


# Водозаборные сооружения из поверхностных источников



**Характеристика  
поверхностных источников  
водоснабжения и условия  
забора воды из них**

# ***Поверхностные источники:***

- реки
- озера
- водохранилища
- каналы
- моря

## ***Основные показатели, характеризующие условия забора воды:***

- водность источника;
- его глубина;
- качество воды в источнике;
- уровенный режим;
- структура потока в месте расположения водозабора
- устойчивость характеристик русла и ложа источника;
- его ледовый режим, шугоносность, особенности режима наносов и др.

***Условия забора воды из  
поверхностных источников  
принято делить на:***

- легкие
- средние
- тяжелые
- очень тяжелые

## *Легкие условия забора воды:*

- содержание взвешенных веществ не выше 500 мг/л
- устойчивое ложе
- умеренный (толщиной до 0,8 м) и устойчивый ледостав
- внутриводное льдообразование (шуга) и обрастание - отсутствуют
- наличие сора – незначительно

## *Средние условия забора воды:*

- среднее содержание взвешенных веществ, не более 1500 мг/л (среднее за паводок)
- устойчивое русло и берега с сезонными деформациями до  $\pm 0,3$  м
- внутриводное льдообразование (шуга) образуется лишь перед ледоставом
- толщина льда – до 1,2 м
- наличие сора, обрастаний и загрязнений
- наличие судоходства, лесосплава

# *Тяжелые условия забора воды*

- содержанием взвешенных частиц до 5000 мг/л
- русло подвижное с перфорированием берегов и дна на глубину до 1 -2 м
- ледяной покров формируется многократно, шугозаполнение русла при ледоставе составляет до 60 – 70 % площади сечения водотока
- наблюдаются нагоны льда на берег с образованием навалов на берега и торосов
- имеется сор, обрастания и загрязнения



# **Очень тяжелые условия забора воды:**

- содержание взвешенных веществ более 5000 мг/л
- русло неустойчиво, систематически и случайно изменяет форму
- имеет место интенсивная и значительная деформация берегов, наблюдаются оползневые явления
- возможны образование наледей и перемерзание русла
- обрастания, сор и плавающие загрязнения значительно затрудняют работу водозаборных сооружений

# ***Классификация водозаборов***

***Водозаборными сооружениями (водозабором)*** называют комплекс гидротехнических сооружений, служащих для забора воды из водоисточника, ее предварительной очистки и подачи под необходимым напором в сеть или на очистные сооружения.

# *1). По виду используемого источника*

- речные
- водохранилищные
- из каналов
- морские
- озерные

## **2). По назначению:**

- **хозяйственно-питьевые**
- **производственные**

### **3). По требуемой категории надежности:**

- **Водозаборы I категории** (снижение расчетной подачи воды при аварии или ремонте не более чем на 30% в течение 3 сут. Полное прекращение подачи – не более 10 минут)
- **Водозаборы II категории** (снижение расчетной подачи воды при аварии или ремонте не более чем на 30% в течение 10 сут. Полное прекращение подачи – не более 6 часов)
- **Водозаборы III категории** (снижение расчетной подачи воды при аварии или ремонте не более чем на 30% в течение 15 сут. Полное прекращение подачи – не более 24 часов)

## **4). По производительности водозаборы:**

- малой производительности  
( до  $1 \text{ м}^3/\text{с}$ )
- средней производительности  
( $1-6 \text{ м}^3/\text{с}$ )
- большой производительности  
(свыше  $6 \text{ м}^3/\text{с}$ )

## **5). По характеру подвижности:**

- стационарные
- нестационарные

## **6). По сроку эксплуатации:**

- постоянные
- временные

## **7). По компоновке основных элементов:**

- **раздельные**
- **совмещенные**

## **8). По месту расположение водоприемника:**

- **русловые**
- **береговые**



# ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ВОДОЗАБОРНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

- 1). Обеспечивать с необходимой надежностью забор из источника расчетного количества воды и подачу его потребителю;
- 2). Защищать систему водоснабжения от попадания в нее сора, планктона, наносов, льда и др.
- 3). На водоемах рыбохозяйственного назначения защищать молодь рыб без ее травмирования от попадания в водоприемник;

## ***При проектировании водозабора производиться выбор:***

- места устройства водозабора;
- технологической схемы;
- оборудования и способа обслуживания

# **Условия, учитывающиеся при выборе места устройства водозабора:**

- количество и качество воды в источнике;
- топографические, гидрологические и геологические условия;
- размещение водозабора не должно противоречить перспективным водохозяйственным мероприятиям и не должно нарушать интересов других водопотребителей;
- водозабор должен размещаться по возможности ближе к водопотребителю и быть доступен для обслуживания.

