора равная расчетной подаче НС–I, м³/ч.

$$Q_{1H} = \frac{0.46}{2} = 0.23 \text{ м}^3/\text{с} = 230 \text{ л/с} = 828 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчет напора, развиваемого насосами.

Напор, который должен развивать насос первого подъема, рассчитывают конкретно для данной схемы размещения НС в системе водоснабжения.

Если НС–I подает воду на ОС, то полный напор, который должен развивать насос, определяется:

$$H_n = H_r + h_{\text{вс}} + h_n + l, \text{ м}$$

где H_r - геометрическая высота подъёма воды;

$$H_z = z_c - O_{\text{квс}}^{\text{ав}}, \text{ м}$$

где z_c -отметка воды в смесителе, которую для предварительных расчётов можно принять на 4-6 м выше отметки земли в месте расположения станции водоподготовки;

$O_{\text{к.вс.}}^{\text{ав}}$ -отметка аварийного уровня воды в камере всасывания

$$H_z = 70 - 57,64 = 12,36, \text{ м}$$

$h_{\text{вс}}$ -потери напора во всасывающем трубопроводе, м;

h_n -потери напора в напорном трубопроводе, м;

l_m - запас напора;

$$h_{bc} = h_{dl} + h_m = K \cdot L_{bc} \cdot A \cdot Q_n^2 + \sum \xi \frac{V_{bc}^2}{2 \cdot g}, \text{ м}$$

K - поправочный коэффициент на скорость;

L_{bc} - длина всасывающей линии;

A - удельное сопротивление трубопровода;

$$h_{bc} = 0,968 \cdot 0,004622 \cdot 24,5 \cdot 0,23^2 + 1,5 \cdot \frac{1,17^2}{2 \cdot 9,81} = 0,1, \text{ м}$$

$$h_n = h_{dl} + h_m = K \cdot L_n \cdot A \cdot Q_n^2 + \sum \xi \frac{V_n^2}{2 \cdot g}, \text{ м}$$

$$h_n = 0,951 \cdot 0,01859 \cdot 94 \cdot 0,23^2 + 1,5 \cdot \frac{1,8^2}{2 \cdot 9,81} = 0,33, \text{ м}$$

$$H_n = 12,36 + 0,1 + 0,33 + 1 = 13,79, \text{ м}$$

Принимаем насос Д 1250-63а, $n = 980$ об/мин, $H_{доп}^{бак} = 5,6$ м.

1.12 Проектирование всасывающих и напорных линий

Схема коммуникаций трубопроводов в НС, взаимное расположение насосов и взаимность их переключения определяют надежность работы и удобство обслуживания НС.

Напорные трубопроводы, а иногда и всасывающие линии оборудуются задвижками, обеспечивающими возможность отключения того или иного насоса, каких – то участков трубопровода как при нормальной работе станции, так и в случае аварии на станции или водоводах.

Расположение и число задвижек принимают исходя из числа рабочих и резервных агрегатов. При проектировании и монтаже всасывающих и напорных трубопроводов НС следует придерживаться выработанных практикой приёмов и способов, удобство монтажа обеспечивающих и надёжность работы.

Всасывающий трубопровод желательно устраивать небольшой длины. Уклон не менее 0.005, чтобы воздух мог свободно двигаться вместе с

потоком воды и удаляться насосами. Образование воздушных мешков на всасывающих трубопроводах не допускается.

Для монтажа всасывающих трубопроводов применяются обычно стальные трубы на сварке или на фланцевых соединениях в местах примыкания к арматуре или насосу. Диаметр всасывающих трубопроводов следует принять таким, чтобы скорость движения воды в них менее представленных в таблице 1:

Таблица 1 – Скорости движения воды во всасывающем и напорных трубопроводах

Диаметр водоводов, мм	Скорость движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с	
	Всасывающие трубопроводы	Напорные трубопроводы
До 250	0,6–1,0	0,8–2,0
Св. 250 до 800 включ.	0,8–1,5	1,0–3,0
Свыше 800	1,2–2,0	1,5–4,0

Для предотвращения попадания воздуха во входное отверстие всасывающих труб часть приемной воронки должна быть заглублена ниже поверхности УНВ в камере $> 1.5 d$ входного отверстия. После монтажа всасывающие трубопроводы испытываются на прочность и плотность.

Напорные трубопроводы монтируются из стальных труб.

