ВОДОСНАБЖЕНИЕ. ЧАСТЬ 2. ВОДОЗАБОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Глава 2.9. Сооружения для забора воды из поверхностных источников. Общие требования к источнику водоснабжения и водозаборным сооружениям

Требования к источнику водоснабжения

В качестве источника водоснабжения могут быть использованы поверхностные воды водотоков и водоемов. Источник водоснабжения должен удовлетворять следующим требованиям:

• обеспечивать отбор воды необходимого количества и качества (обеспечивать категории обеспеченности подачи воды: I, II, III);

• обладать объемами, позволяющими производить забор воды из него без нарушения сложившейся экологической системы;

• обеспечивать возможность подачи воды потребителю с наименьшей затратой средств.

При оценке достаточности водных ресурсов источника следует учитывать обеспечение гарантированного расхода воды после забора. В случае недостаточности водных ресурсов источника следует предусматривать регулирование естественного стока воды.

Сооружения для забора поверхностных вод

Водозаборы из поверхностных источников различают:

• по виду водоисточника (река, озеро, водохранилище, море и т.п.);

• назначению – хозяйственно-питьевые, промышленные, ирригационные, теплоэнергетические и др.;

• компоновке его основных сооружений – совмещенные, раздельные;

• по степени стационарности – стационарные и нестационарные (плавучие, фуникулерные, передвижные);

• месту расположения водоприемника – береговые, русловые, выносные (на водоемах);

• способу приема воды в водоприемник – с верхним, боковым, нижним, лобовым и низовым приемом воды;

• по производительности – малой ($Q_в$ < 1 м^3/с), средней ($Q_в$ = 1...6 м^3/с) и большой ($Q_в$ > 6 м^3/с) производительности;

• по степени обеспеченности подачи воды – I, II и III категорий;

• условиям приема воды в водоприемник – поверхностный, глубинный или селективный (послойный) и донный;

• материалу – железобетонные, бетонные, металлические, деревянные и др.;

• конструктивным особенностям водоприемника – с вихревой камерой, щелевые, ряжевые, раструбные, трубчатые, зонтичные и др.

При необходимости увеличения глубин воды и регулирования стока устраивают приплотинные водоприемники, которые могут быть как в теле плотины, так и за пределами. Кроме того, применяют водозаборные сооружения с подводящими каналами и водоприемными ковшами.

Водозаборные сооружения хозяйственно-питьевого назначения должны удовлетворять санитарным требованиям; место их расположения должно быть защищено от вредных преднамеренных и случайных воздействий человека. Они должны удовлетворять требованиям надежности, экономичности и экологической безопасности (не вызывать переформирования русла, стока реки, обезвоживания прибрежной зоны).

Конструкция водозабора должна:

• обеспечивать забор воды из водоисточника и подачу ее водопотребителю;

• защищать систему водоснабжения от попадания в нее сора, планктона, наносов, ракушки, шугольда и т.д.;

• обеспечивать защиту молоди рыб от гибели и травмирования;

• быть прочной, устойчивой и долговечной;

• компонуемая с водозабором насосная станция I подъема должна удовлетворять требованиям раздела 7 СНиП 2.04.02-84.

Природные условия забора воды

Русло реки характеризуется извилистой формой в плане и чередованием вдоль него глубоких участков – плесов и мелких – перекатов. Плесовые участки соответствуют изогнутым участкам русла, а перекаты – участкам, соединяющим излучины с противоположными направлениями изогнутости (см. рис. 2.30). На повороте струи воды, набегая на вогнутый берег, отклоняются ко дну и размывают его, формируя углубление дна – плесовую лощину, пригодную для размещения в ней водоприемника. У дна струи насыщаются наносами и, выходя к поверхности у противоположного берега, переносят их (см. рис. 2.31), образуя отмель (побочень).

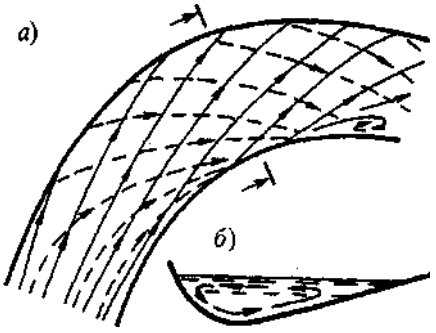

Рис. 2.30. структура течения при изгибе потока:
а – план, б – сечение русла

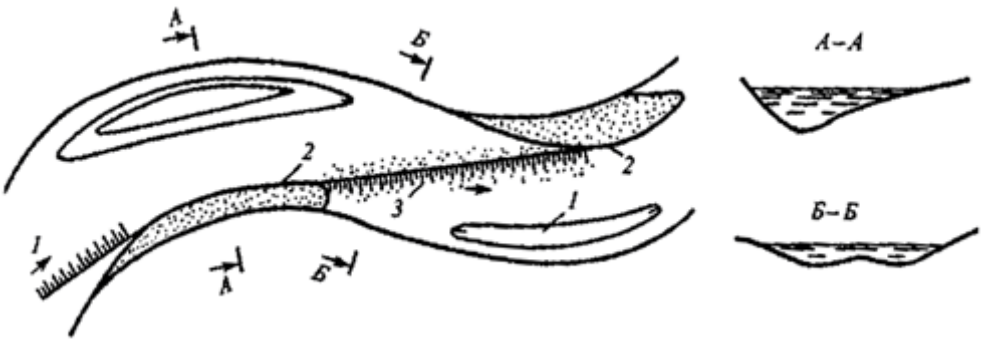

Рис. 2.31. Плесовая лощина, перекат и береговая отмель (побочень):
1 – плесовая лощина; 2 – побочень; 3 – перекат

На перекате происходит затухание поперечной циркуляции и, вследствие этого, уменьшается транспортирующая способность потока. Наносы при этом оседают на дне, глубина потока уменьшается, а ширина русла увеличивается. Меандрическая форма русла в большей степени свойственна малым и средним рекам с небольшими уклонами (около 0,0001), большим рекам свойственна слабая извилистость.

На перекате скорости течения воды в реке максимальные. В зимний период времени температура воды в реке может достигать значений, близких к 0°С. Дальнейшее охлаждение потока приводит к формированию льда. Переохлажденные струи воды на перекате, благодаря высокой скорости и температурному перепаду, устремляются на дно реки и способствуют формированию кристаллов льда (при наличии центров кристаллизации: песчинок, гальки). Толщина донного льда, имеющего пористую структуру, может достичь 0,6 м в галечном русле и 1,5 м – на скальном дне. При мелкопесчаном дне кристаллы льда с примерзшими песчинками всплывают, образуя ледяную взвесь (шугу) с песчаными включениями. У водоприемных отверстий скопления такого льда уплотняются, закупоривают их и русло реки, увеличивая при этом вероятность разрушения сооружений от давления воды.

Выбор места расположения и технологической схемы водозабора

Водозабор должен располагаться на достаточно устойчивом участке реки, характеризующемся благоприятными гидравлическими и шуголедовыми режимами речного потока и глубинами. Благоприятный режим речного потока наблюдается у вогнутого берега плесовых участков. Не допускается размещать водоприемники в зоне движения судов и плотов, в местах зимовки и нереста рыб, скопления плавника и водорослей. Не рекомендуется размещать водоприемники на участках нижних бьефов ГЭС, прилегающих к гидроузлу, в верховьях водохранилищ.

Глава 2.10. Схемы водозаборных сооружений

На рис. 2.32. представлены основные схемы водозаборных сооружений, отличающихся местом расположения водоприемника и компоновкой основных

сооружений водозабора. В состав водозаборных сооружений (рис. 2.32, *а*) входит русловой затопленный водоприемник, находящийся в некотором удалении от берега (где глубина воды достаточна для его расположения), и водоводы (самотечные, сифонные, самотечно-всасывающие). Водоприемные отверстия таких водоприемников в отдельные периоды года практически недоступны для обслуживания. Водоприемные отверстия берегового незатопляемого водоприемника, показанного на рис. 2.32, *б*, всегда доступны для обслуживания, что имеет большое значение для обеспечения бесперебойной подачи воды водозаборными сооружениями.

Кроме водоприемников на рис. 2.32 показаны: береговой сеточный колодец, предназначенный для расположения в нем водоочистных сеток; насосная станция I подъема со всасывающими и напорными водоводами, камерами предохранительных устройств и переключений. Водозаборные сооружения оборудуют плоскими или вращающимися (ленточными при $Q_в > 1$ м^3/с) водоочистными сетками. При установке в водоприемниках фильтрующих кассет, применение водоочистных сеток не обязательно.

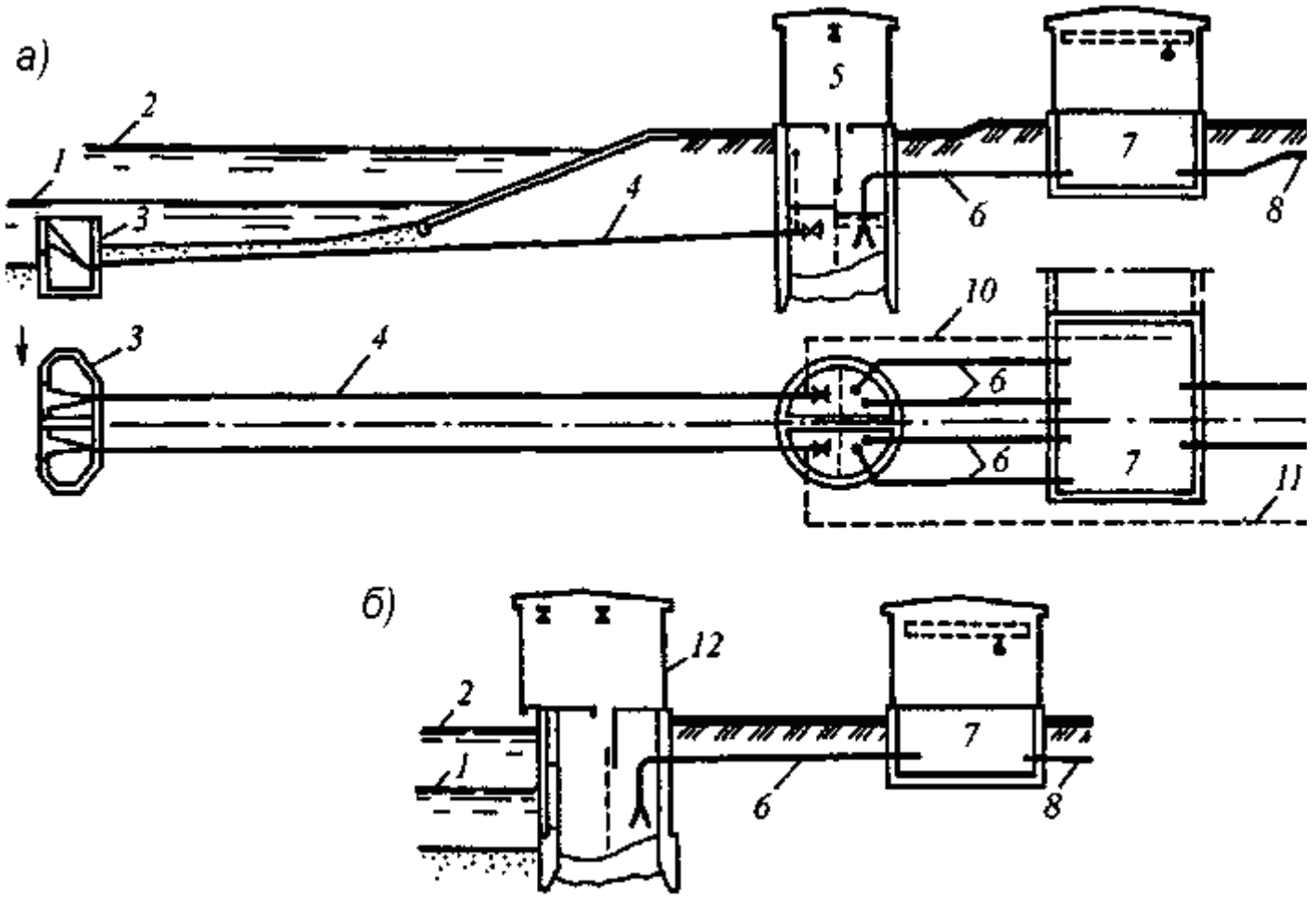

Рис. 2.32. Схемы водозаборных сооружений:
а – раздельного типа с русловым затопленным водоприемником; б – то же, с береговым незатопляемым водоприемником; 1, 2 – уровни воды минимальный и максимальный расчетной обеспеченности соответственно; 3 – русловой затопленный водоприемник; 4 – самотечные водоводы; 5 – береговой сеточный колодец; 6 – всасывающие водоводы; 7 –

насосная станция; 8 – напорные водоводы; 9 – камера переключений и предохранительной аппаратуры; 10, 11 – водоводы для подачи воды на промыв решеток и водоводов обратным током воды; 12 – береговой незатопляемый водоприемник

Схема водозаборных сооружений упрощается при совмещении приемного колодца и насосной станции в одном здании. Такое совмещение целесообразно при применении насосов с малой высотой всасывания и амплитуде колебания уровней воды в реке больше 6 – 8 м, а так же, при оборудовании сооружений скважинными или погружными насосами (см. рис. 2.33).