# ***ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ВОДОЗАБОРОВ***

*Существуют два типа водозаборов из  
поверхностных источников:*

- *береговой*
- *русловой*

*Компоновка водозаборных сооружений  
может быть:*

- *совмещенная*
- *раздельная*

*Выбор компоновки производится в зависимости от:*

- **производительности;**
- **глубины источника;**
- **амплитуды колебаний уровня воды;**
- **местных геологических условий.**

## ***Выбор технологической схемы водозабора зависит:***

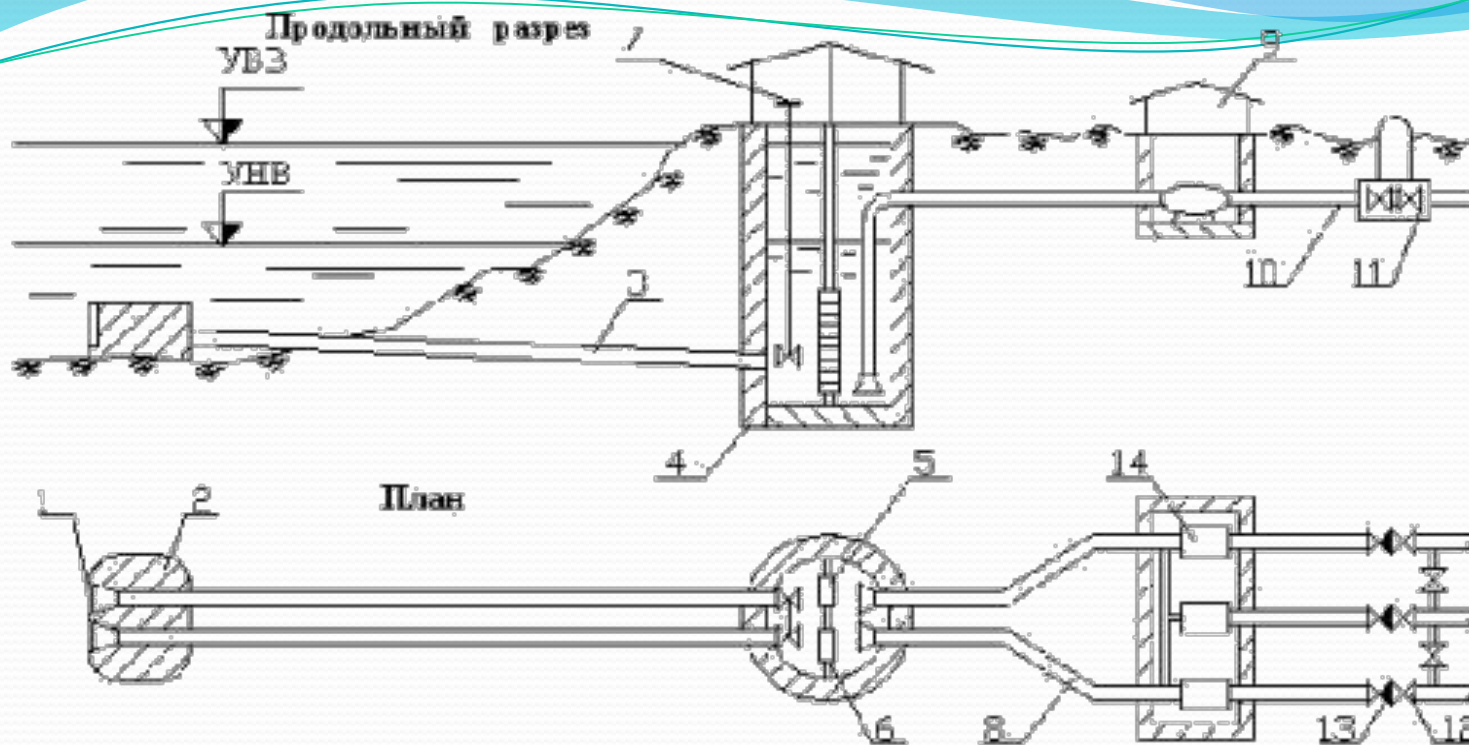
- ❖ от природных условий забора воды (легкие, средние, тяжелые и очень тяжелые);
- ❖ производительности;
- ❖ качества забираемой воды.

# ВЫБОР ТИПА ВОДОЗАБОРА

## ● *Схема раздельного водозабора руслового типа* включает:

водоприемник, самотечные или сифонные линии, сеточный береговой колодец, НС-І, камеры переключений и предохранительных приборов.

*Рекомендуется для  $Q < 1 \text{ м}^3/\text{с}$ , при небольших колебаниях уровня воды в источнике, при пологих берегах*