Всасывающие и напорные трубопроводы внутри НС следует рассматривать под поверхностью пола, укладывая их на опорах так, чтобы был обеспечен проход и обслуживание оборудования и арматуры. Количество всасывающих линий должно быть не менее 2. Диаметр всасывающих и напорных линий определяется по следующей формуле:

$$D_{\text{вс(н)}} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_{\text{вс(н)}}}}, \text{ мм}$$

где Q_n - производительность насоса;

$V_{\text{вс(н)}}$ - скорости во всасывающем (напорном) трубопроводе;

$$D_{\text{вс}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,23}{3,14 \cdot 1,3}} = 475, \text{ мм}$$

Принимаем $D_{\text{вс}} = 500$ мм, пересчитаем фактическую скорость движения воды:

$$V_{\phi} = \frac{4 \cdot 0,23}{3,14 \cdot 0,5^2} = 1,17 \text{ м/с}$$

$$D_{\text{н}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,23}{3,14 \cdot 2}} = 380, \text{ мм}$$

Принимаем $D_{\text{н}} = 400$ мм, пересчитаем фактическую скорость движения воды:

$$V_{\phi} = \frac{4 \cdot 0,23}{3,14 \cdot 0,4^2} = 1,8 \text{ м/с}$$

1.13 Определение отметки оси насоса

Отметка оси насоса определяется по формуле:

$$O_{\text{он}} = O_{\text{к.вс}}^{\text{ав}} + H_{\Gamma}^{\text{вс}}, \text{ м}$$

$H_{\Gamma}^{\text{вс}}$ -геометрическая высота всасывания, м

$$H_{\Gamma}^{\text{вс}} = H_{\text{дон}}^{\text{вс}} - h_{\text{вс}} - h_{\text{в}}, \text{ м}$$

$H_{\text{дон}}^{\text{вс}}$ - вакууметрическая допустимая высота всасывания, определяется по каталогу насосов, $H_{\text{дон}}^{\text{вс}} = 5,6$ м.

$h_{\text{вс}}$ -потери напора во всасывающей линии насоса, определяется для аварийных условий работы водозабора, м

$$h_{\text{вс}} = h_{\text{дл}} + h_{\text{м}} = K \cdot L_{\text{вс}} \cdot A \cdot Q_{\text{аб}}^2 + \sum \xi \frac{V_{\text{вс аб}}^2}{2 \cdot g}, \text{ м}$$

$$V_{\text{вс}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{аб}}}{\pi \cdot D_{\text{вс}}^2}, \text{ м/с}$$

$$V_{\text{вс}} = \frac{4 \cdot 0,32}{3,14 \cdot 0,5^2} = 1,63, \text{ м/с}$$

$$h_{\text{вс}} = 0,968 \cdot 0,004622 \cdot 24,5 \cdot 0,32^2 + 1,5 \cdot \frac{1,63^2}{2 \cdot 9,81} = 0,2, \text{ м}$$

$h_{\text{в}}$ - скоростной напор во всасывающем патрубке насоса:

$$h_{\text{в}} = \frac{V_{\text{аб.вх.п}}^2}{2 \cdot g}, \text{ м}$$

По каталогу насосов определяется $d_{\text{вх.п}} = 500$ мм - диаметр входного патрубка и определяется $V_{\text{аб.вх.п}}$:

$$V_{\text{аб.вх.п.}} = \frac{4 \cdot Q_{\text{аб}}}{\pi \cdot d_{\text{вх.п.}}^2}, \text{ м/с}$$

$$V_{\text{аб.вх.п.}} = \frac{4 \cdot 0,32}{3,14 \cdot 0,5^2} = 1,63, \text{ м/с}$$

$$h_v = \frac{1,63^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13, \text{ м}$$

$$H_{\text{г.вс}} = 5,6 - 0,2 - 0,13 = 5,27, \text{ м}$$

$$O_{\text{он}} = 57,64 + 5,27 = 62,91, \text{ м}$$

1.14 Конструирование водоприемного колодца

В плане береговой колодец имеет круглую форму. Глубина осадочной части приемных камер должна быть 0,5–1,5 м. При размещении всасывающих линий в камерах всасывания необходимо соблюдать допустимые расстояния от стенок и дна камеры.

1.15 Подбор вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию относятся шевера, грузоподъемное оборудование, оборудование для удаления осадка: гидроэлеваторы, грязевые насосы, дренажная система.

Подъемно-транспортное оборудование на водопроводных насосных станциях служит для монтажа и демонтажа насосов, электродвигателей, задвижек, трубопроводов и фасонных частей.

Грузоподъемное оборудование выбирается в зависимости от максимальной массы поднимаемой детали.

Тип кранового оборудования зависит от конструкции здания НС.

Для мостового крана здание оборудуется подкрановыми путями, которые опираются на консоли железобетонных колонн.

Дренажная система с насосной установкой необходима на заглубленных шахтных насосных станциях для отлива воды, которая фильтруется через ограждающие конструкции и вытекает через неплотности

сальников насосов и арматуры. Пол машинного зала или самого нижнего подвального помещения, а также все каналы для трубопроводов делаются с уклоном $i > 0.005$ в сторону внешних стен.

Для откачки используются самовсасывающие центробежные насосы (один рабочий и один резервный). Подбирают насосы на основе практики эксплуатации. Работу дренажной установки автоматизируют.