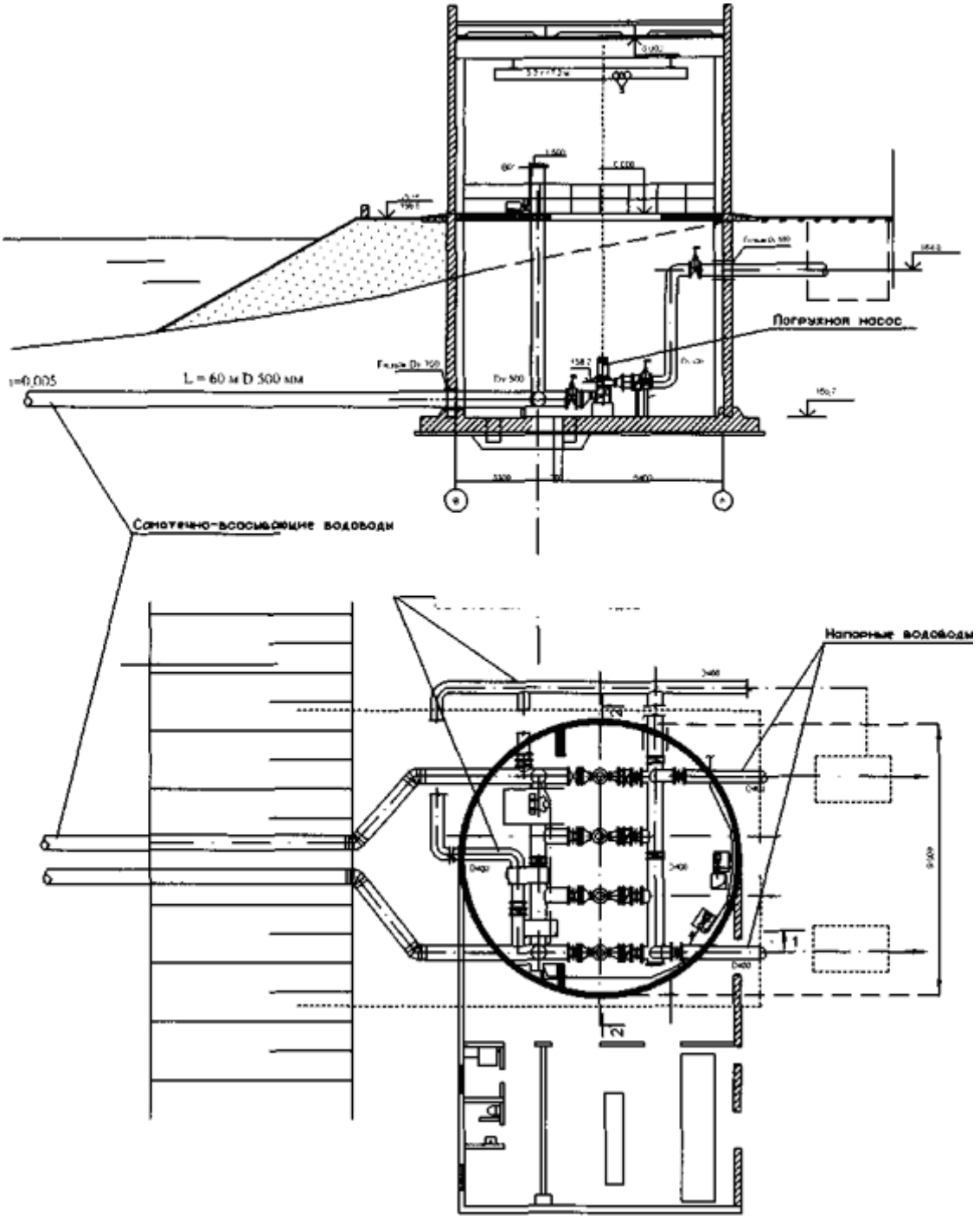

Рис. 2.33. Схема водозаборных сооружений, совмещенных с насосной станцией, оборудованной погружными насосами

На рис. 34 приведена схема водозаборных сооружений совмещенного типа с русловым затопленным водоприемником, на рис. 35 - схема берегового водозаборного сооружения совмещенного типа; здесь в одном сооружении совмещены водоприемник, сеточный колодец и насосная станция.

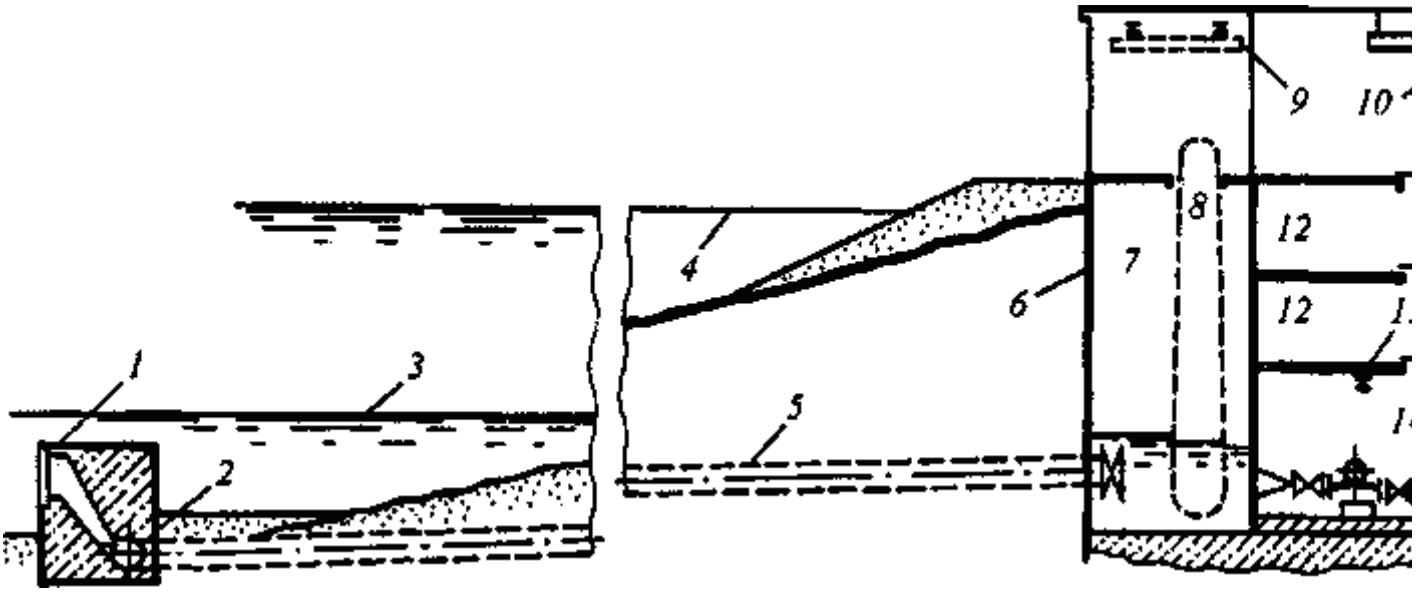

Рис. 2.34. Схема водозаборных сооружений совмещенного типа с русловым затопленным водоприемником:
1 – затопленный водоприемник; 2 – вихревая камера; 3, 4 – уровни воды минимальный и максимальный соответственно; 5 – самотечные водоводы; 6 – насосная станция, совмещенная с сеточным зданием; 7 – сеточное отделение; 8 – сетка водоочистная вращающаяся; 9 – кран подвесной однобалочный; 10 – таль; 11 – монтажный проем; 12 – помещения для электрических распределительных устройств, щитов автоматики; 13 – монорельс для тали; 14 – насосное отделение

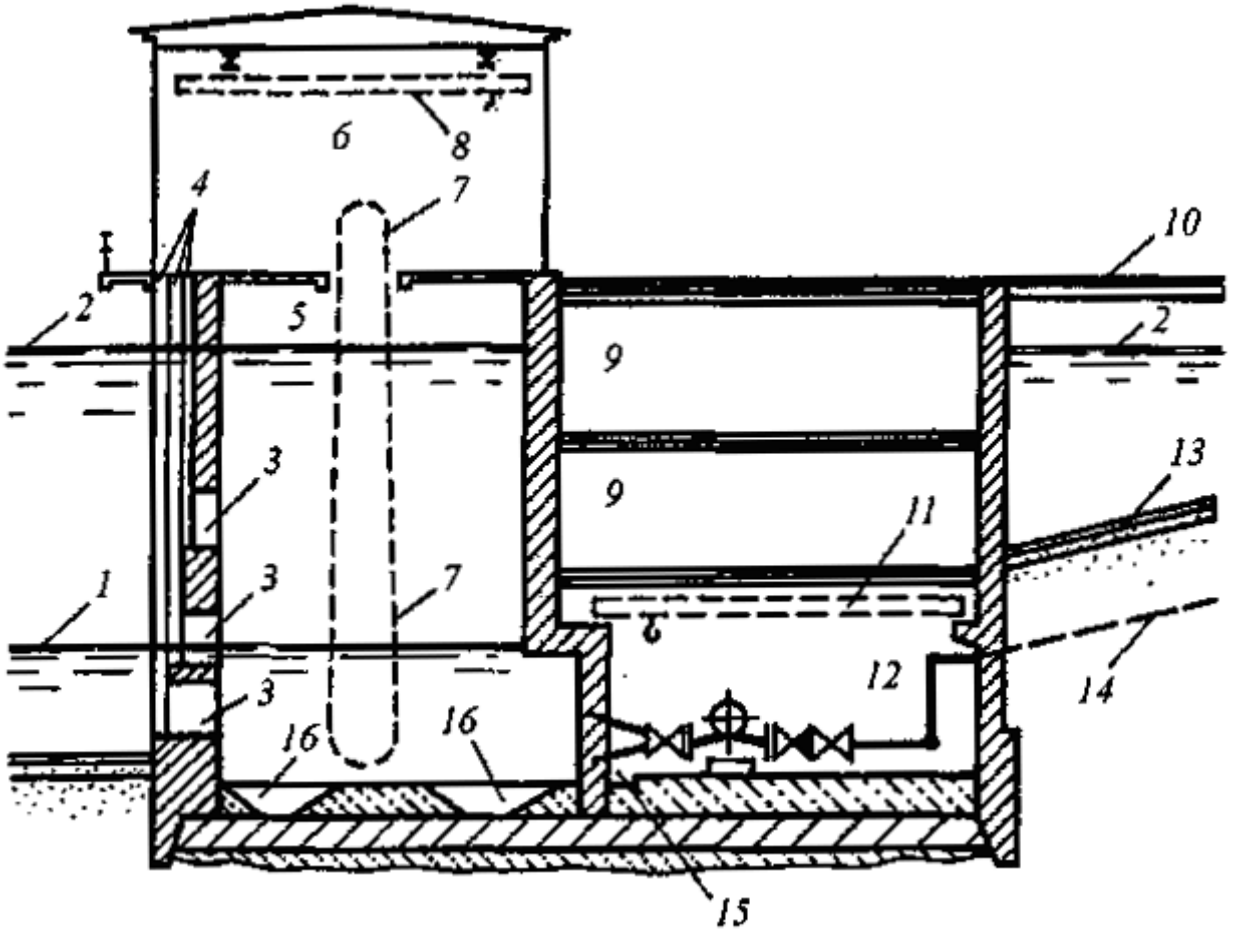

Рис. 2.35. Береговое водозаборное сооружение совмещенного типа:
1 и 2 – уровни воды минимальный и максимальный соответственно; 3 – водоприемные отверстия; 4 – пазы для установки сороудерживающих решеток, рыбозащитных сеток, затворов и для передвижения промывных устройств; 5 – водоприемно-сеточное отделение; 6 – наземный павильон; 7 – сетка водоочистная вращающаяся; 3 – кран подвесной; 9 – помещения электрических распределительных устройств, щитов управления и сигнализации, вентиляционных устройств; 10 – служебный мост для сообщения с берегом; 11 – кран мостовой радиальный; 12 – насосное отделение; 13 – берегоукрепление; 14 – напорные водоводы; 15 – дренажный канал для сбора воды; 16– приямки для сбора осадка

Кроме показанных на рис. 2.32 – 2.35 применяют водозаборы комбинированного типа (например, с несколькими водоприемниками различных типов – с береговым не затопляемым и русловым затопленным; с двумя ярусами самотечных водоводов и водоприемниками, предназначенными для забора воды в различные гидрологические фазы), с водоприемником с водоприемными отверстиями и с подрусловым приемом воды (инфильтрационным), с водоприемником, имеющим секции с водоприемными отверстиями и секции с фильтрующим приемом воды.