## Русловой водозабор раздельного типа

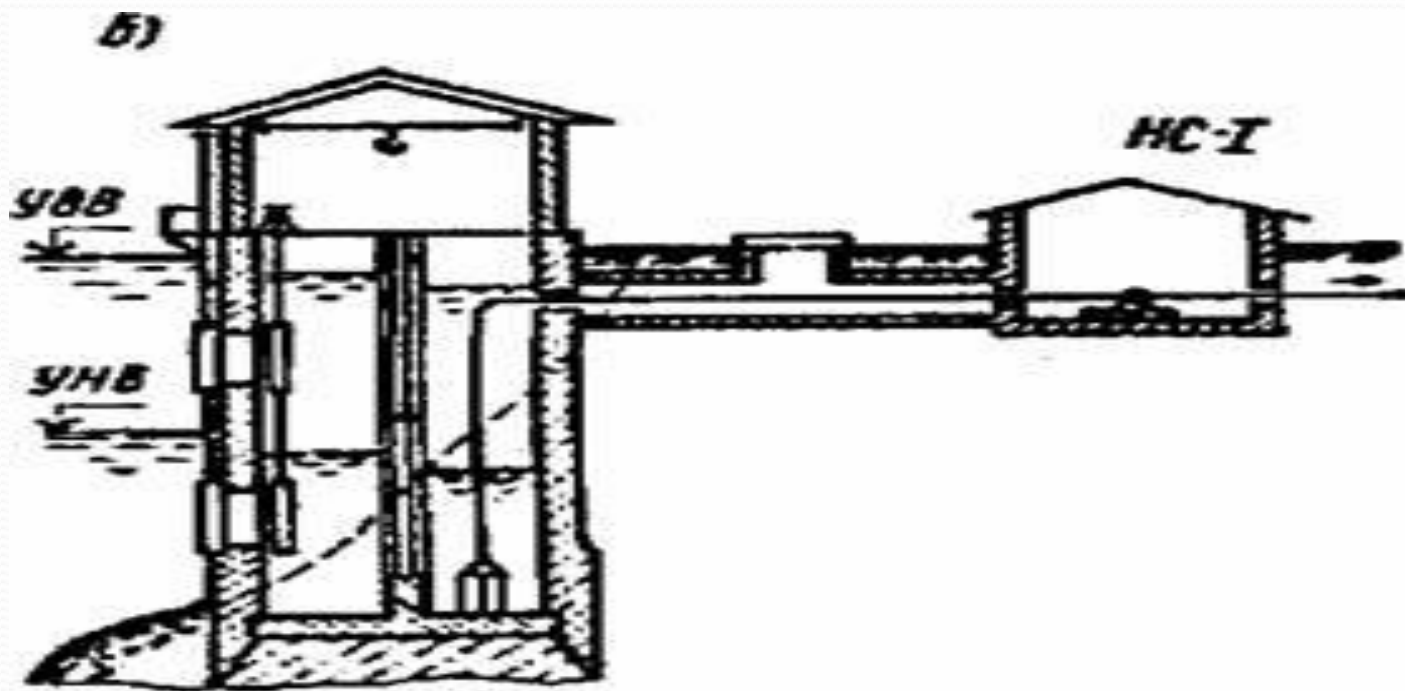
1 – водоприемные окна с решетками; 2 – оголовок; 3 – самотечные трубопроводы; 4 – береговой колодец; 5 – плоские съемные сетки; 6 – поперечная перегородка; 7 – колонка управления задвижками; 8 – всасывающие трубопроводы; 9 – насосная станция; 10 – напорные трубопроводы; 11 – камера переключения; 12 – задвижки; 13 – обратные клапаны; 14 – горизонтальные центробежные насосы.



***Схема отдельного водозабора  
берегового типа*** включает:

водоприемник на берегу, совмещенный с береговым колодцем (водоприемно-сеточный колодец).

***Применяется при достаточных  
глубинах у берега, при  
производительности  $Q > 1 - 6 \text{ м}^3/\text{с}$ .***



Береговой водозабор раздельного типа

***Схемы руслового и берегового водозаборов совмещенного типа – наиболее предпочтительны, так как совмещаются сеточный колодец и НС-І .***

***Применяются при  $Q > 1 - 6 \text{ м}^3/\text{с}$  , при амплитуде колебаний уровня до 5 м, при благоприятных геологических условиях.***

*КОНСТРУИРОВАНИЕ  
ЭЛЕМЕНТОВ В  
ВОДОЗАБОРНОМ  
УЗЛЕ*

# **1. ВОДОПРИЕМНИКИ**

Водоприемные оголовки в зависимости от необходимой категории надежности водоподдачи и сложности природных условий забора воды могут быть:

- -затопленными;
- - затопляемыми в паводок;
- - незатопляемыми;


**❑ Затопленные водоприемники** располагают ниже минимального расчетного уровня воды и ниже кромки ледяного покрова при ледоставе.

Конструкции затопленных водоприемников должны иметь обтекаемую форму.

Водоприемные отверстия (входные окна) следует располагать так, чтобы в них не завлекались шуга, донные наносы, сор, а также рыба.

## **Типы затопленных водоприемников:**

- *простейшие раструбные оголовки на сваях;*
- *ряжевые оголовки с боковым приемом воды;*
- *железобетонные раструбные оголовки с боковым приемом воды;*
- *двухсекционные железобетонные оголовки с вихревыми камерами;*
- *массивные бетонные и ж/б оголовки;*
- *фильтрующие оголовки;*



***Условия применения  
затопленных  
водоприемников:***



- **простейшие раструбные оголовки на сваях** применяют на небольших реках, не используемых для лесосплава и судоходства, с относительно легкими природными условиями, при очень малой производительности ( до  $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$ )

*ряжевые оголовки с боковым приемом воды используют на реках с небольшими глубинами и средними природными условиями при производительности до 1 м<sup>3</sup>/с*

На лесосплавных реках с легкими и средними природными условиями при производительности водозаборов до  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  применяют ***железобетонные раструбные оголовки с боковым приемом воды.*** При производительности до  $3 \text{ м}^3/\text{с}$  – ***двухсекционные железобетонные оголовки с вихревыми камерами.***

- **Массивные бетонные и ж/б оголовки**, монолитные или сборные рекомендуются для судоходных или лесосплавных рек при больших скоростях течений и любой производительности.
- При малых глубинах потока, большом количестве донных наносов, в чрезвычайно тяжелых шуго-ледовых условиях рекомендуется устройство **фильтрующих оголовков**.