1.16 Зоны санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения

На всех водозаборах коммунального водоснабжения создаются зоны санитарной охраны для обеспечения санитарно – эпидемиологической безопасности функционирования. Зоны санитарной охраны подразделяются на 3 этапа:

I – строго режима

II и III – режимы ограничений.

Границы I-го пояса зон санитарной охраны для водоёмов:

- вверх по течению – не менее 200м
- вниз по течению – не менее 100м
- по примыкающему к водозабору берегу – не менее 100м от уреза летне – осенней межени
- в направлении, к противоположному берегу – в сакваториях и берег шириной не менее 50м от уреза летне – осенней межени

Границы II-го пояса:

- вниз по течению – не менее 250м от водозабора
- вверх по течению – в зависимости от скорости течения.

Границы III-го пояса должны быть вверх и вниз по течению такими же, как и для II-го пояса, а боковые (стороны) границы должны устанавливаться не менее водоразделов в пределах 3–5м.

Территория I-го пояса должна быть спланирована для отвода сточных вод за его пределы, ограждена и обеспечена охраной. Акватория I-го пояса ограждается предупредительными знаками.

Во II-м поясе зоны санитарной охраны поверхностного источника подлежит: обозначить границы пояса на пересечении дорог и пешеходных троп специальными столбами со знаками, выявить объект, загрязняющие источник водоснабжения и разрабатывать мероприятия по охране окружающей среды. В пределах III-го пояса запрещается: отведение в сторону водозабора сточных вод, не отвечающих требованиям [1].

2. Сооружения для забора подземных вод

2.1 Описание гидрогеологических условий и принятых схем отбора воды из подземного источника

Требуемый забор воды из подземных источников $Q_{\text{в.подз.}} = 32000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

1. Для расчета принимаем напорный водоносный пласт района 3 мощностью 20,0 м. Водоупорами служат:

- верхним – глины;
- нижним – глины.

Водовмещающая порода – песок среднезернистый с характеристиками:

- коэффициентом фильтрации $K_{\text{ф}} = 10\text{-}25 \text{ м/сут}$
- удельная водоотдача $q_{\text{уд}} = 6 \text{ м}^3/\text{час}$ на 1м понижения

Этот район используется полностью с ресурсом воды $21000 \text{ м}^3/\text{сут.}$

2. Безнапорный водоносный пласт района 2 обладает мощностью 18.0 м. Нижним водоупором служат глины. Водовмещающая порода – песок крупнозернистый с характеристиками:

- коэффициент фильтрации $K_{\text{ф}} = 25\text{-}75 \text{ м}^3/\text{сут.}$;
- удельная водоотдача $q_{\text{уд}} = 10 \text{ м}^3/\text{час}$ на 1м понижения

Из этого района будем добирать недостающие $11000 \text{ м}^3/\text{сут.}$, поэтому будем использовать его не полностью.

Для забора подземных вод используют водозаборные скважины, которые представляют собой вертикальные выработки круглого сечения большой глубины и сравнительно малого диаметра. Водозаборные скважины устраиваются путем вертикального бурения с закреплением стенок полностью или частично обсадными трубами в целях предохранения стенок от обрушения и изоляции от возможного притока воды в скважину из неэксплуатируемых водоносных пластов.

2.2 Проектирование и расчет взаимодействующих скважин в напорных условиях

2.2.1 Определение производительности скважин в напорных условиях

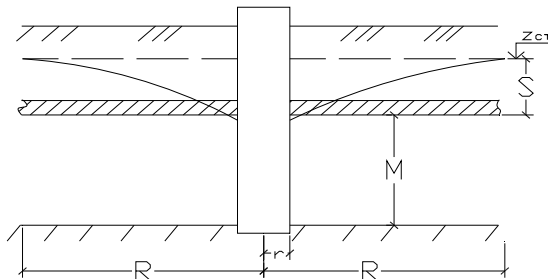


Рисунок 2 - Схема совершенной скважины в напорных условиях

1. Дебит одиночной скважины определяется по формуле:

$$Q_c^1 = \frac{2,73 \cdot K \cdot M \cdot S_{расч}}{\ln \frac{R}{r_c}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где M - мощность водоносного пласта, равна 20.0;

$S_{рас}$ - расчетное понижение уровня воды в скважине, $S_{рас} = 12$, м

K - коэффициент фильтрации грунта, $K = 10 - 25$, м³/сут;

R - радиус влияния скважины, $R = 100 - 300$ м;

r_c - радиус скважины, $r_c = 0.2 - 0.3$, м;

l_c - длина между скважинами, равная 200 м

$$Q_c^1 = \frac{2,73 \cdot 25 \cdot 20.0 \cdot 12}{\ln \frac{150}{0.2}} = 2482, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определение производительности совершенной скважины линейного ряда в полуограниченном пласте:

$$Q = \frac{2,73 \cdot K \cdot M \cdot S_{рас}}{\ln \frac{150}{0.2} + \xi_1 + \xi_2}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Φ - безразмерное фильтрационное сопротивление пласта;