При широкой заливаемой в половодье пойме строительство водозаборных сооружений с самотечными водоводами (рис. 2.36, *а*) будет осложнено необходимостью прокладки водоводов значительной протяженности на большой глубине в сложных гидрогеологических условиях. В этом случае береговые сооружения водозабора можно расположить на островке,

отсыпанном на пойменной террасе; самотечные водоводы будут короткими, а напорные пересекут пойму на относительно небольшой глубине (рис. 2.36, *б*). Сообщение с водозабором будет возможно по дороге, проложенной по пойме вдоль водоводов, а при высоких уровнях воды – с помощью плавсредств (кроме периода ледохода). Дорога может быть проложена и по дамбе, соединяющей островок с коренным берегом.

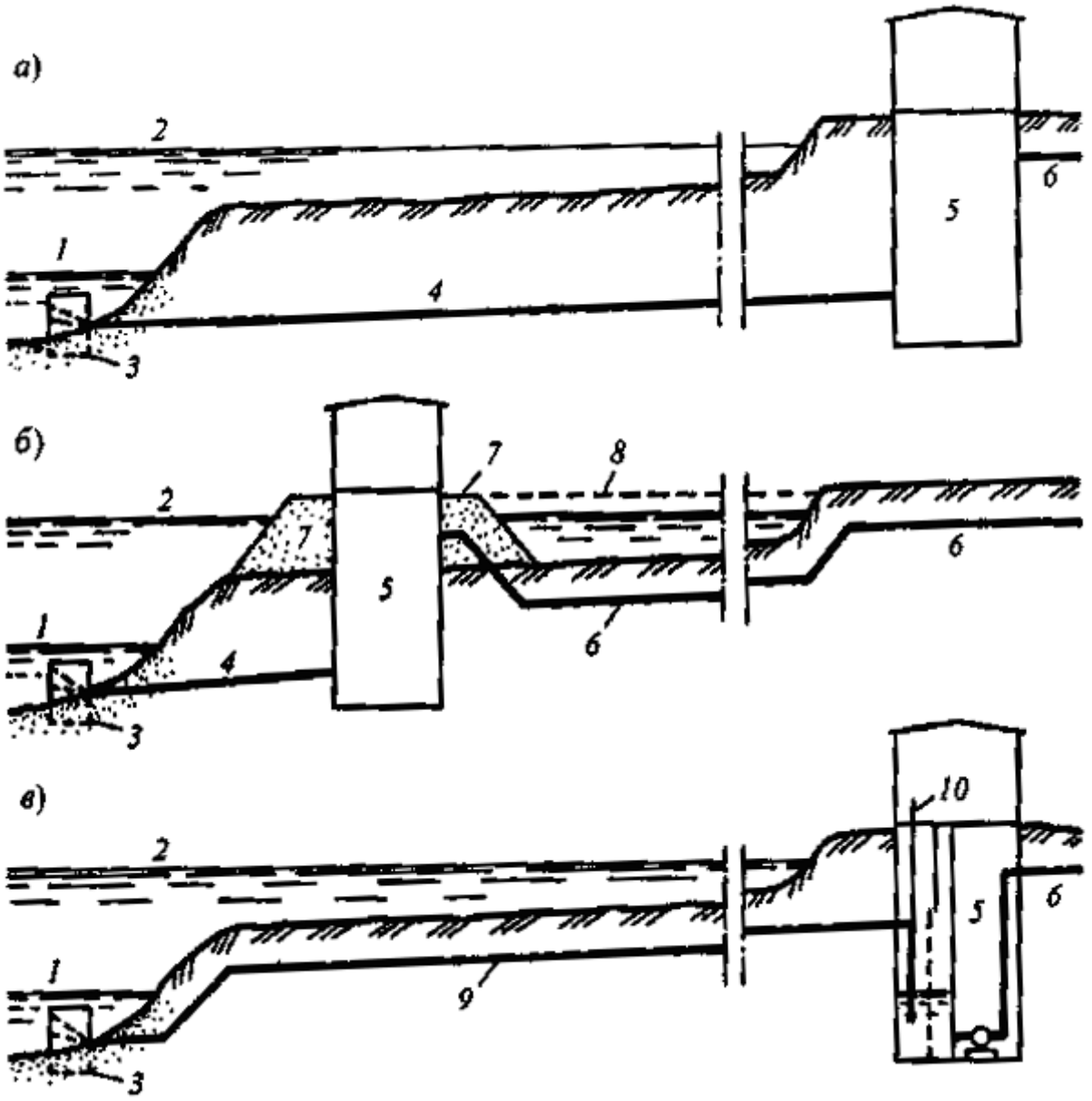

Рис. 2.36. Схемы водозаборных сооружений:
а – с самотечными водоводами; б – с расположением береговых сооружений водозабора на незатопляемом островке; в – с сифонными водоводами; 1 и 2 – уровни воды минимальный и максимальный соответственно; 3 – затопляемый водоприемник; 4 – самотечные водоводы; 5 – береговая насосная станция, совмещенная с сеточным помещением; 6– напорные водоводы; 7– островок, насыпанный на пойме; 8 – щебень дамбы; 9 – сифонный водовод; 10 – труба к вакуум-насосу

Водоприемник с береговыми сооружениями, располагаемыми на коренном берегу, можно соединить сифонными водоводами (рис. 2.36, *в*). Береговые

сооружения водозаборов (см. рис. 2.36) могут выполняться по схемам водозаборов раздельного или совмещенного типа. Сифонные водоводы допускается применять в водозаборах II и III категорий, а применение их в водозаборах I категории должно быть обосновано.

В отдельных случаях строительство берегового водозабора совмещенного типа ведут в котловане на некотором расстоянии от реки, а воду к сооружению подводят по каналу (рис. 2.37).

При заборе больших расходов воды из шугоносных рек применяют водоприемные ковши, поверхность воды в которых покрывается льдом на несколько дней ранее реки. Переохлаждение воды в ковше и образование внутриводного льда прекращаются, а шуга, поступающая с водой из реки, всплывает уже в начале ковша и частично расплавляется за счет притока глубинного тепла земли (рис. 2.38). В отдельных случаях ковши в составе водозаборных сооружений применяют для увеличения относительного отбора воды из реки.

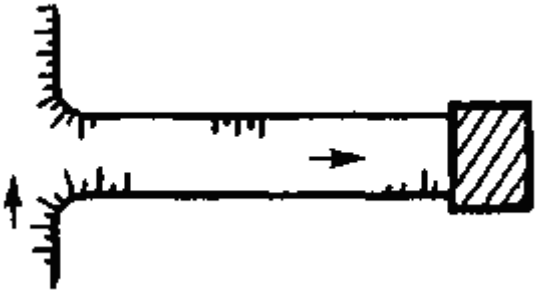

Рис. 2.37. Водозаборные сооружения с водоподводящим каналом

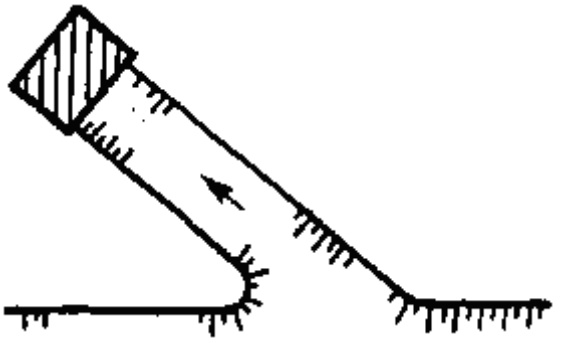

Рис. 2.38. Водозаборные сооружения с водоприемным ковшом

По опыту эксплуатации водозаборных сооружений считают, что при относительном водоотборе из реки $\alpha = Q_в / Q_{min} \leq 0{,}25$ (где $Q_в$ – расход воды, подаваемой водозабором, а Q_{min} – минимальный расход воды в реке) из русел равнинных рек возможен забор воды с помощью затопленных водоприемников. При $\alpha = 0{,}25 – 0{,}75$ надежный отбор воды возможен только из незашугованного открытого потока при особо благоприятной форме и состоянии русла. Чаще бывает необходимо строительство русловыправительных и руслорегулирующих сооружений.

Величина относительного водоотбора зависит от типа водоприемника, глубины воды при Q_{min} и ее уменьшении после отбора воды, особенностей русла и шуголедовых условий. При дебите водозабора, превышающем предельный относительный водоотбор, или при недостаточной глубине воды в реке в состав сооружений включают водоподъемную плотину либо в отдельных случаях водоприемный ковш.

Для обеспечения бесперебойной подачи воды предусматривают секционирование водозаборных сооружений. Минимальное число секций – две. Водозаборы малой и средней мощности (до 1 – 2 $м^3/с$) обычно устраивают двухсекционными. При большей мощности сооружений число секций может быть больше двух. В водозаборах большой мощности число секций может быть принято по числу насосов. Секционирование обязательно для водоприемников, самотечных водоводов, сеточных колодцев и водоприемно-сеточных отделений насосных станций (и желательно для насосных станций при амплитуде колебания уровней воды более 10 м). В табл. 5 приведены рекомендации по применению водозаборных сооружений различных типов.

Таблица 5

Водозаборные сооружения	**Область и условия применения**
С русловым водоприемником:	
- раздельного типа	Пологий берег; наличие пойменной террасы; отсутствие достаточных глубин у берега; нескальный грунт. Амплитуда колебаний уровней воды в реке до 6 – 8 м; допускаемая высота всасывания насосов – более 3 – 4 м; производительность водозабора до 1 $м^3/с$
- раздельного типа с сифонными водоводами	Большое заглубление самотечных водоводов на большой длине; неблагоприятные геологические и гидрогеологические условия для укладки самотечных водоводов
- совмещенного типа	Амплитуда колебаний уровней воды – более 6 м при производительности водозабора до 1 $м^3/с$; при производительности 1 – 6 $м^3/с$ – амплитуда любая
С береговым водоприемником:	
- раздельного типа	Наличие достаточных глубин в русле у берега; крутой берег; незагрязненность воды у берега. Амплитуда колебаний уровней воды в реке до 6 – 8 м; допускаемая высота всасывания насосов – более 3 – 4 м; производительность водозабора – до 1,5 $м^3/с$
- совмещенного типа	Амплитуда колебаний уровней воды – любая; производительность водозабора – любая; необходимость установки насосов под залив

- совмещенного типа с дополнительным русловым водоприемником	Загрязненность воды у берега в межень и относительно небольшая в половодье; амплитуда колебаний уровней воды в реке – любая; производительность водозабора – более 1 $м^3/с$

Глава 2.11. Водоприемники

Водоприемники классифицируют:

• по способу приема воды – открытые поверхностные, глубинные, донные, фильтрующие, инфильтрационные и комбинированные;

• по месту расположения – береговые и русловые;

• по конструктивным особенностям – ряжевые, свайные, трубчатые, бетонные, железобетонные, бетонные в металлическом кожухе, с вихревыми камерами и т.д.;

• по расположению относительно минимального и максимального уровней воды – затопленные, затопляемые и незатопляемые;

• по расположению водоприемных отверстий и направлению втекания в них воды – с горизонтальными, вертикальными или наклонными отверстиями, с лобовым, боковым, низовым, а также с односторонним, двухсторонним и круговым втеканием воды.

Русловые затопленные водоприемники (удаленные от берега) характеризуются тем, что их водоприемные отверстия практически недоступны для обслуживания в отдельные периоды года (ледоход, шугоход, шторм и др.) и труднодоступны в остальное время. Несмотря на их меньшую надежность, затопленные водоприемники находят широкое применение в практике водоснабжения, а необходимую бесперебойность приема воды обеспечивают за счет применения дополнительных мер.

Водоприемники незатопляемые с водоприемными отверстиями, всегда доступными для обслуживания, в большей степени могут обеспечить бесперебойность водоснабжения, но стоимость их существенно превышает стоимость затопленных. Особенно высокой стоимостью и сложностью строительства характеризуются русловые незатопляемые водоприемники (рис. 2.41). Вследствие расположения в русле реки они должны обладать достаточной прочностью и устойчивостью, чтобы выдержать статическое и динамическое давление льда; этим объясняется достаточно редкое их использование.

Гораздо чаще затопляемые водоприемники применяют в русловых водозаборах раздельной или совмещенной компоновки.

Затопленные водоприемники

Затопленные водоприемники (рис. 2.39) получили преимущество в практике проектирования. Верх водоприемника размещается на отметке не менее 0,2 м ниже минимальной отметки нижней поверхности льда.

Водоприемники с вихревой камерой, щелевые, раструбные позволяют обеспечить равномерность скоростей или удельных расходов по всей длине водоприемного фронта, улучшать условия селективного водоотбора, обратную промывку сороудерживающих решеток и фильтрующих элементов.

Затопляемые водоприемники могут располагаться у берега или в русле реки. Практика эксплуатации таких водоприемников показывает, что по своей надежности они близки к незатопляемым, так как лишь в отдельные непродолжительные периоды года (половодье, паводки) их водоприемные отверстия недоступны для обслуживания. Следует также учитывать, что в эти периоды осложнений с забором воды вследствие обмерзания сороудерживающих решеток не бывает. Различно ориентированные отверстия по-разному засоряются водорослями, сором, поверхностной и глубинной шугой, различно и поступление в отверстия донных наносов; по-разному происходит и промыв сороудерживающих решеток в водоприемных отверстиях.