**□ Полузатопляемые оголовки** по устройству аналогичны постоянно затопленным, но при минимальных и межениных уровнях воды верх оголовка возвышается над поверхностью воды, что упрощает их эксплуатацию.

Однако они затрудняют судоходство и лесосплав, приводят к резким переформированиям гидравлического режима реки, поэтому в системах ХПН применяются редко

## □ **Незатопляемые оголовки (крибы)**

обеспечивают наибольшую надежность в приеме воды и бесперебойной ее подаче, удобны в эксплуатации, но являются сложными при строительстве и наиболее дорогими. Верх незатопляемого оголовка-колодца следует располагать на 0,5 – 1.0 м выше самого высокого уровня воды в источнике. Водоприемные окна располагаются в два или три яруса. Незатопляемые водоприемники применяют на больших реках со значительными колебаниями уровней (более 10 м) при средней и большой производительности водозаборов в тяжелых природных условиях, когда устройство берегового водозабора технически невозможно и экономически нецелесообразно.

## 2. САМОТЕЧНЫЕ И СИФОННЫЕ ЛИНИИ

- Количество водоводов должно быть не менее 2. Их выполняют из стальных, ж/б, чугунных труб или в виде ж/б галерей, если самотечные трубы прокладывают в осушенном котловане водозабора. В случае укладки водоводов путем опускания под воду применяют стальные трубы с усиленной изоляцией.

Расстояние между линиями должно быть 0,7 - 1,5 м.

Водоводы заглубляют под дно реки:

- на 0,5 м на несудоходных реках ;
- на 0,8 – 1.5 м на судоходных.

Водоводы не должны иметь резких поворотов. Самотечные трубы могут быть уложены как горизонтально, так и с прямым или обратным уклоном в зависимости от глубины реки.

Для промывки водоводов к береговому колодцу подводят воду от НС. Труба для подвода воды может быть уложена внутри или вне колодца.



### **3. БЕРЕГОВЫЕ КОЛОДЦЫ**

Площадка для строительства берегового колодца должна быть выбрана выше на 0,5 – 1,0 м от отметки УВВ расчетной обеспеченности с учетом высоты волны.

При колебаниях уровня воды более 10 м по условию устойчивости на опрокидывание береговой колодец устраивается не на берегу, а выдвигается в русло и сопрягается с берегом дамбой или мостком.

- Глубина заложения берегового колодца принимается расчетом, чтобы он никогда не был подмыт течением реки. Основание водоприемника принимают на 0,5 – 1,0 м ниже наибольшей найденной глубины у берега.
- Водоприемник выполняют железобетонным.
- Размер отделений зависит от типа сеток. Глубина приемного отделения ниже входных окон должна соответствовать емкости, в которой бы поместился весь выпавший из воды песок в период между чистками. Для малых колодцев глубина принимается 0,5 – 0,8 м (при небольшом количестве наносов), для больших – до 1,5 м. Если в колодце устанавливаются вращающиеся сетки, то его глубина зависит от их размеров, но не менее указанных выше.

- Между приемным и всасывающим отделениями колодца устанавливают сетки.
- Толщина стен и дна колодца определяются при расчете ж/б конструкции. Во многих случаях:
  - толщина стенки и дна - 0,4 – 1 м,
  - перегородок – 0,2 – 0,3 м,
  - бетонного основания – 0,8 – 2,0 м.
- Верх перекрытия шахты колодца устраивают на 1 м выше отметки УВВ с учетом высоты волны . Для удобства эксплуатации над водоприемником устраивают павильон из кирпича или сборных ж/б элементов.

- Береговые колодцы русловых водозаборов выполняют в основном аналогично. Но в приемном отделении вместо входных окон закреплены концы самотечных труб, на которых устанавливаются задвижки.
- Расстояние от низа до дна колодца принимается от 0,5 до 1,5 м в зависимости от содержания взвеси в воде реки. Верх труб должен быть затоплен на 0,5 – 1,0 м.

# **ОБОРУДОВАНИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

К основному оборудованию водозаборов  
относят:

- 1). **Решетки**, защищающие приемные отверстия от попадания в них плавающего сор (водной растительности, тины, листьев деревьев);
- 2) **Водоочистные сетки**, предназначенные для грубой предварительной очистки забираемой воды;
- 3). **Рыбозаградительные сетки** и фильтры с промывными устройствами;
- 4). **Подъемные, транспортные и промывные устройства** для подъема и промывки сеток;
- 5). **Насосы или эжекторы** для очистки береговых колодцев от наносов;
- 6). **Насосы основного оборудования;**

- 7). **Насосы вспомогательного оборудования:**  
(дренажные, вакуумные);
- 8). **Подъемные и транспортные приспособления и устройства** для монтажа и демонтажа оборудования и коммуникаций;
- 9). **Электрооборудование;**
- 10). **Затворы (щиты, задвижки)** для управления коммуникациями и оборудованием;
- 11). **Обратные клапаны, предохранительные клапаны;**
- 12). **Водомеры;**

## □ РЕШЕТКИ

Водоприемные окна береговых колодцев и входные отверстия оголовков водозабора руслового типа оборудуются решетками.