ξ_1, ξ_2 - дополнительные сопротивления скважины, обусловленные ее несовершенным по степени и характеру вскрытия пласта. Определяются по таблице Б2 методических указаний. $\xi_1 = 0,785$; $\xi_2 = 1$.

$$Q = \frac{2,73 \cdot 25 \cdot 20,0 \cdot 12}{20,8 \cdot 0,785 \cdot 1} = 3162, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определяется количество рабочих скважин:

$$n_{\text{раб}} = \frac{W}{Q}$$

W- ресурсы воды подземного источника, равны 21000 м³/сут

$$n_{\text{раб}} = \frac{21000}{3162} = 7, \text{ скв}$$

Для водозаборного сооружения I -й категории надежности количество резервных скважин принимаем по таблице 2:

Таблица 2 – Количество резервных скважин

Количество рабочих скважин	Количество резервных скважин на водозаборе категории		
	I	II	III
От 1 до 4	1	1	1
От 5 до 12	2	1	-
13 и более	20%	10%	-

Тогда общее количество скважин:

$$n^o = n_{\text{раб}} + n_{\text{рез}} = 7 + 2 = 9 \text{ скв.}$$

2.2.2 Расчет фильтра напорной скважины

Расчет фильтра состоит в определении диаметра и длины рабочей части.

Конструкция фильтра зависит от водовмещающей породы. Т.к. водовмещающая порода напорного водоносного пласта – песок средней крупности, в соответствии со стандартами и нормами Беларуси выбираем стержневой фильтр с гравийной обсыпкой и проволоочной обмоткой.

Расчёт фильтра ведётся по водозахватной способности:

$$f = (1,1 \dots 1,12) \cdot Q_{\text{скв}}$$

$$f = 1,1 \cdot 3162 = 3478$$

f - водозахватывающая способность определяется по формуле С.К.Абрамова:

$$f = F \cdot V_{\text{дон}}$$

F - боковая поверхность рабочей части фильтра, м²

$V_{дон}$ - допустимая скорость входа воды, м/сут

$$V_{дон} = 1000 \cdot K \cdot \left(\frac{d_{50}}{D_{50}} \right)^2, \text{ м/сут}$$

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 8 \dots 12$$

D_{50} - диаметр частиц, меньше которого в обсыпке содержится 50%;

$$V_{дон} = 1000 \cdot 20 \cdot \left(\frac{1}{10} \right)^2 = 200, \text{ м/сут}$$

$$F = \frac{f}{V_{дон}} = \frac{3478}{200} = 17, \text{ м}^2$$

Задаемся диаметром скважины $D_{\phi} = 325$ мм и определяем длину фильтра:

$$l_{\phi} = \frac{F}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{17}{3,14 \cdot 0,325} = 16,7 \text{ м}$$

2.2.3 Расчет сборных водоводов

Длина каждого участка сборного водовода принята 200 м, последнего участка – от т. 5 до КП – 100м. Длина горизонтальных линий подключения скважин к сборному водоводу намечена в пределах 20-50 м.

Гидравлический расчет сборных водоводов выполняется по схеме расчета тупиковых водопроводных сетей с рассредоточенной подачей воды в точки питания. Диаметр водоводов принимаем, как экономический выгодный по таблицам Шевелевых для чугунных труб. Результаты расчета сведены в таблицу.

План подземного водозабора района 3 (напорный пласт)

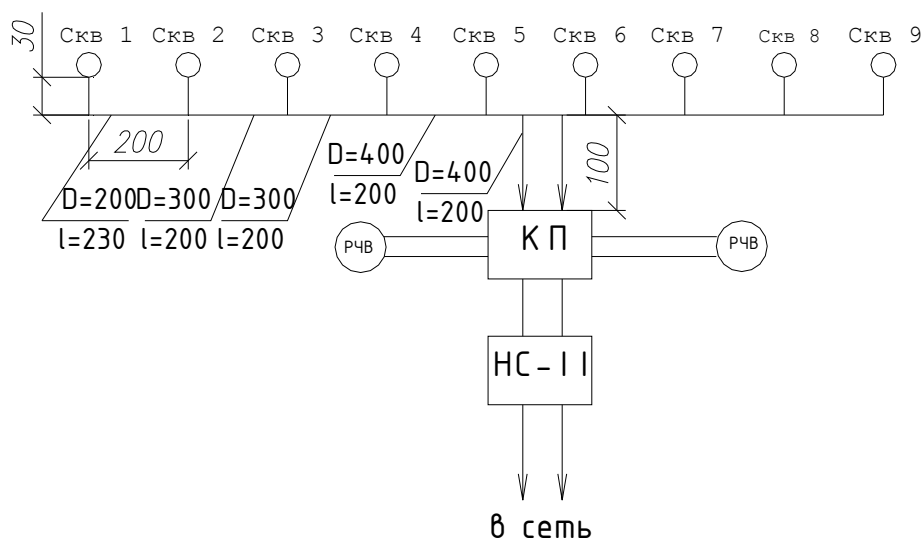


Рисунок 3– План подземного водозабора района 3(напорный пласт).