Эффективность функционирования водоприемных отверстий зависит от расположения их относительно уровня воды и направления течения воды в реке, а также от скорости втекания воды в отверстие.

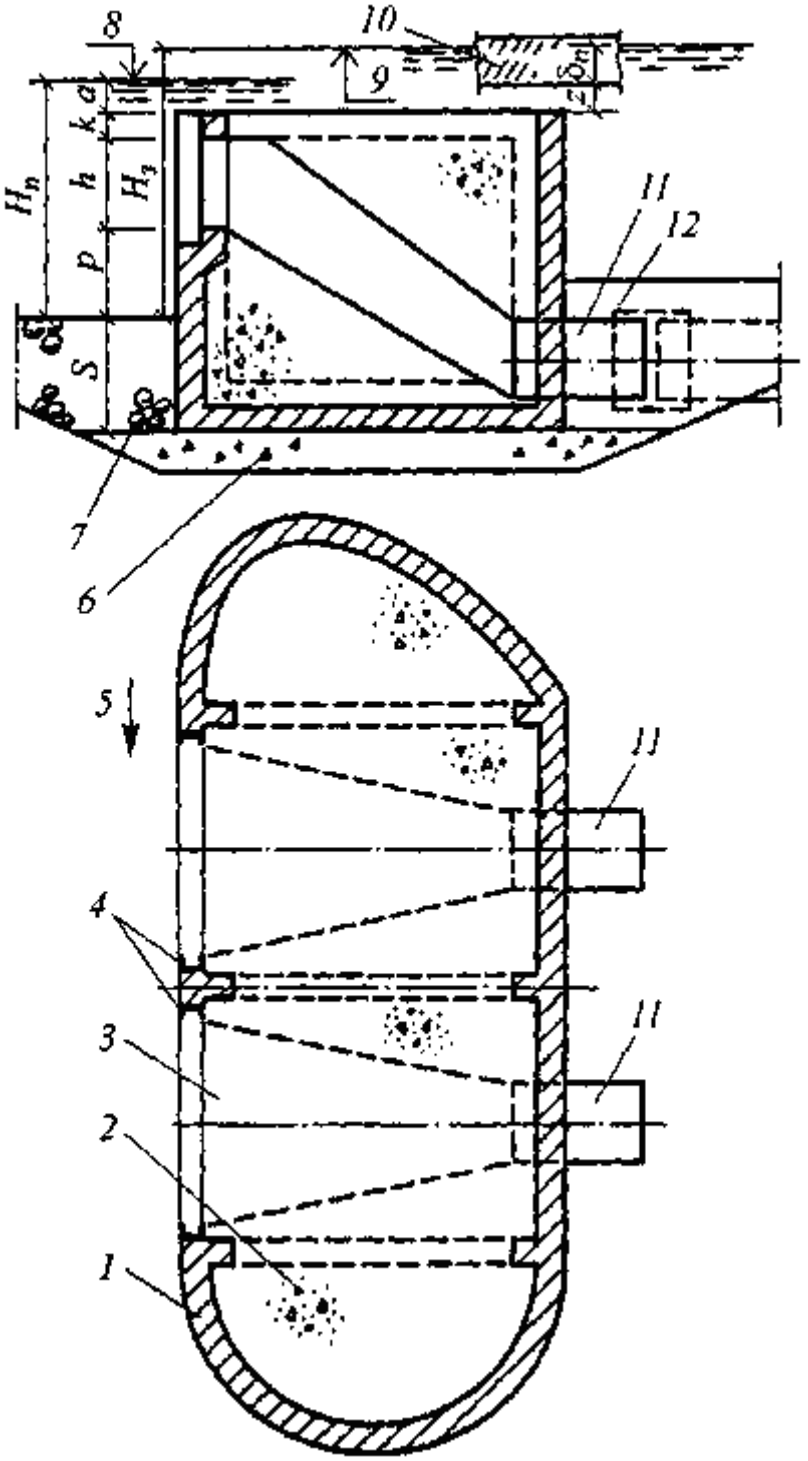

Рис. 2.39. Затопленный водоприемник:
1 – корпус; 2 – заполнение корпуса тощим бетоном; 3 – водоприемное отверстие; 4 – направляющие швеллера; 5 – направление течения воды в реке; 6 – щебеночная подготовка; 7–заполнение пазух строительного котлована наброской камней; 8 и 9 – минимальные уровни воды летний и зимний соответственно; 10 – лед; 11 – патрубок водоприемника; 12 – соединительная муфта

Горизонтальные отверстия могут располагаться на некоторой высоте над дном с втеканием воды в отверстие сверху вниз или снизу вверх, а при расположении отверстий у дна вода втекает только сверху вниз. В водоприемниках с горизонтальным расположением отверстий при втекании

воды сверху вниз труднее удаляется сор с решеток, возможно образование водоворотов с воронками над отверстием, вследствие чего в водоприемник будет поступать вода с сором из поверхностного слоя. При втекании воды снизу вверх вода поступает в основном из придонного слоя; задержанный на решетках сор легко удаляется при промывке. Донный прием воды (втекание воды сверху вниз в горизонтальные отверстия, расположенные на одном уровне с дном или с незначительным возвышением над ним) применяют вынужденно при очень малых глубинах воды в водоисточнике.

Водоприемники с отверстиями в ***вертикальной плоскости*** различаются по направлению втекания воды относительно направления течения воды в реке: с лобовым, низовым и боковым втеканием (приемом) воды. Лобовой прием воды применяют крайне редко из-за быстрого засорения сором, шугой и трудности промыва таких отверстий. Низовой прием воды с непромываемым порогом нежелателен вследствие отложения донных наносов у водоприемника и последующего их поступления в водоприемник, При низовом приеме воды в отверстия с промываемым порогом обеспечиваются благоприятные условия для транзитного движения по руслу шуги и наносов. Но при заборе сколько-нибудь значительных расходов воды сложнее выполняется условие наименьшего стеснения живого сечения речного потока, поэтому водоприемники с такими отверстиями применяют лишь при заборе относительно небольших расходов воды.

Наиболее часто применяют водоприемники с отверстиями в продольных стенках водоприемников, т.е. осуществляют ***боковой прием воды***. При этом сороудерживающие решетки располагаются параллельно направлению течения воды в реке. В этом случае при промыве решеток достаточно добиться отрыва и удаления на незначительное расстояние сора от решетки - сор будет подхвачен транзитным течением воды в реке. При определении размеров водоприемника следует учитывать, что водоприемник должен иметь обтекаемую форму и в наименьшей степени стеснять сечение потока реки во избежание возможного переформирования русла реки у водозаборных сооружений.

Водоприемники русловые затопленные применяют при пологих берегах, т.е. в тех случаях, когда необходимые для расположения водоприемника под уровнем воды глубины находятся на некотором (иногда значительном) расстоянии от уреза воды при минимальном ее уровне.

Минимальная глубина воды в реке для размещения водоприемника составит:

• для летнего периода, $H_л$, м:

$$H_л = p + h + k + \alpha,$$

где p – порог водоприемных отверстий (расстояние от дна реки до низа водоприемных отверстий), составляющий не менее 0,5 м; с учетом возможного отложения донных наносов у водоприемника и для уменьшения поступления воды из придонных слоев, имеющих большую мутность, обычно назначают р = 0,7 – 1,5 м;

h – высота водоприемного отверстия, м;

k – расстояние от верха водоприемника до водоприемного отверстия; k = 0,2 м (зависит от конструкции водоприемника);

a – расстояние от верха водоприемника до уровня воды или до ложбины (подошвы) волны при волнении (не менее 0,3 м) или до нижней поверхности льда (не менее 0,2 м);

• для зимнего периода, H_α, м:

$$H_\alpha = p + h + k + \alpha + \delta_n,$$

где δ_n – глубина погружения льда под уровень воды; $\delta_n = \delta(\rho_л/\rho_в)$;

δ – толщина льда;

$\rho_л$ и $\rho_в$ – плотность льда и воды, равные соответственно 0,9 и 1 т/м^3.

Заглубление водоприемника под дном реки должно быть не менее глубины возможного размыва дна.

При назначении величины заглубления водоприемника следует учитывать, что верх самотечного водовода должен быть заглублен под дно реки не менее чем на 0,5 м или должно быть предусмотрено крепление дна в этом месте.

Конструкция затопленного водоприемника определяется многими факторами, главные из которых: расход воды (пропускная способность водозабора), глубина воды (минимальная) в выбранном для расположения водоприемника месте и устойчивость русла; геологические и гидротермические (шуголедовые) условия; наличие в речном потоке сора, хвороста, топляков, карчей и т.п.; характеристика водохозяйственного использования реки – судоходство, лесосплав и т.д. Конструкцию водоприемника в значительной степени определяет и принятый способ его строительства.

подробнее…

<дополнение 3 - начало>

Деревянные ряжевые водоприемники применяют в богатых лесом районах. Зимой упрощаются работы при сборке ряжа на льду непосредственно над местом установки на дно реки на заранее подготовленное в котловане основание. Собранный ряж со встроенными в него уширениями самотечных

водоводов опускают в проектное положение путем загрузки клеток ряжа камнем.

На судоходных и лесосплавных реках ряжевые водоприемники часто разрушаются якорями и волокушами. Поэтому на таких реках предпочтение должно быть отдано бетонным водоприемникам в железобетонном или стальном корпусе, используемом как опалубка для подводного бетонирования. Корпус изготовляют тонкостенным на берегу, на стапеле со встроенными уширениями самотечных водоводов. После спуска его на катках на воду он в плавучем состоянии (с понтонами для увеличения плавучести или без них) транспортируется к месту установки. Затем его опускают на подготовленное основание путем затопления. Понтоны отсоединяют, и они всплывают после продувки их воздухом, а корпус заполняют бетоном методом подводного бетонирования. Патрубки водоприемника присоединяют муфтами к самотечным водоводам. Засыпку траншей самотечных водоводов и пазух котлована у водоприемника, а также крепление дна, защищающее водоприемник от подмыва речным потоком, выполняют подводными способами.

Водоприемник может быть двухсекционным и трехсекционным, а для водозаборов с большим числом самотечных водоводов водоприемник делают из двух и более частей, иначе он будет больших размеров, сложным для изготовления и опускания. Водоприемник в плане должен быть удобообтекаемой формы, исключающей отрыв струй потока от него, особенно у водоприемных отверстий. В месте отрыва струй образуются вихри и часть водоприемного отверстия выключается из работы. Двухсекционный водоприемник с двухсторонним втеканием воды имеет в плане удобообтекаемую форму, его корпус выполнен стальным сварным. Самотечные водоводы проходят через водоприемник и заглушены с внешней стороны. Заглушки могут быть сняты для очистки самотечных водоводов. К самотечным водоводам присоединены вертикальные стояки, заглушенные вверху.

Водоприемные отверстия размером 0,8х1,2 м по четыре в каждой секции расположены с обеих сторон водоприемника и соединены со стояками косыми сужающимися коробами. Втекание воды в отверстия запроектировано под благоприятным углом отвода 135° (аналогично расположение и стержней решетки). Форма коробов за отверстиями обеспечивает плавное движение воды с непрерывным увеличением скоростей течения. Для водозаборов пропускной способностью 1 – 1,5 $м^3/с$ и более применяют водоприемники с вихревыми камерами. Введение вихревой камеры в конструктивную схему водоприемника с несколькими водоприемными отверстиями обеспечивает равномерность втекания воды и подвода ее к отверстию при его промыве обратным током воды по всем водоприемным отверстиям.

Водоприемник, изображенный на рис. 2.40, рассчитан на забор 1 $м^3$/с воды со скоростями втекания в решетки 0,1 м/с для защиты молоди рыб от попадания в водоприемник и предотвращения закупорки решеток внутриводным льдом. Пять водоприемных отверстий расположены вдоль вихревой камеры, площадь которой увеличивается по направлению течения воды в ней. Втекание воды в камеру тангенциальное через продольную щель, вследствие чего поток воды в коллекторе, расположенном под водоприемными отверстиями, закручивается, совершая, кроме поступательного, и вращательное движение. Скорость течения воды в щели должна быть больше скорости течения в камере не менее чем в 1,15 раза. При указанном соотношении скоростей течения, поступающие в нее по ее длине расходы воды, оказываются практически постоянными. К недостатку водоприемника можно отнести некоторую сложность изготовления вихревой камеры пирамидальной формы.

Водоприемник с телескопической формой щелевой вихревой камеры рассчитан на расход воды до 0,75 $м^3$/с при скорости ее втекания около 0,1 м/с. Водоприемник односекционный; для двухсекционного водозабора вторая секция водоприемника изготовляется зеркально отображенной, а секции в реке располагаются впритык.

Затопляемый водоприемник, затапливается лишь при паводках и половодных расходах воды в реке, что позволяет большую часть года обслуживать рыбозащитные сетки в водоприемных отверстиях. Водоприемник изготовлен железобетонным и в готовом виде установлен на подготовленное основание под воду. Водоприемник встроен в шпунтовый ряд из железобетонных свай, ограждающих площадку обслуживания.