- Стержни решеток выполняют из полосовой и круглой стали и устанавливают с прозором в свету 50 – 100 мм в труднодоступных водоприемных отверстиях и 50 мм во всех других случаях. Для опускания и подъема устраивают специальные пазовые устройства. Решетки устанавливают по нормам к скоростям течения воды в источнике. Для предупреждения обмерзания внутриводным льдом стержни решеток либо целиком выполняют из гидрофобных материалов (каучук, эбонит, дерево), либо покрывают ими стержни с поверхности. Наиболее эффективное покрытие – резина. Размеры решеток стандартизированы и приводятся в справочной литературе.

- **Решетки съёмные** – представляют собой металлическую раму, сваренную из угловой стали или швеллера с металлическими стержнями, расположенными вертикально.



- **Решетки с электрообогревом** – применяют в тяжелых шуголедовых условиях как одно из средств борьбы с обледенением и закупоркой решеток шугой.

- **Решетки с обогревом паром или горячей водой** – применяются для предотвращения обмерзания стержней решеток. В качестве пара используется пар от производственных паросиловых или специально сооружаемых установок. Обогрев горячей водой целесообразно использовать лишь при использовании отработавшей воды от производства.

## □ ВОДОЧИСТНЫЕ СЕТКИ

Предназначены для предварительной механической очистки от взвесей и планктонных образований, прошедших через решетки сооружения.

Сетки устанавливаются между приемным и всасывающим отделениями берегового колодца.

Сетки могут быть *плоскими и вращающимися.*

- **Сетки съёмные, плоские** применяются при малой производительности водозабора, для легких и средних условий забора воды.

Выполняются из латунной, стальной оцинкованной или нержавеющей проволоки диаметром 0,1 – 1,5 мм.

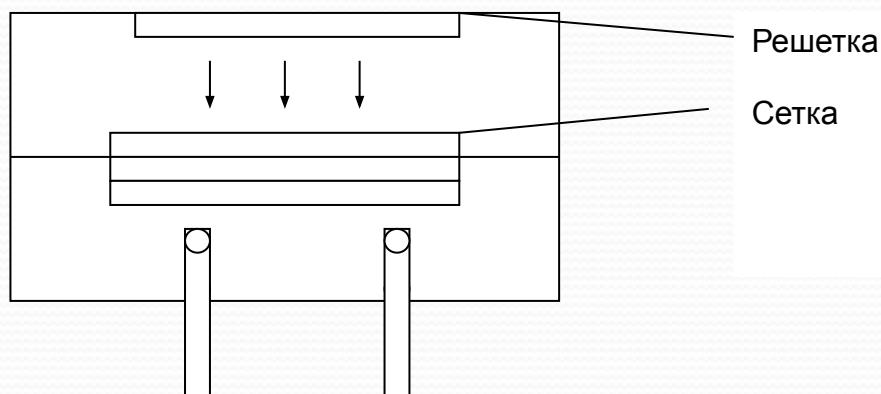
Плоские сетки просты по устройству и эксплуатации. Основной недостаток: их промывка осуществляется вручную.

● **Сетки вращающиеся** представляют собой каркас, на котором закреплены два барабана – верхний приводной, нижний – ведомый. На барабаны натянута лента, состоящая из отдельных, соединенных между собой шарнирно звеньев – плоских сеток.

Промывка производится непрерывно или автоматически по достижении соответствующей степени загрязнения.

Сетки изготавливают в двух вариантах: с внешним и внутренним подводом воды

- - **Сетки с лобовым подводом воды** характерны для водозаборов средней производительности на достаточно загрязненных плавающим сором источниках. Они могут использоваться и для водозаборов малой производительности при тяжелых и очень тяжелых условиях забора воды.



- - **Схема с внешним подводом и внутренним отводом и схема с внутренним подводом и внешним отводом воды** применяются в основном для водозаборов большой производительности для легких и средних условиях забора воды. Эти схемы позволяют более полно использовать рабочую поверхность сеток и благодаря этому сократить их ширину, уменьшить строительную стоимость водозабора. Различие этих схем состоит лишь в особенности подвода и отвода воды. (Предпочтение отдается схеме с внешним подводом и внутренним отводом воды, так как при ней удобнее компоуется система сороудаления и упрощается конструкция самой сетки).