Таблица 1 – Расчет сборных водоводов

№ уч-в	L, мм	d, мм	q, л/с	V, м/с	1000 · i	h = i · L
1	2	3	4	5	6	7
1-2	230	200	40,25	1,27	14,07	3,24
2-3	200	300	80,50	1,15	6,79	1,36
3-4	200	300	120,75	1,71	15,02	3,00
4-5	200	400	161,00	1,28	5,79	1,16
5-КП	200	400	201,25	1,6	9,02	1,80

Σ10,56

2.2.4 Определение необходимого напора насосов и подбор водоподъемного оборудования

Требуемый напор насосного оборудования скважин определяется по формуле:

$$H_n^{mp} = H_z + \Sigma h + h_{изл}, \text{ м}$$

где H_z – геометрическая высота подачи воды, определяется по формуле в случае, когда откачка не нужна:

$$H_z = z_p - z_{дин} - (\Delta h + \Delta S), \text{ м}$$

где z_p - отметка уровня воды в РЧВ, $z_p = z_3 = 100$ м;

$z_{дин}$ - отметка динамического уровня воды в скважине,

$$z_{дин} = 85, \text{ м}$$

$(\Delta h_n + \Delta S)$ - принимается 3...5 м;

Σh - сумма потерь напора, м

$$\Sigma h = h_{дл} + h_m, \text{ м} \quad \text{где} \quad h_{дл} = h_{в.к.} + h_{с.в.}$$

$h_{в.к.}$ - потери напора в водоподъемной колонии, м;

$h_{с.в.}$ - потери напора в сборных водоводах, м;

h_m - потери напора на преодоление местных сопротивлений,

h_m принимается $10\% \cdot h_{дл}$;

$h_{изл}$ - требуемый напор на изливе, $h_{изл} = 1$ м

$$H_z = 100 - 85 - 4 = 11, \text{ м}$$

$$h_{дл} = 10,56, \text{ м}$$

$$\Sigma h = 1,1 \cdot 10,56 = 11,6, \text{ м}$$

$$H_n^{mp} = 11 + 11,6 + 1 = 23,6, \text{ м}$$

Исходя из расчетной подачи насоса 41 л/с и напора принимаем насос Grundfos SP300-1L.

2.3 Проектирование и расчет взаимодействующих скважин в безнапорных условиях

2.3.1 Определение производительности скважины

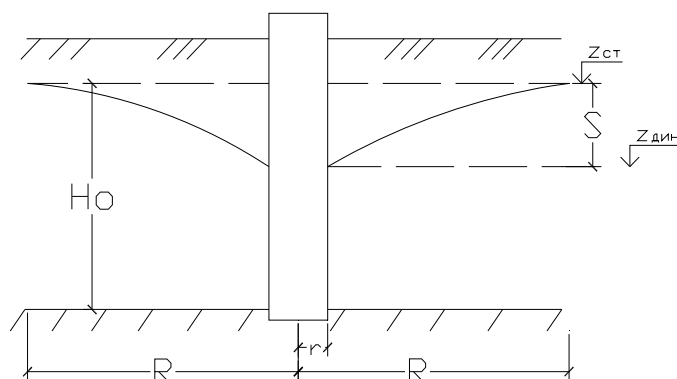


Рисунок 4 - Схема совершенной скважины в безнапорных условиях

Дебит одиночной скважины определяется по формуле:

$$Q_c^1 = \frac{1,36 \cdot K \cdot (H^2 - h^2)}{\lg \frac{R}{r_c}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где H – полный напор воды в скважине, то есть разность между статическим уровнем воды в скважине и подошвой водоносного пласта, м.

h – разность между динамическим уровнем воды и подошвой водоносного пласта, м

H_0 - мощность безнапорного пласта, $H = 18.0$ м;

K - коэффициент фильтрации грунта, $K = 25 - 75$, м³/сут;

R - радиус влияния скважины, $R = 300 - 400$ м;

r_c - радиус скважины, $r_c = 0.2 - 0.3$ м;

l_c - длина между скважинами, равная 100 м;

$$Q_c^1 = \frac{1,36 \cdot 25 \cdot (25^2 - 18^2)}{\lg \frac{400}{0.2}} = 3101, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определение производительности совершенной скважины линейного ряда в неограниченном пласте:

$$Q = \frac{1,36 \cdot K \cdot (H^2 - h^2)}{\lg \frac{R}{r_c} + \xi_1 + \xi_2}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