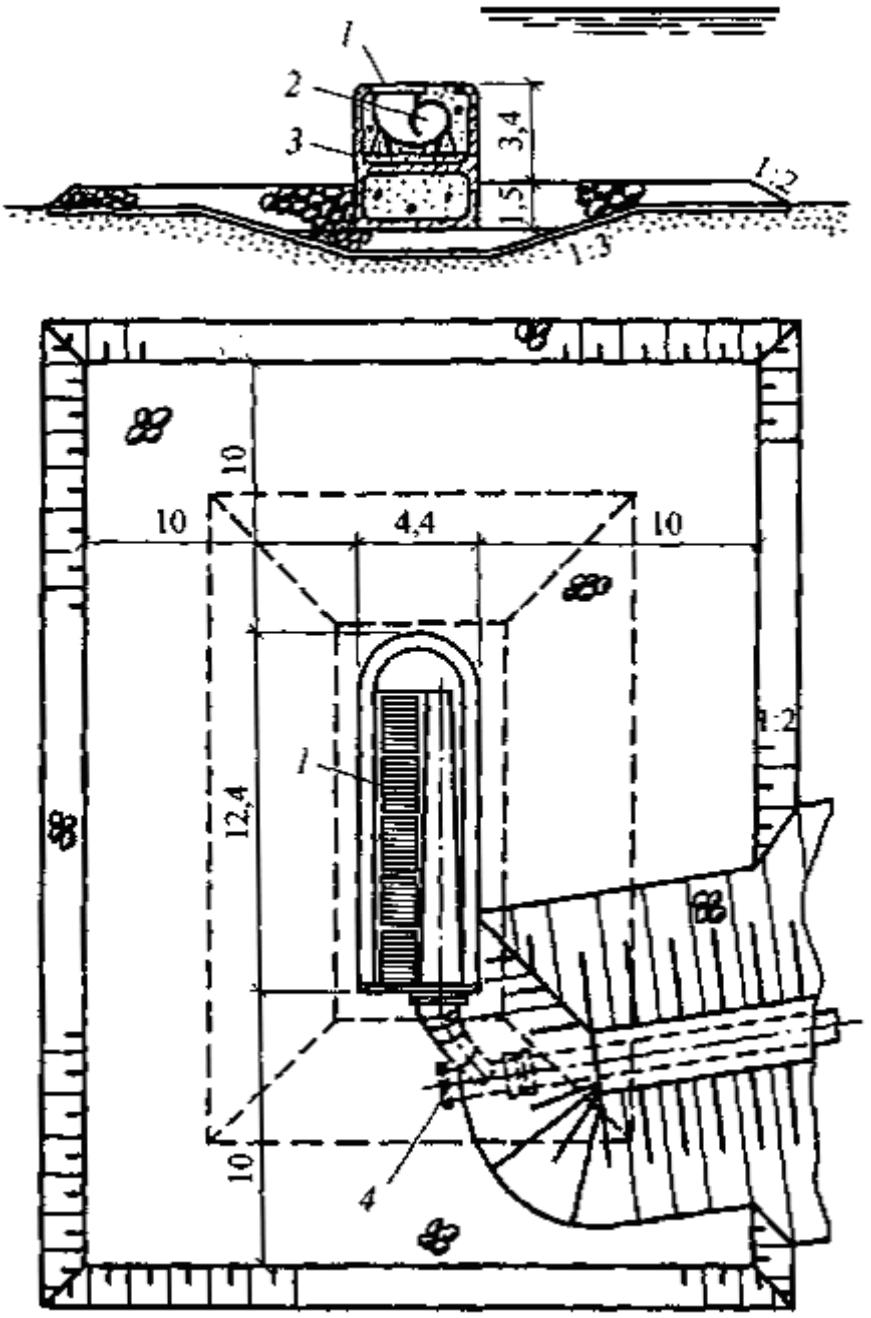

Рис. 2.40. Затопленный водоприемник с вихревой камерой:
1 – водоприемные отверстия; 2 – вихревая камера (водосборный коллектор); 3 – корпус железобетонный; 4 – ответвление на самотечном водоводе на случай его очистки

<дополнение 3 - конец>

Для повышения надежности русловых водоприемных сооружений затопляемые водоприемники дублируют или применяют незатапливаемые оголовки (см. рис. 2.41).

Водоприемное отверстие для уменьшения размеров плоских рыбозащитных сеток разделено промежуточной стенкой на две части с размерами 1,2х1,3 м. Промыв сеток предусмотрен без подъема их из воды

обратным током воды по самотечным водоводам. Возможна замена сеток на решетки на зимний период.

По самотечным водоводам вода поступает из водоприемника в береговой сеточный колодец или в сеточное отделение насосной станции, совмещенной с береговым колодцем.

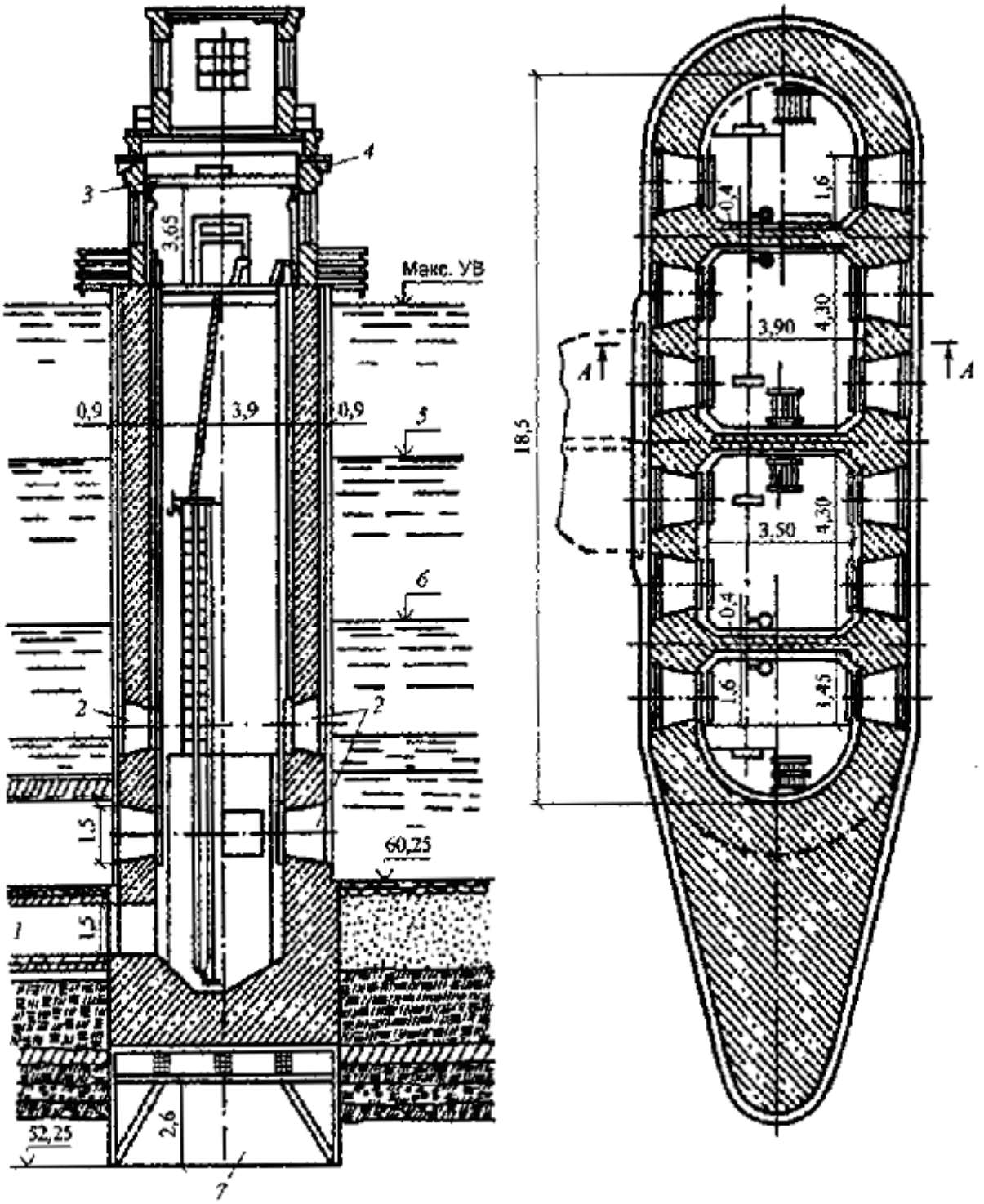

Рис. 2.41. Незатопляемый водоприемник:
1 – самотечная галерея; 2 – водоприемные отверстия; 3 – кран мостовой; 4 – кошка с талью; 5 и 6 – максимальный и минимальный уровни ледохода; 7 – заполнение бетоном после опускания кессона

Всасывающие водоводы соединяют береговой сеточный колодец с насосной станцией, а самотечно-всасывающие – водоприемник с насосной станцией. Сифонные (самотечно-сифонные) водоводы соединяют водоприемник с сеточным отделением насосной станции, совмещенной с береговым колодцем.

Строительство самотечных водоводов осуществляется или в открытом котловане, или спуском в траншеи под воду, а на участках примыкания к подземной части береговых колодцев и насосных станций, выполняемых опускным способом, методами бестраншейной прокладки. Самотечные, всасывающие и сифонные водоводы выполняют, как правило, из стальных труб. СНиП допускает также применение железобетонных и пластмассовых труб.

Самотечные водоводы должны укладываться в плане и в вертикальной плоскости без резких поворотов, вызывающих отложение наносов, сора и шуги и затрудняющих промыв и очистку водоводов. Прокладка водоводов с уклоном или без уклона практически не влияет на характер движения в водоводе наносов (при промыве или заборе воды). Поэтому высотное положение водоводов определяется необходимостью их заглубления в пределах русла под дно для защиты от подмыва речным потоком и повреждения якорями судов и плотов на судоходных реках – на 0,8 – 1,5 м (с учетом возможного размыва и дноуглубления), а на несудоходных – на 0,5 м (или обсыпкой грунтом с соответствующим укреплением его от размыва). При этом учитывается возможность уменьшения объемов земляных работ. Достаточно часто самотечные водоводы прокладывают с некоторым подъемом в сторону береговых сооружений водозабора.

подробнее…

<дополнение 4 - начало>

Высотное положение самотечных водоводов назначают с таким расчетом, чтобы водовод располагался не менее чем на 0,5 м ниже пьезометрической линии. Высотное положение всасывающих водоводов определяется допускаемой высотой всасывания насосов. Водоводы выполняют из стальных труб со сварными соединениями и прокладывают с подъемом в сторону насосной станции (уклон не менее 0,001). Всасывающие водоводы желательно делать для каждого насоса и, по возможности, более короткими.

Сифонные водоводы для сбора и откачки воздуха прокладывают с постоянным подъемом в сторону насосной станции (уклон не менее 0,001). Высотное положение сифонных водоводов назначают исходя из обеспечения их работы при минимальном расчетном уровне воды в водоисточнике и максимальном расходе воды в водоводе. Для этого необходимо выполнение условия:

$$P_{вак}/\rho g < P_{ат}/\rho g - P_{н.п.}/\rho g,$$

где $P_{вак}$ – вакуумметрическое давление в наивысшем месте водовода;

$P_{ат}$ – давление атмосферного воздуха, зависящее от высоты расположения местности над уровнем моря $H_{у.м.}$:

$H_{у.\,м}$, м	0	100	200	300	400	500	600	800	1000	1500	2000
$P_{ат}/\rho g$	11,3	10,2	10,1	9,9	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	8,6	8,4

$P_{н.п}$ – давление насыщенных паров воды, зависящее от ее расчетной температуры $t_р$:

$t_р$ °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$P_{ат}/\rho g$	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	2,02	3,17	4,82	7,14	10,3

Приведенную высоту вакуумметрического давления в некотором сечении водовода находят по формуле:

$$H_{вак} = H_{гвс} + h_{вс} + v^2/2g,$$

где $H_{гвс}$ – высота расположения водовода в этом сечении над минимальным уровнем воды в реке, м;

$h_{вс}$ – сумма потерь напора в водоводе от начального до расчетного сечения, м;

v – скорость течения воды в расчетном сечении, м/с.

При проектировании сифонных водоводов следует также учитывать характеристику вакуум-насосов, предназначенных для откачки воздуха при зарядке и эксплуатации водоводов. Вакуум-насосы типа ВВН создают вакуум до 85 – 95 % атмосферного давления (в зависимости от марки и подачи насоса). Глубину заложения труб, считая до низа, берут на 0,5 м больше расчетной глубины проникновения в грунт нулевой температуры. Самотечные и сифонные водоводы из стальных труб устраивают с оклеечной противокоррозионной изоляцией с защитой ее деревянными рейками; весьма целесообразно покрытие внутренней поверхности труб цементным или иным покрытием (в зависимости от коррозионных свойств воды).

Траншея, в которой уложены самотечные водоводы, сверху должна быть укреплена наброской камня, укладываемого по стальной сетке с щебеночной или гравийной подготовкой, и железобетонными плитами, связанными в тюфяк по щебеночному обратному фильтру.