**Схемы с внешним подводом и внутренним отводом (А) и внутренним подводом и внешним отводом (Б)**

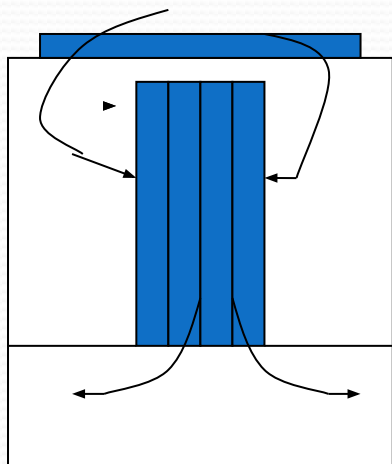


Схема А

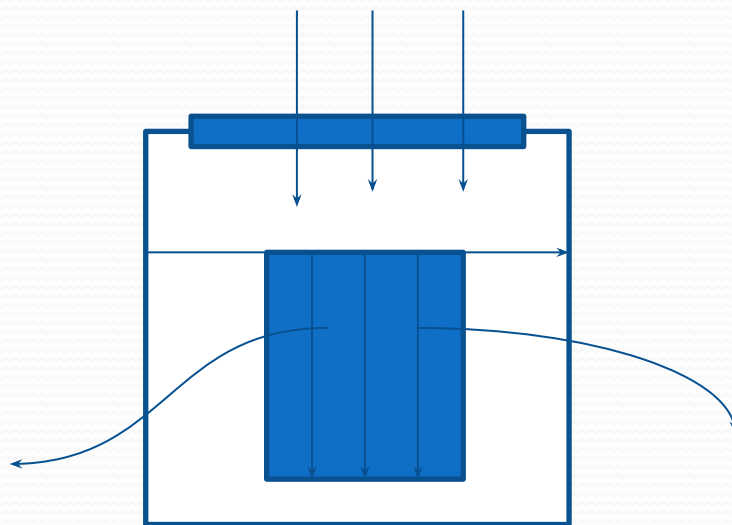


Схема Б



## □ РЫБОЗАГРАДИТЕЛЬНЫЕ СЕТКИ

Изготавливают из нержавеющей стали с отверстиями 2-4 мм . Применяются в береговых водоприемниках в форме сетчатых барабанов и стенок, которые во время ската рыбной молоди опускают в пазы водоприемных окон.

# **ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОДОЗАБОРОВ**

Гидравлический расчет производят для нормальных и аварийных условий работы водозабора. При нормальном режиме работают все секции водозабора. При аварийных условиях работает одна из секций по которой проходит весь расход, который необходимо подать потребителю.

Для водозаборов I, II и III категории допускается снижение водоотбора при аварии на 30%.

## Определение размеров входных отверстий

Размеры входных отверстий определяются из условия пропуска через них максимального суточного расхода воды, а также расхода воды на собственные нужды водозаборного сооружения и водоочистой станции:

$$Q_{\text{в}} = \frac{(1 + 0,01 P_{\text{с.н.}}) \times Q_{\text{сут max}}}{T}, \text{ м}^3/\text{ час}$$

где  $Q_{\text{в}}$  – расчетный расход воды,  $\text{м}^3/\text{ час}$ ;

$P_{\text{с.н.}}$  – затраты на собственные нужды водозабора и ОСВ в % от  $Q_{\text{сут max}}$  (3-8 % в зависимости от качества воды и способа обработки);

$Q_{\text{сут max}}$  – объем воды, подаваемой из источника в сутки наибольшего водопотребления,  $\text{м}^3 / \text{сут}$ ;

$T$  – расчетная продолжительность работы водозабора, час.

Расчетный расход воды для каждой секции :

$$Q_c = Q_v / n_c, \text{ м}^3/\text{ час}$$

$n_c$  – общее число секций

Расход воды в работающих секциях при аварии:

$$Q_{c \text{ ав}} = \frac{n_c}{n_c - 1} \alpha Q_c, \text{ м}^3/\text{ час}$$

где  $\alpha$  – коэффициент, учитывающий допустимое снижение подачи воды ( 0,7 )

Требуемая площадь водоприемных отверстий каждой секции:

$$S_c = 1.25 \times K_{ст} \times \frac{Q_c}{V_{вт}}, \text{ м}^2 \quad (1)$$

где 1.25 – коэффициент, учитывающий засорение решеток водоприемных отверстий;

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

$V_{вт}$  – скорость потока в прозорах решетки, м/с;

Коэффициент  $K_{ст}$  определяется по формуле:

$$K_{ст} = (a + c) / a ,$$

где  $a$  – расстояние между стержнями решетки в свету

(прозор решетки): 50–100мм;

$c$  – толщина стержней решетки:

$$C = 8 - 20 \text{ мм};$$

Допустимая скорость  $V_{вт}$  принимается в зависимости от природных условий забора воды и требований к рыбозащите:

- При *средних и тяжелых условиях* забора воды :

$V_{вт} = 0,6 - 0,2$  м/с – для береговых водозаборов

$V_{вт} = 0,3 - 0,1$  м/с – для русловых водозаборов

- С учетом требований рыбозащиты:

Допустимая  $V_{вт} - 0,25$  м/с при скорости водотока более 0,4 м/с

Допустимая  $V_{вт} - 0,1$  м/с при скорости водотока менее 0,4 м/с

При очень интенсивном шугообразовании  $V_{вт} = 0,06$  м/с

- Для *легких условий* забора воды из источников, имеющих рыбохозяйственное назначение, расчетная скорость воды в прозорах водоприемных отверстий может быть несколько повышена.

Размеры водоприемных окон определяются исходя из необходимости обеспечения требуемой надежности их работы в зимний и весенний периоды года.