ξ_1, ξ_2 - дополнительные сопротивления скважины, обусловленные ее несовершенным по степени и характеру вскрытия пласта. Определяются по таблице Б2 методических указаний. $\xi_1 = 0,71; \xi_2 = 1$.

$$Q = \frac{1,36 \cdot 25 \cdot (25^2 - 18^2)}{3,3 + 0,71 + 1} = 2043, \text{ м}^3/\text{сут}$$

Определяется количество рабочих скважин:

$$n_{\text{раб}} = \frac{W}{Q}$$

W - ресурсы воды подземного источника, равны 11000 м³/сут

$$n_{\text{раб}} = \frac{11000}{2043} = 6, \text{ скв}$$

Тогда общее количество скважин:

$$n^o = n_{\text{раб}} + n_{\text{брез}} = 6 + 2 = 8 \text{ скв.}$$

2.3.2 Расчет фильтра безнапорной скважины

Расчет фильтра состоит в определении диаметра и длины рабочей части.

Конструкция фильтра зависит от водовмещающей породы. Т.к. водовмещающая порода напорного водоносного пласта – песок крупнозернистый, в соответствии со стандартами и нормами Беларуси выбираем стержневой фильтр с проволочной обмоткой и штампованные из стального листа.

Расчёт фильтра ведётся по водозахватной способности:

$$f = (1.1 \dots 1.12) \cdot O_{\text{скв}}$$

$$f = 1.1 \cdot 2043 = 2247$$

f - водозахватывающая способность определяется по формуле С.К.Абрамова:

$$f = F \cdot V_{\text{дон}}$$

F - боковая поверхность рабочей части фильтра, м^2 ;

$V_{\text{дон}}$ - допустимая скорость входа воды, м/сут ;

$$V_{\text{дон.}} = (60 \div 70) \sqrt[3]{K_{\phi}} = 65 \cdot \sqrt[3]{25} = 188 \text{ м/сут}$$

$$F = \frac{f}{V_{\text{дон}}} = \frac{2247}{188} = 12, \text{ м}^2$$

Задаемся диаметром скважины $D_{\phi} = 325$ мм и определяем длину скважины.

$$l_{\phi} = \frac{F}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{12}{3,14 \cdot 0,325} = 11,8 \text{ м}$$

2.3.3 Расчет сборных водоводов

При условии забора воды из безнапорных скважин:

Длина каждого участка сборного водовода принята 100 м, последнего участка – от т. 4 до КП – 100 м. Длина горизонтальных линий подключения скважин к сборному водоводу намечена в пределах 20 - 50 м.

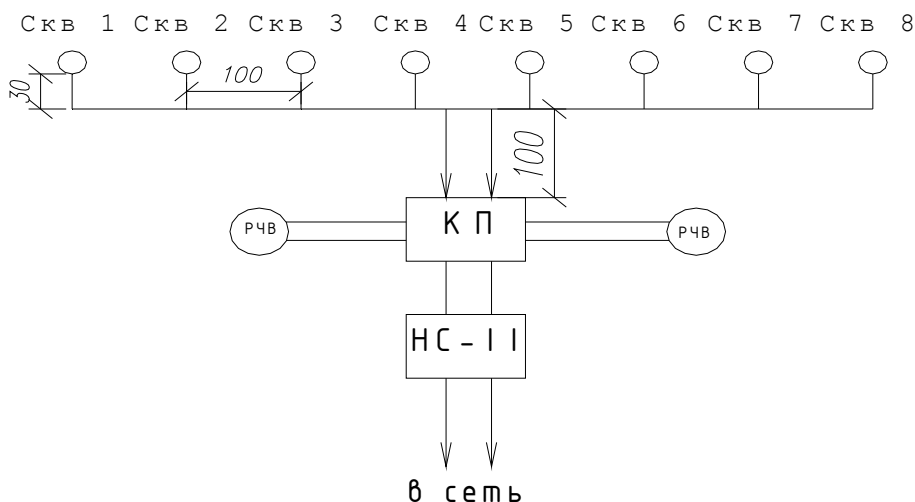


Рисунок 4 – План подземного водозабора района 2 (безнапорный пласт).