Самотечные водоводы в береговые колодцы следует вводить через сальники. Самотечные, сифонные и всасывающие водоводы оборудуют

задвижками или дисковыми затворами для отключения берегового сеточного колодца или насоса от реки при высоких уровнях вод в ней.

<дополнение 4 - конец>

Промыв самотечных и сифонных водоводов от наносов предусматривают независимо от того, что их диаметр определяют в расчете на незаиляющую скорость течения воды в них. Промыв водоводов от наносов осуществляют прямым и обратным током воды. При промыве самотечного водовода прямым током воды отключают один водовод (в двухсекционном водозаборе) и по второму пропускают весь потребный расход воды. Осадок из водовода при этом поступает с водой в береговой колодец, Такой же режим желателен в паводки и половодья при высокой мутности воды в реке.

Возможно применение гидропневматического промыва, который осуществляют подачей сжатого воздуха в поток воды и который эффективен при наличии заиления и коррозионных отложений. Для гидропневматического промыва можно использовать передвижной компрессор, шланг от которого присоединяют к патрубку в верхней части вакуум-стояка для импульсного промыва.

В отдельных случаях водоводы можно очищать протаскиванием через них совков и рыхлителей.

Глава 2.12. Береговые сеточные колодцы

Береговые колодцы предназначены для размещения в них водоочистных сеток. Так как сетки располагают ниже минимального уровня воды, то сеточное здание оказывается заглубленным. Строительство его при нескальных грунтах в большинстве случаев осуществляют методом опускного колодца. В связи с этим и само сеточное здание именуют колодцем – береговым сеточным колодцем.

Береговые колодцы следует располагать на незатопляемых отметках берега. Для сокращения протяженности самотечных водоводов на участке с наибольшей глубиной их заложения береговой колодец можно расположить на пологом берегу в месте, затапливаемом в половодье на 1 – 3 м. При этом предусматривают обсыпку его грунтом до отметки, превышающей высоту наката волны при расчетном максимальном уровне воды не менее чем на 0,5 м. При отсутствии волнения отметку планировку площадки у берегового колодца принимают на 0,5 м выше максимального уровня воды расчетной обеспеченности, а площадки у насосной станции – выше на 0,7 м.

Водоочистные сетки предохраняют насосы от крупного сора, что значительно повышает надежность подачи воды насосами. Поэтому применение берегового колодца, оборудованного водоочистными сетками, в

составе водозаборных сооружений I и II категорий обязательно. Для береговых колодцев наиболее часто применяют ***плоские*** съемные водоочистные сетки. Недопустима замена съемных сеток приемными сетками или приемными клапанами на концах всасывающих водоводов, так как из-за сложности их очистки возможны перерывы в подаче воды потребителю.

Для очистки съемных сеток от сора должны быть предусмотрены промывные устройства с подводом воды от напорных водоводов насосной станции, а для подъема сеток – подъемно-транспортные механизмы. Промыв сеток может производиться струей воды из брандспойта над специальным лотком с экраном. Следует предусмотреть устройства для отвода промывной воды и сора из колодца в реку или местную систему водоотведения. Процессы взмучивания и удаления осадка из приямков (в днище колодца) необходимо механизировать.

Размеры берегового колодца зависят от целесообразного размещения перечисленного выше технологического оборудования; кроме того, в колодце следует размещать указатели уровней воды (в реке; перед сетками и после сеток), а также лестницы для спуска в колодец.

Двухсекционный железобетонный круглый в плане береговой сеточный колодец (рис. 2.42) имеет наземный павильон прямоугольной в плане формы. Объем воды в каждой секции колодца при минимальном расчетном ее уровне в колодце должен быть определен из условий запуска насоса и совместной работы самотечных и всасывающих водоводов и берегового колодца и не должен быть менее 30-35-кратного секундного расхода воды, забираемого насосами из секции.

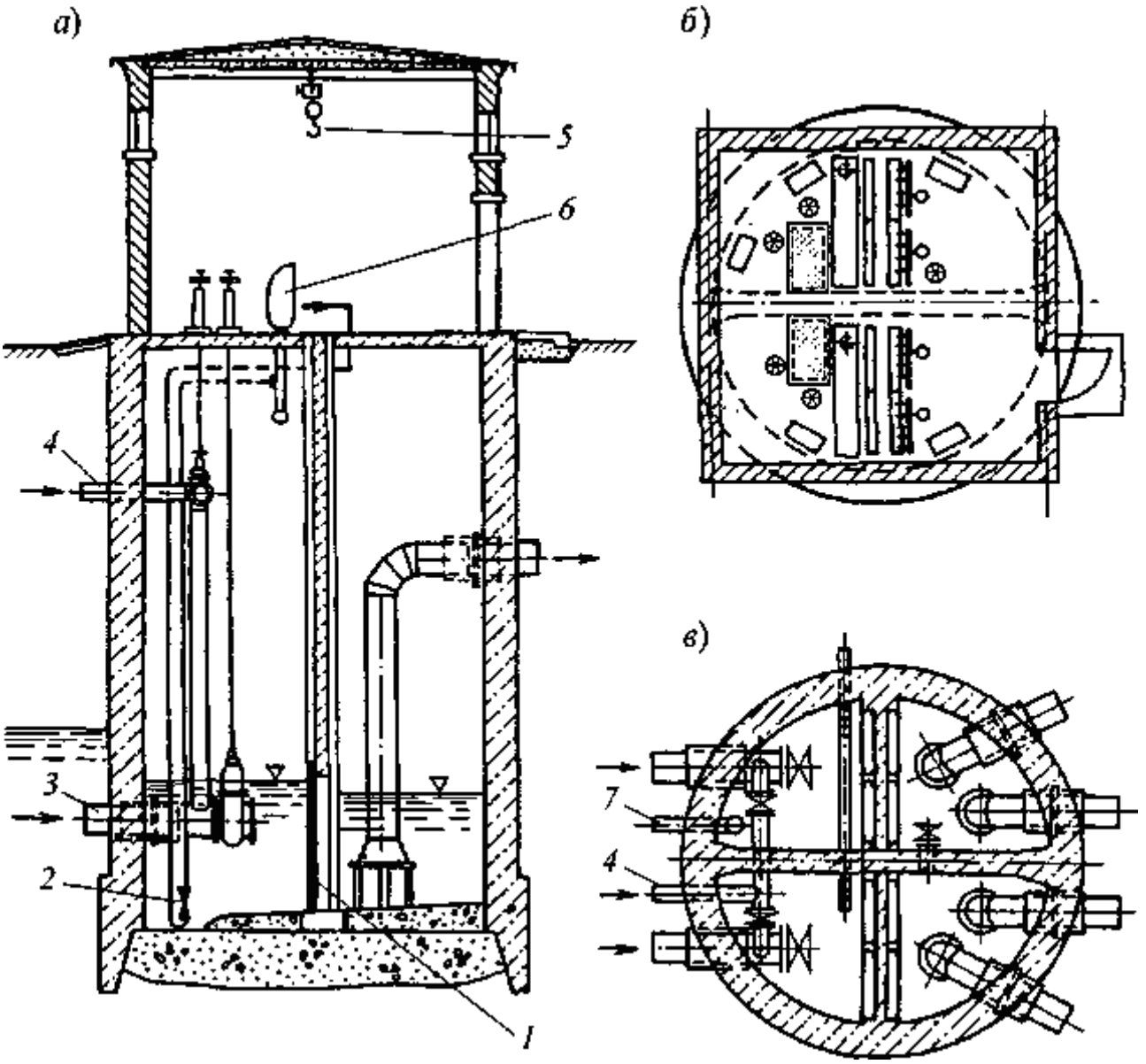

Рис. 2.42. Береговой сеточный колодец:
а – разрез; б – план наземного павильона; в – план подземной части; 1 – сетка плоская; 2 – эжектор; 3 – самотечный водовод; 4 – подвод воды для промыва сеток и самотечных водоводов; 5 – кошка с подъемным механизмом; 6 -- ванна с экраном для промыва сеток; 7 – подвод воды из реки к самописцу уровней воды

Минимальный уровень воды в береговом колодце определяют гидравлическим расчетом при минимальном уровне воды в водоисточнике, выключении одной из секций водоприемника и других возможных неблагоприятных условиях (засорение решеток, обрастание водоводов и др.).

Отметку днища берегового колодца определяют из условия расположения под минимальным расчетным уровнем воды в колодце водоочистных сеток необходимой площади. Вместе с этим высота слоя воды в береговом колодце должна быть достаточной для расположения под минимальным расчетным уровнем воды приемных воронок всасывающих водоводов. Вертикальные всасывающие водоводы диаметром d с приемными воронками диаметром D = (1,3 – 2)d и длиной l = (1,3 – 1,8)·(D – d) должны иметь заглубление входного

отверстия не менее (1,5 – 2)D с расстоянием от отверстия до дна не менее 0,8D (см. рис. 2.43).

Верх водоочистных сеток целесообразно располагать в колодце значительно выше минимального уровня воды, например, на уровне высокой межени, для того, чтобы большую часть года процеживание воды через сетку происходило с меньшими скоростями течения воды в ячейках сетки. Такое решение позволяет обеспечить не только более высокое качество очистки воды на сетках, но и повышает надежность действия сеток в случае поступления шуги через водоприемник и водоводы в береговой колодец.

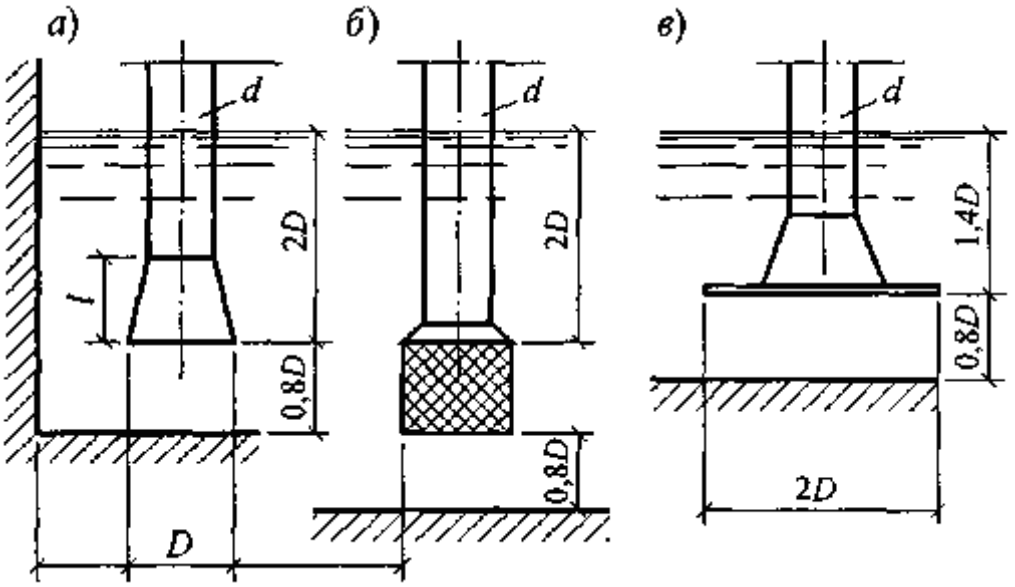

Рис. 2.43. Заглубление всасывающих водоводов, оборудованных воронками (а), приемными сетками (б) и воронкой с диафрагмой (в)

Для ***водозаборов совмещенного типа*** предпочтительнее применение артезианских насосов и насосов с вертикальным валом. Но ввиду ограниченности типоразмеров первых и большой подачи вторых значительно чаще применяют насосы с горизонтальным валом. Водозаборные сооружения совмещенного типа устраивают с плоскими или чаще с вращающимися водоочистными сетками. Компоновка сооружений определяется типом вращающихся сеток и числом насосных агрегатов. При числе насосов 3 – 5 часто принимают круглую в плане форму сооружения в расчете на строительство методом опускного колодца (реже – кессона). Часто водозаборы, оборудованные вращающимися сетками с лобовым подводом воды, построены по схеме, когда насосное помещение подковообразной формы в плане расположено вокруг сеточного отделения. Береговые водозаборные сооружения с аналогичной компоновкой водоприемно-сеточных отделений обеспечивают бесперебойный забор воды при интенсивном шугоходе на реке и поступлении шуги в водозабор при непрерывном промыве вращающихся сеток, часть звеньев которых имеет ковшеобразную форму.

Нежелательно располагать водозабор в плесе ниже незамерзающего зимой переката либо следует предусматривать с целью ликвидации полыньи ее покрытие хворостяным плетнем, соломенными матами и пр. Не допускается размещать водоприемники в зоне движения судов и плотов, в местах зимовки и нереста рыб, скопления плавника и водорослей, возникновения зажоров и заторов, в зоне.

Вопросы для самопроверки к главе 2.12:
1. Классификация сооружений для забора поверхностных вод.
2. Конструкции и устройства водозаборов: береговых, русловых.
3. Виды водоприемных устройств.
4. Выбор места расположения водозаборных сооружений.