Нижнюю кромку водоприемных окон располагают на **0,5 м** выше дна русла водоистоника.

Верхняя кромка окон должна находиться на **0,2 м** ниже ледового покрова и на **0,3 м** ниже ложбины волны в водоистонике.



Горизонтальные размеры водоприемных окон принимаются с учетом возможного их перекрытия стандартными решетками.

Соотношение ширины  $B$  и высоты  $H$  рекомендуется  $H/B = 1,2 - 1,5$ .

*Стандартные размеры водоприемных окон:*

400 x 600;

600 x 800;

800 x 1000;

1000 x 1200;

1200 x 1400;

1260 x 2000;

1250 x 2500 мм.

При принятых размерах водоприемных окон можно определить глубину реки в месте устройства оголовка (для русловых водозаборов):

- Для зимних условий:

$$H_{и} = H_{ок} + 0,9 h_{л} + 0,7, \text{ м}$$

- Для летних условий:

$$H_{и} = H_{ок} + h_{в} + 0,8, \text{ м}$$

$H_{ок}$  – высота водоприемного окна, м;

$h_{л}$  – расчетная толщина льда, м;

0,9 – коэффициент, характеризующий плотность льда и глубину его погружения в воду;

$h_{в}$  – высота полуволны, м

Число окон в каждой секции водозабора принимают из условия, чтобы их суммарная площадь была не меньше требуемой.

В секции они располагаются в ряд на одном уровне.

По формуле (1) определяется также и необходимая площадь водоочистных сеток. При этом коэффициент стеснения  $K$  определяется следующим образом:

$$K = \left| (a + d) / a \right|^2 ,$$

где  $a$  – размеры ячеек сетки в свету, см (0,2; 0,35; 0,45);

$D$  – диаметр проволоки сетки, см (0,1 – 0,12 );

Скорость воды в ячейках сеток принимаются в зависимости от их конструкции:

0,2 – 0,4 м/с – для плоских сеток;

0,8 – 1,2 м/с – для вращающихся сеток;

менее 1 м/с – при наличии рыбозащитных устройств.

Рабочую площадь водоочистных сеток определяют при расчетном минимальном уровне воды в сеточном колодце или всасывающем отделении.

## *Размеры окон для плоских сеток:*

800x800;

800 x 1000;

800x1250;

800x1500;

1000x1000;

1000 x 1250;

1000 x 1500;

1500 x 1250;

*Размеры **вращающихся сеток** можно подобрать по справочной литературе в зависимости от типа подвода и отвода воды и производительности сетки*

1500x1500;

1500x2000; 1500x2500;

1750 x 1000;

# Типы и основные размеры вращающихся сеток

Тип подвода воды	Ширина, м	Расстояние между звездочками, м	Полезная высота, м	Расстояние от дна камеры до нижней звездочки, м	Пропускная способность сетки, м <sup>3</sup> /с
Лобовой	1,84	9,76	4,45	1	0,15-1,3
	2,24	9,15	6,83	1	0,2-1,7
	2,24	15,86	13,86	1	0,2-2,2
Внутренний	2	6	3,9	1,2	0,5-2,2
	2	7	4,9	1,2	0,5-2,6
	2	10,75	8,55	1,3	0,5-4,3

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ САМОТЕЧНЫХ И СИФОННЫХ ЛИНИЙ

Самотечные линии водозаборов руслового типа соединяют оголовок с береговым колодцем и прокладывают в одну нитку для каждой секции водозабора.

Линии выполняются из стальных труб, заранее сваренных в плети необходимой длины.

Самотечные линии укладывают на дно водоисточника на глубину не менее 0,5 м. В отдельных случаях они укладываются на дно водоисточника с последующей обсыпкой их грунтом и соответствующим укреплением от размыва.



Диаметр самотечных линий определяется из условия обеспечения в них незаиляющих скоростей движения воды, в зависимости от длины водоводов и категории надежности водозабора.

Длина водоводов	Скорость движения, м/с	
	1 категория	2 и 3 категории
300 – 500	0,7 – 1,0	1,0 – 1,5
500 - 800	1,0 – 1,4	1,5 – 1,9
800 – и более	1,5	2,0

*При назначении скорости необходимо учитывать скорость течения воды в источнике: скорости в водоводах принимаются не менее скорости течения воды в источнике при УНВ.*

Фактическая скорость движения воды может быть определена по формуле:

$$V_{\text{с.л.}} = 4Q_{\text{с}} / \pi D_{\text{с.л.}}^2, \text{ м/с}$$

Полученная по формуле скорость должна быть не менее ***незаиляющей скорости.***

**Незаиляющую скорость** определяют:

$$V_{\text{н}} = \frac{\sqrt{\rho \cdot \omega^3 \cdot D_{\text{с.л.}} \cdot g}}{0,11 \cdot (1 - \omega / U)^{4,3}}$$

где  $\rho$  – концентрация взвеси в воде (количество наносов)

,

кг/м<sup>3</sup>;

$\omega$  - средневзвешенная гидравлическая крупность взвешенных частиц в воде, м/с. Принимается в зависимости от характеристики взвешенных частиц, находящихся в воде.