Таблица 2 – Расчет сборных водоводов

№ уч-в	L, мм	d, мм	q, л/с	V, м/с	1000 · i	$h = i \cdot L$
1	2	3	4	5	6	7
1-2	130	150	23,65	1,36	23,28	3,03
2-3	100	200	47,29	1,50	19,43	1,94
3-4	100	300	70,94	1,00	5,31	0,53
4-КП	100	400	94,58	0,76	2,16	0,22

Σ5,72

2.3.4 Определение необходимого напора насосов и подбор водоподъемного оборудования

Требуемый напор насосного оборудования скважин определяется по формуле:

$$H_n^{mp} = H_z + \Sigma h + h_{изл}, \text{ м}$$

где H_z – геометрическая высота подачи воды, определяется по формуле в случае, когда откачка не нужна:

$$H_z = z_p - z_{дин} - (\Delta h + \Delta S), \text{ м}$$

где z_p - отметка уровня воды в РЧВ, $z_p = z_3 = 95$ м;

$z_{дин}$ - отметка динамического уровня воды в скважине, определяется:

$$z_{дин} = z_{ст} - S_{рас}, \text{ м}$$

$S_{рас}$ - понижение уровня воды в скважине, $S_{рас} = 10$ м ;

$z_{ст}$ - отметка статического уровня, $z_{ст} = 85$ м;

$$z_{дин} = 85 - 10 = 75, \text{ м}$$

$(\Delta h_n + S\Delta)$ - принимается 3....5 м;

Σh - сумма потерь напора, м

$$\Sigma h = h_{ол} + h_m, \text{ м} \quad \text{где} \quad h_{ол} = h_{в.к.} + h_{с.в.}$$

$h_{в.к.}$ - потери напора в водоподъемной колонии, м

$h_{с.в.}$ - потери напора в сборных водоводах, м

h_m - потери напора на преодоление местных сопротивлений,

h_m принимается $10\% \cdot h_{ол}$

$h_{изл}$ – требуемый напор на изливе, $h_{изл} = 1$ м

$$H_z = 95 - 75 - 4 = 16, \text{ м}$$

$$h_{ол} = 5,72, \text{ м}$$

$$\Sigma h = 1,1 \cdot 5,72 = 6,3, \text{ м}$$

$$H_n^{mp} = 16 + 5,72 + 1 = 22,7, \text{ м}$$

Исходя из расчетной подачи насоса 23.6 л/с и напора принимаем насос ЭЦВ 10-120-40.

2.4 Проектирование здания насосной станции первого подъема

Над устьем колодца устраивают павильоны над поверхностью земли или ниже. Расположение павильона относительно поверхности земли зависит

от типа насосов. Для насосов ЭЦВ, оборудованных погружным двигателем, принимается заглубленная схема расположения павильона.

2.5 Зоны санитарной охраны подземного источника водоснабжения

Для обеспечения необходимой санитарной защиты водозабора предусматривается создание трех поясов зоны санитарной охраны.

Первый пояс образуется выделением вокруг каждой скважины территории на 30 м во всех направлениях.

Второй пояс включает территорию, находящуюся в радиусе R от крайних скважин:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot T}{\pi \cdot m \cdot n}}$$

где Q – производительность всего водозабора

T – время добегания загрязнений до поверхности скважины; для второй климатической зоны, в которой расположена Республика Беларусь:

- для безнапорных пластов – 200 суток;
- для напорных пластов – 100суток;

m – мощность пласта, м

n – пористость пласта, n=0.3

$$R_{\text{нап.}} = \sqrt{\frac{21000 \cdot 100}{\pi \cdot 20 \cdot 0.3}} = 334, \text{ м}$$

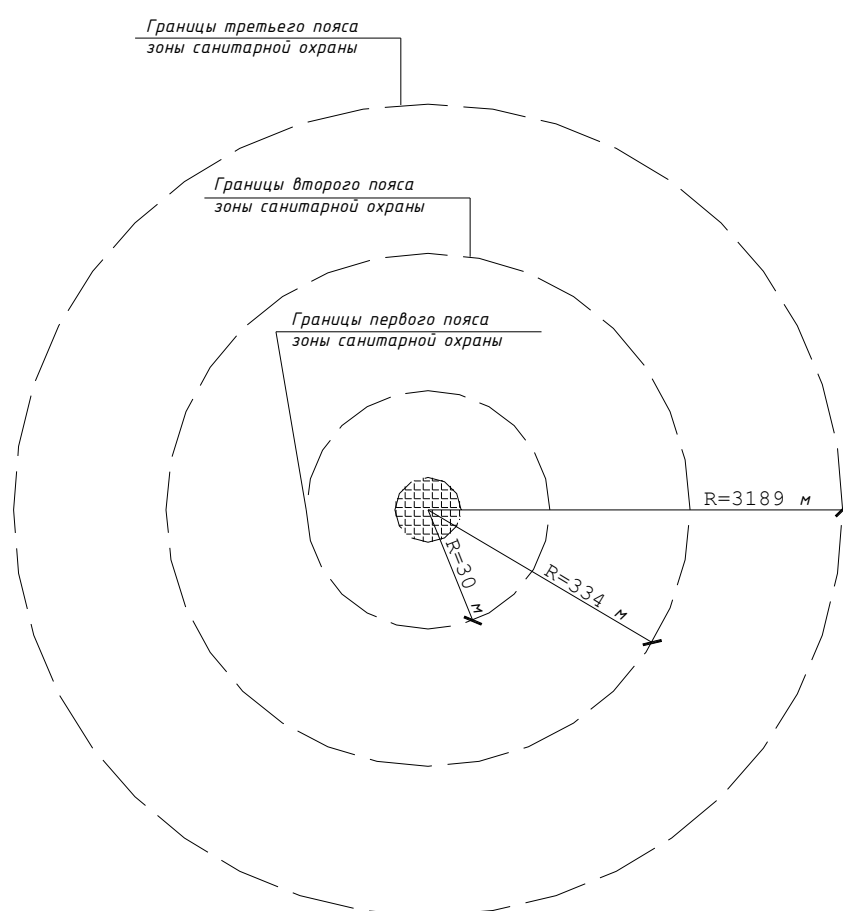
$$R_{\text{безнап.}} = \sqrt{\frac{11000 \cdot 200}{\pi \cdot 18 \cdot 0.3}} = 360, \text{ м}$$