Глава 2.13. Гидравлический расчет водозаборных сооружений

Производительность водозаборных сооружений рассчитывается по формуле:

$$Q_{вод} = \alpha Q_{ср.сут} \cdot K_{сут}^{мах},$$

где $Q_{ср.сут}$ – среднесуточный расход воды в городе, м^3/сут;
$K_{сут}^{мах}$ = 1,1 – 1,3 – максимальный коэффициент суточной неравномерности;
α = 1,01 – 1,08 –коэффициент, учитывающий расход воды на собственные нужды водозаборных и очистных сооружений**.**

Геометрические размеры элементов водозабора определяются из расчета пропуска максимального расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды применительно к нормальным условиям работы, а потери напора – применительно к особым условиям.

При особых условиях одна из секций водозабора предполагается выключенной, а его производительность принимается: для 1 категории – 100 %, для 2 и 3 – 70 %.

Общая площадь водоприемных отверстий рассчитывается по формуле:

$$\Omega_{вх} = 1{,}25 \cdot K_{ст} \cdot Q_{вод} / v_{вт},$$

где $K_{ст}$ – коэффициент, учитывающий стеснение отверстий;
1,25 – коэффициент, учитывающий засорение отверстий;
$v_{вт}$ = 0,1 – 1,3 – скорость втекания воды в водоприемное отверстие (см. п.5.94 СНиП 2.04.02-84*), м/с.

Скорости втекания воды в водоприемные отверстия систем хозяйственно-питьевого водоснабжения определяются с учетом нормативных требований по рыбозащите:

• в водотоках со скоростями течения свыше 0,4 м/с допустимая скорость втекания $v_{вт}$ = 0,25 м/с;

• менее 0,4 м/с – $v_{вт}$ = 0,1 м/с; для очень тяжелых условий – $v_{вт}$ = 0,06 м/с

Допустимые скорости втекания воды в водоприемные окна без учета требований рыбозащиты следует принимать для средних и тяжелых условий забора воды соответственно:

• в береговые незатопленные водоприемники – 0,6 – 0,2 м/с;

• в затопленные водоприемники – 0,3 – 0,1 м/с.

Чтобы в водоприемное отверстие потоком воды не затянуло мальков и мелких рыб, на входные окна устанавливаются фильтрующие элементы – сетки или фильтрующие кассеты:

• для фильтрующих кассет:

$K_{ст} = 1 / P_ф$,

где $P_ф$ – пористость загрузки фильтра, ($P_ф$ = 0,25 – 0,5);

• для сеток

$$K_{ст} = \left(\frac{\alpha_{ст} + c_{ст}}{\alpha_{ст}} \right)^2,$$

• для решеток

$$K_{ст} = \frac{\alpha_{ст} + c_{ст}}{\alpha_{ст}},$$

где $c_{ст}$ – расстояние между стержнями в свету, см;

$a_{ст}$ – толщина стержней, см.

Расчет затопленного водоприемника

Для сооружений I категории количество водоприемников (оголовков) принимается не меньше двух.

Длина коллектора (вихревой телескопической камеры) принимается из расчета L = 6…10 $D_{мак}$, где $D_{мак}$ – максимальный поперечный размер коллектора вихревой камеры.

Сечения коллектора вихревой камеры принимаются по условию:

- скорость v_1 движения воды в коллекторе предусматривается неизменной и не меньше 0,75 м/с;

- наибольший диаметр коллектора $D_{мак}$ равен диаметру водовода.

Диаметр водовода (самотечного, сифонного, самечно-всасывающего) от каждого из m оголовков назначается по пропускной способности водовода $q_1 = Q_{вод}/m$, при $0,7 \le v \le 2$ м/с (п.5.99 СНиП 2.04.02-84).

Скорость v ***движения воды в водоводе*** должна быть достаточной для предотвращения выпадения мелких наносов в количестве ρ, кг/м^3, т.е:

$$\rho \le 0,11\left(1-\frac{G}{u}\right)^{4,3}\left(\frac{v^3}{q \cdot G \cdot D}\right),$$

где ρ – мутность воды в реке; для легких условий забора воды $\rho < 0,5$ кг/м^3;
G – гидравлическая мутность взвеси, м/с;
U – скорость выпадения взвеси, $U = \frac{\sqrt{g}}{C}$;
C – коэффициент в формуле Шези, для цементного покрытия $C = 72,2$ м^{0,5}/с;
$g = 9,81$ м/с^2.

Потери напора в водоводе при аварийном режиме определяют по формуле:

$$h = i \cdot L_{вод} \cdot 1,2,$$

где 1,2 – коэффициент, учитывающий потери напора на местные сопротивления по длине.

Проверка на возможность смыва со дна трубопровода песчаных частиц. Кроме мелких частиц в водовод могут попадать и более крупные частицы, которые осаждаются в трубопроводе. Поэтому водовод промывается. Чем больше наносов, тем больше требуется скорость движения промывной воды. Эта скорость оценивается по формуле:

$$v_{пр} \ge A\,(d \cdot D)^{0,25},$$

где А = 5 – 10 коэффициент, определяющий эффективность промывки;
d – средневзвешенный диаметр песка (наносов), мм.

Водоводы могут промываться прямым током воды из реки и обратным током воды от насосной станции.

Для обеспечения смыва наносов в водоводе меньшим расходом воды проектом предусматривается ***импульсная промывка***. После импульсной промывки самотечного водовода вода из напорных водоводов насосной станции 1 подъема в сутки минимального водопотребления будет подаваться вновь в самотечный водовод.

Во время промывки одного водовода, другой работает. Нагрузка на работающий водовод составит в сутки минимального водопотребления:

$$Q_{ав} = K_{сут}^{мах} \cdot 0,7 \cdot Q_{вод} + Q_{пр},$$

где $K_{сут}^{мах}$ – коэффициент неравномерности в сутки минимального водопотребления.

$Q_{пр}$ – расход воды на промывку водовода, м^3/сут.

Прямая промывка водоводов была бы возможна, если бы емкость приемного колодца была достаточна для приема всей промывной воды. Поэтому необходимо проверить условие:

$$W_{кол} = T_{пр} \cdot Q_{пр}$$

Время промывки $T_{пр}$ водовода, при условии мгновенного насыщения потока:

$$T_{пр} = \frac{\gamma \cdot W_{нан}}{(\rho_{пр} - \rho) Q_{пр}},$$

где γ – объемный вес песка, 1700 кг/м^3;

$W_{нан}$ – объем наносов, м^3;

$\rho_{пр}$ – предельная мутность воды в потоке, перемещаемой промывной водой, кг/м^3.

Вопросы для самопроверки к главе 2.13:

1. Определение производительности водозабора.

2. Расчет водоприемных сооружений, водоводов.

3. Условия незаиляемости водоводов.

Глава 2.14. Водозаборные сооружения с водоприемными ковшами

Водоприемным ковшом называют специально обустроенный залив (канал), предназначенный для уменьшения скорости течения воды в нем, в конце которого располагают береговое водозаборное сооружение, как правило, совмещенного типа (рис. 2.44).

Водоприемные ковши предназначены для защиты водозабора от шуголедовых помех при заборе больших расходов воды из рек с тяжелыми шуголедовыми условиями. Ковш может также применяться для увеличения относительного водоотбора из реки, создания необходимых глубин у места

приема воды и предварительного частичного осветления воды от взвешенных наносов.

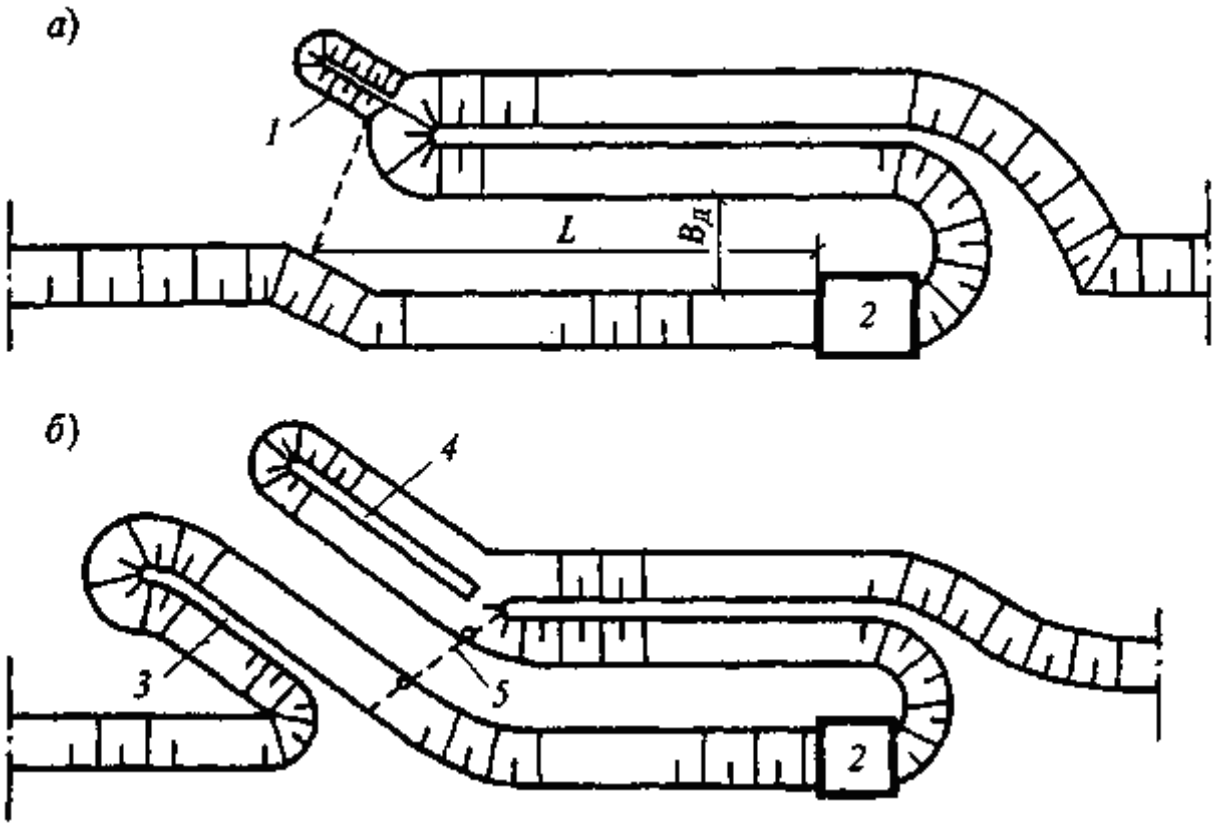

Рис. 2.44. Водоприемный ковш
а – с наносозащитной шпорой; б – с самопромывающимся входом; 1 – наносозашитная шпора; 2 – насосная станция; 3 – низовая дамба незатопляемая; 4 – верховая дамба, затопляемая в половодья; 5 – регулятор

Ковши бывают полностью или частично выдвинутыми в русло или заглубленными в берег, их различают по направлению втекания воды и по конструктивным особенностям (с самопромывающимся входом, с регулятором, со струенаправляющей стенкой и другими устройствами). Ковш следует располагать на устойчивом, желательно однорусловом глубоководном участке реки, где не наблюдаются русловые или береговые шугозажоры.

Вследствие малых скоростей течения воды в ковше (5 – 15 см/с) ледяной покров в ковше образуется на 2 –3 сут ранее, чем в реке. Ледяной покров существенно уменьшает отдачу теплоты в атмосферу с поверхности воды и обеспечивает поддержание нулевой температуры воды на границе ее контакта с нижней поверхностью льда в ковше. Вследствие этого поступающая из реки в ковш переохлажденная вода с включениями кристаллов льда теряет переохлаждение за счет выделяющейся теплоты кристаллизации, а кристаллы льда всплывают к поверхности. Поверхностная шуга не должна поступать в ковш, так как его объем не рассчитан для отстаивания и накопления поверхностной шуги. У ковша должны быть обеспечены условия для транзита

шуги по руслу, чтобы входная часть ковша не оказалась изолированной от реки шугозажором.

Водоприемный ковш, с низовым входом частично выдвинутый в русло реки (рис. 2.44, *а*) применяют на реках, для которых не характерны образование шугозажоров или особо тяжелые условия весеннего ледохода.

К головной части незаливаемой речной дамбы 1 примыкает заливаемая в половодье верховая шпора 2, расположенная под углом около 135° к направлению течения воды в реке. Переливающийся через гребень шпоры слой воды формирует винтовое течение воды в этом месте, размывающее отложение наносов у входа в ковш, Гребень шпоры не должен затапливаться в периоды шугохода.

Водоприемный ковш на рис. 2.44, *б* предназначен для поддержания у входа в него увеличенной глубины воды. В этом ковше к незаливаемой верховой дамбе примыкает затапливаемая в половодье дамба 4, формирующая винтовое течение на участке ковша между этой дамбой и незатопляемой низовой дамбой 3.