$U$  - скорость выпадения частиц в потоке ( $U = 0,07 \cdot V_p$ )

$V_p$  – скорость течения воды в реке, м/с

$D$  – диаметр водовода, м.

Диаметр самотечных линий должен обеспечивать возможность гидравлического удаления отложившихся в них наносов путем прямой или обратной промывки линий водовоздушным, импульсным или другими способами.

Скорость течения воды или водовоздушной смеси при промывке:

$$V_{\text{пром}} \geq 10 \sqrt[4]{D_{\text{с.л.}} \cdot d_{\text{ч}}}$$

Где  $d_{\text{ч}}$  - диаметр отложившихся в линии вымываемых частиц взвеси, м

- Диаметр всасывающих трубопроводов определяется исходя из расчетного расхода воды и оптимальных скоростей ( $V_{вс} = 0.7 - 1.5$  м/с):

- $D_{вс} = \sqrt{4Q_c / \pi V_{вс}}$ , м

Фактическая скорость при нормальном режиме:

- $V_{вс \text{ факт}} = 4Q_c / \pi D_{вс}^2$ , м/с

Фактическая скорость при аварийном режиме:

- $V_{вс \text{ ав}} = 4 Q_{ав} / \pi D_{вс}^2$ , м/с

## ● Определение расчетных уровней воды в колодце

*А) В приемном отделении:*

*при нормальном режиме:*

$$Z_{\max} = Z_{\text{вув}} - \sum h, \text{ м}$$

$$Z_{\min} = Z_{\text{нув}} - \sum h, \text{ м}$$

$$\sum h = h_r + \sum h_v + \sum h^{\wedge}, \text{ м}$$

$h_r$  – потери напора в решетке, м ( $h_r = 0,05$  м);

$\sum h_v$  – потери напора в элементах водопроемника, кроме решеток (например, в фильтрах, кассетах и т.д.) ( $\sum h_v = 0$ );

$\sum h^{\wedge}$  – суммарные потери напора по длине и местные потери напора, м

$$\Sigma h^{\wedge} = \Sigma h_1 + \Sigma h_M, \text{ м}$$

где  $\Sigma h_M$  - местные потери напора, м;

$\Sigma h_1$  - потери напора по длине, м

$$\Sigma h_1 = i \times L_{\text{с.л.}}, \text{ м}$$

$$\Sigma h_M = \Sigma \xi \times V_{\text{с.л.}}^2 / 2g, \text{ м}$$

$\Sigma \xi$  можно принять 1.35 – 1.5

- При аварийном режиме работы:

$$Z_{\max \text{ ав}} = Z_{\text{вув}} - \sum h_{\text{ ав}}, \text{ м}$$

$$Z_{\min \text{ ав}} = Z_{\text{нув}} - \sum h_{\text{ ав}}, \text{ м}$$

$$\sum h_{\text{ ав}} = h_{\text{р ав}} + \sum h_{\text{в ав}} + \sum h^{\wedge} \text{ ав}, \text{ м}$$

$h_{\text{р ав}}$  и  $\sum h_{\text{в ав}}$  – можно принять как и при нормальном режиме работы, м;

$\sum h^{\wedge} \text{ ав}$  – с учетом изменения скорости и расхода воды при аварийном движении воды по самотечным трубам



***Б) Во всасывающем отделении:***

$$Z_{\max} \text{ вс} = Z_{\max} \text{ пр} - \sum h_c, \text{ м}$$

$$Z_{\min} \text{ вс} = Z_{\min} \text{ пр} - \sum h_c, \text{ м}$$

*$h_c$  – потери напора в сетке, м*

- для нормального режима работы  $h_c = 0,1 \text{ м}$
- для аварийного режима работы  $h_c = 0,15 - 0.2 \text{ м}$

## *Конструирование водозабора*

### *Определение расчетных отметок*

- Верх перекрытия колодца должен быть на 1.5 м выше отметки ВУВ

$$Z_{п} = \text{отм. ВУВ} + 1,5, \text{ м}$$

- Минимальная отметка дна колодца принимается на (0,5-1,5) м ниже отметки выхода самотечных линий:

$$Z_{д.к.} = Z_{\text{вых}} - (0,5 - 1,5), \text{ м}$$

- Отметка выхода концов самотечных линий определяется:

$$Z_{\text{вых}} = Z_{\text{д.р.}} - 0,15, \text{ м}$$

- Отметка дна реки в месте устройства водоприемного отверстия определяется:

$$Z_{\text{д.р.}} = \text{отмУНВ} - H_{\text{и}}, \text{ м}$$

$H_{\text{и}}$  – глубина источника, м (наибольшая величина, определенная для зимних или летних условий)

- Общая высота подземной части берегового колодца:

$$\begin{aligned} H_{\text{к}} &= Z_{\text{п}} - (Z_{\text{вых}} - (0,5 - 1,5)) = \\ &= Z_{\text{п}} - Z_{\text{дк}}, \text{ м} \end{aligned}$$

- Отметка оголовка будет определяться:

$$Z_{\text{ог}} = Z_{\text{д.р.}} - (1,0 - 1,2), \text{ м}$$