Третий пояс включает территорию, находящуюся в радиусе R, определяемом по той же формуле, что и для второго пояса, но при T = 25 лет = 9125сут.

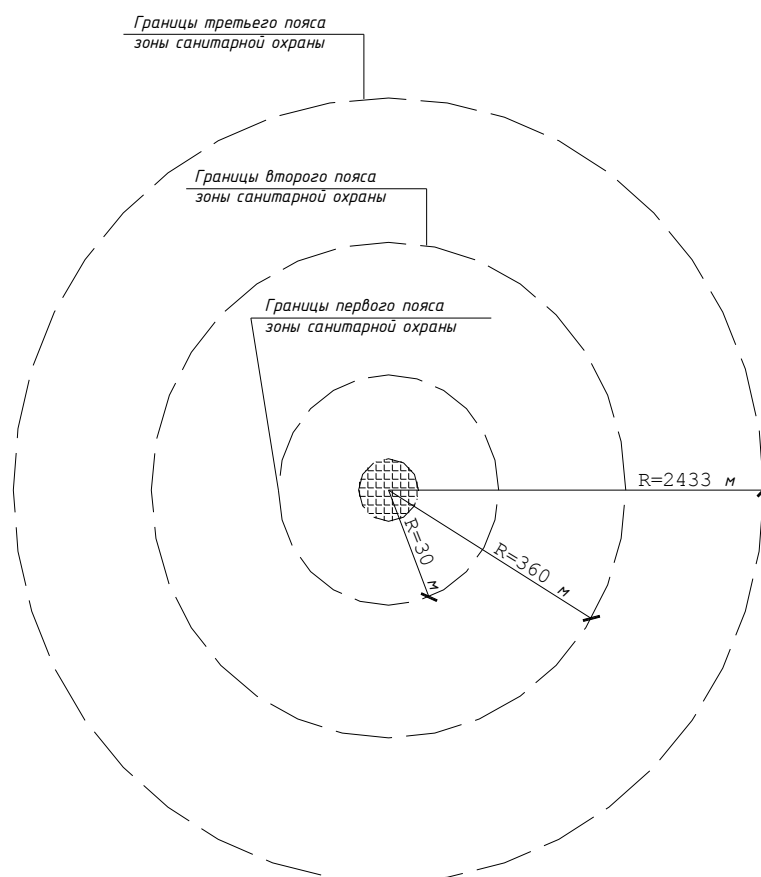
$$R_{\text{нап.}} = \sqrt{\frac{21000 \cdot 9125}{\pi \cdot 20 \cdot 0.3}} = 3189, \text{ м}$$

$$R_{\text{безнап.}} = \sqrt{\frac{11000 \cdot 9125}{\pi \cdot 18 \cdot 0.3}} = 2433, \text{ м}$$

*Зоны санитарной охраны подземного
источника водоснабжения (напорный пласт)*



*Зоны санитарной охраны подземного
источника водоснабжения (безнапорный пласт)*



Заключение

В данном курсовом проекте были запроектированы сооружения для забора подземных и поверхностных вод. Сооружения запроектированы для водоснабжения небольшого города с водопотреблением 65 тыс. м³/сут. Согласно плану, сооружения для забора поверхностных вод расположены на левом берегу реки створа с-с недалеко от города. Сооружения для забора подземных вод расположены в 2 зонах: 2-й (безнапорный неограниченный пласт) и 3-й (напорный неограниченный пласт).

Литература

1. Абрамов Н.Н. «Водоснабжение»
2. Старинский В.П., Михайлик Л.Г. «Водозаборные и очистные сооружения коммунальных водопроводов»
3. Шевелев Ф.А., Шевелев А.Ф. «Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб»
4. Методические указания” Водозаборные сооружения из поверхностных и подземных источников”.
5. ТКП 45-4.01-52-2007 «Системы внутреннего водоснабжения зданий».