Гидравлические расчеты ковшей изложены в трудах А.С. Образовского. Расчетами определяют основные размеры ковша; при этом длину ковша находят из условия отстаивания в ковше ледяной взвеси, а скорость течения воды в ковше (5 – 15 см/с) – в зависимости от скорости течения воды на расположенном выше перекате (0,6 – 1,5 м/с). Сечение ковша и ширину его по дну определяют по скорости течения воды в нем при минимальном уровне воды в период шугохода с учетом льда и наносов в ковше; при этом ширина ковша не должна быть менее ширины (5 – 8 м), обеспечивающей передвижение по ковшу земснаряда для очистки ковша от наносов. Ширину гребней дамб принимают 4 – 5 м, ширину берм 1,5 – 2 м, если они не предназначены для проезда машин и экскаваторов.

подробнее…

<дополнение 5 - начало>

На шугоносных реках с достаточными глубинами отбор расходов воды до 2-3 м^3/с возможен с использованием русловых затопленных водоприемников; с недостаточными глубинами применяют ковши при Q > 0,5 м^3/с. При этом следует учитывать, что в периоды минимального стока относительный водоотбор в ковш из открытого русла может быть в 2-3 раза больше, чем в водоприемники других типов. При заборе в ковш больших расходов воды желателен подвод к ковшу отработавшей теплой воды. Проектированию водоприемных ковшей часто предшествует проведение гидравлических исследований на моделях.

Водоприемный ковш необходимо своевременно освобождать от отлагающихся в нем наносов. Ковш не должен изменять режим речного потока.

Устройство ковшей специально для отстаивания взвешенных наносов в отдельных случаях целесообразно, но требует особых обоснований.

Ковш следует располагать ниже слияния проток.

На шугоносных реках надежная защита водозабора от шуги достигается в результате применения ковша с низовым входом, частично или полностью выдвинутым в русло реки

Можно различать два основных характерных режима отбора – режим деления и режим водообмена.

Режим деления возникает при относительно больших количеств воды. При этом в реке ниже места отбора воды глубины и скорости течения уменьшаются, т.е. в русле реки образуется кривая спада.

Режим водообмена возникает при отборе из реки относительно малых количеств воды (по сравнению с расходом воды в реке). При этом режиме на входе в ковш образуется система водоворотов, занимающих большую часть его ширины. Значительная часть воды, входящей в ковш, выходит из него обратно в русло реки. Создается застойная зона, в которой происходит как всплывание шуги, так и выпадение взвеси. Это обеспечивает защиту ковша от занесения в него наносов и шуги.

Интенсивность водообмена зависит от угла φ, образуемого осью ковша с направлением течения реки; она будет тем больше, чем меньше уголφ.

В качестве численного критерия для определения режима отбора Образовским предложено использовать величину отношения

$M=\vartheta/\vartheta_р$,

где ϑ - средняя скорость движения воды в ковше;

$\vartheta_р$ – скорость течения воды в реке

Для ковшей, врезанных в берег при угле $\varphi=135^o$, - режим водообмена при $M\leq0.44$

Режим деления при угле $\varphi=135^o$, - $M\geq0.132$

Гидравлический расчет ковша заключается в определении его основных размеров по заданному количеству забираемой воды $Q_в$

При заданном заложении откосов ширину водоприемного ковша по дну находят по формуле

$B_д = Q_в / (h_ж\vartheta_к - m (2h_{н+} h_ж)$

$B_д$ - принимается не меньше (5-8) м, необходимой для прохода снаряда для очистки ковша.

Полную длину водоприемного ковша, заглубленного в берег, вычисляют по формуле

$L= l_в +l_ш+l_р$

где $l_в$ – длина входной части ковша, охватываемой водоворотом на входе в засоряющейся шугой еще в начале шугохода

$l_ш$ – длина участка ковша, на котором откладываются взвесь и шуга

$l_р$ – длина рабочей части ковша, на которой всплывает все скопления кристаллов льда, имеющих гидравлическую крупность $\omega_ш \geq 0.015\text{-}0.02$ м/с

Длину входной части $l_в$ водоприемного ковша приближенно определяют по формуле

$l_в = (1\text{-}1{,}5)\ B_в$

$B_в$ – ширина входа ковша по урезу воды

Длину отложений шуги в ковше при малых водоотборах $l_ш$ принимают равной

5-10 м - для ковша с низовым входом

15-20 м - для ковша, заглубленного в берег

20-35 м - для ковша с верховым входом, полностью или частично выдвинутым в русло реки.

Для больших водоотборов приведенные значения необходимо увеличить в 1.25 – 1,5 раз.

Для ковшей, заглубленных в берег величина водоотбора

$Q_{впр} = 0.04\ B_в H\ \vartheta_а = Q_в / (h_ж \vartheta_к - m\ (2h_н + h_ж)$

Для ковшей с низовым входом, выдвинутым в русло на величину $B_к$

$Q_{впр} = 0.137\ B_в H\ \vartheta_а$

$B_в$ – ширина входной части ковша по урезу воды

$\vartheta_а$ – средняя скорость течения в прибрежной зоне речного потока

H – глубина на входе в ковш

$B_к$ – ширина водоворота, возникающая ниже ковша

Длина рабочей части ковша $l_р$

$l_р = 28,\ 7($

где $Q_в$ – расход воды забираемый из ковша

$\omega_г$ = 0.015-0.02 м/с – гидравлическая крупность мелких скоплений кристаллов

Начальная ширина транзитной струи в ковше

$b_н = Q_в / (H\vartheta_в)$

где $\vartheta_в$ – скорость входа в ковш

при малых заборах $\vartheta_в = (0.4\text{-}0.6)\ \vartheta_а$, при больших заборах воды - $\vartheta_в = (0.6\text{-}0.9)\ \vartheta_а$,

<дополнение 5 - конец>

Вопросы для самопроверки к главе 2.14:

1. Мероприятия по защите водозабора от шуги.

2. Виды и устройство ковшей.

3. Определение габаритов ковша.

Глава 2.15. Особенности забора воды в специфических условиях

Забор воды из горных и высокомутных рек

В некоторых районах Российской Федерации источниками водоснабжения являются горные и высокомутные реки. Они характеризуются большими скоростями течения и малыми глубинами. При прохождении ливней в этих реках происходит быстрое нарастание паводка. Они транспортируют большое количество наносов как донных, так и взвешенных. В зимний период появляются шуга и донный лед. Часто возникают селевые потоки. На предгорных участках нередко наблюдается изменение русла рек. Все это осложняет забор воды.

Для водоснабжения небольших поселков и промышленных предприятий, расположенных на малых реках с непостоянно открытым потоком воды, при наличии подруслового потока может применяться ***комбинированный водозабор***. Он представляет собой комбинацию водозаборного сооружения из открытого потока и водозабора подруслового типа.

В период, когда в реке транспортируется небольшое количество наносов, вода забирается из поверхностного потока. Во время паводков при большой мутности воды, а также в моменты пересыхания или перемерзания русла вода забирается из подруслового потока. Устройство таких водозаборов возможно на участках, имеющих достаточно водопроницаемые грунты мощностью 7 – 8 м. Их устраивают путем заполнения траншеи, разработанной по всей ширине долины реки, суглинком или забивки металлического шпунта.

На небольших горных реках с постоянным током воды (при расходах в межень до 0,5 – 1,0 м^3/с и максимальным до 200 – 300 м^3/с) применяют различные водозаборные гидроузлы. К ним относятся водоприемники с забором воды через донную решетку, плотинные гидроузлы с карманом, гидроузлы с криволинейным каналом (карманом) и др.

Водозабор с донной решеткой простейшего типа представляет собой водосливной порог, перегораживающий русло и возвышающийся над дном реки. В порог врезана водоприемная галерея, перекрытая сверху решетками. Вода, пройдя решетку, поступает в наклонную водоприемную галерею, откуда попадает в камеру с промывным устройством. Из камеры она отводится к отстойнику, а затем водопотребителю. Донные водозаборы находят применение при расходах воды 0,1 – 8 м^3/с.

Надежное водоснабжение из рек с постоянным током воды можно обеспечить путем устройства ***плотинных водозаборов***, отличающихся разнообразием решений. Усовершенствовавшая схема водозаборного сооружения представляет собой гидроузел, в котором помимо плотины имеется криволинейный канал. При движении воды по этому каналу на изгибе потока возникает поперечная циркуляция воды, которая способствует движению донных наносов, находящихся в потоке, к выпуклой части берега. Сброс наносов в нижний бьеф осуществляется наносоулавливающими траншеями.

Водоприемник располагают на вогнутой стороне этого канала за наносоулавливающими траншеями.

В зависимости от местных условий и требуемой степени обеспеченности водоподачи применяют дублирование водозабора с несколькими водоприемниками разного типа или в систему сооружений включают резервные емкости, содержащие запас воды на время возможного перерыва в работе.

Для высокомутных водотоков существует закономерность суточного и часового изменения содержания взвешенных частиц в десятки раз. В этих случаях для возможности обеспечения работоспособности водозаборов и облегчения процесса очистки устраивают ковши и каналы на подходах к водоприемникам, которые играют роль отстойников и непрерывно восстанавливаются. В южных районах широко применяют водозаборы плавучего типа с тонкослойными модулями.

Забор воды в районах распространения вечномерзлых грунтов

Гидрологический режим поверхностных источников водоснабжения Севера и Востока России определяется распространением мерзлоты, малым годовым количеством осадков, низкими среднегодовыми температурами, длительным ледоставом, весенними разливами, летними паводками, тяжелым шуговым режимом, возникновением заторов льда, образованием наледей. Роль многих факторов, влияющих на формирование режима поверхностных источников, полностью не изучена. Качество воды в источниках также отличается большим разнообразием. Все это чрезвычайно осложняет проблему надежного обеспечения потребителей водой. Не все реки в одинаковой степени пригодны для водоснабжения. На крупных реках забор воды возможен в любое время года без осуществления каких-либо дополнительных мероприятий по регулированию стока. Из средних рек, не перемерзающих зимой, забор воды возможен без регулирования стока, но при выполнении некоторых дополнительных мероприятий. Реки, перемерзающие на отдельных участках или на всей протяженности, могут использоваться для водоснабжения, если сохраняются круглогодичные талики и предусматриваются меры по регулированию и восполнению запасов подрусловых вод. Использование малых рек, перемерзающих вместе с подстилающим аллювием, возможно лишь при регулировании стока. Большинство неперемерзающих рек имеет малые глубины под мощным ледяным покровом.

Источники водоснабжения в условиях вечномерзлых грунтов должны удовлетворять ряду специфических требований: обеспечивать захват воды с максимальной температурой; допускать забор требуемых расходов воды при любых гидрологических режимах; позволять водоприем без сложных и дорогостоящих мероприятий по русло-регулированию; быть близко расположенными к потребителю; иметь запас воды, достаточный для

водоснабжения с учетом потерь на льдообразование, испарение и т.д. Выбор источника производится на основе оценки всех факторов, определяющих условия водоснабжения. При прочих равных условиях, забор воды из природных поверхностных источников экономичнее создания водохранилищ на перемерзающих водотоках. Последнее, как правило, является вынужденным решением. Особенностью подачи воды является транспортирование ее при больших скоростях, чем в обычных условиях эксплуатации, ее подогрев в месте водозабора.

Относительно малое водопотребление населенных пунктов позволяет использовать подрусловые (над- и межмерзлотные) воды. Для хозяйственно-питьевого водоснабжения в первую очередь используют подрусловые надмерзлотные воды, расположенные по долинам в виде разобщенных или сплошных бассейнов в пределах пойм перемерзающих рек.

Для водоснабжения в районах мерзлоты могут использоваться специально создаваемые водохранилища с регулированием стока перемерзающих ручьев и рек; озера, как находящиеся в естественном состоянии, так и подпитываемые за счет летнего стока перемерзающих рек, а также углубленные озера.

Водохранилища используют при отсутствии или маломощности поверхностных и таликовых вод. При их использовании обеспечиваются высокие температуры воды (до 3 – 4 °С) и упрощается забор воды. Однако их строительство очень дорого.

Для небольших поселков в маловодных районах в качестве источника воды используют искусственно создаваемые запасы снега и льда. В Якутии и Магаданской области водоснабжение ряда населенных пунктов организуют из прудов-копаней вместимостью 300 – 800 тыс. $м^3$ и глубиной 6 – 8 м. Летом в копани закачивают воду из рек, перемерзающих зимой. Их недостатком является малый полезный объем из-за потерь на льдообразование.

Подмерзлотные воды в настоящее время используют мало из-за недостаточной их изученности, сложности защиты скважин от перемерзания, больших затрат на бурение. Подмерзлотные воды (пластовые, карстовые, трещинные) находятся на большой глубине (до 500 м и более).

При отсутствии источника, пригодного к использованию в естественном режиме, улучшения условий водозабора достигают регулированием стока, подпиткой озер водой из близлежащих источников, пополнением запасов подземных вод и др.

В условиях разнообразия забора вод типизация водозаборов затруднена. Существует большое разнообразие типов водозаборных сооружений, компоновочных схем и конструктивных решений водозаборов, а также мероприятий по обеспечению надежности водоприема. Водоприемники в

условиях мерзлотных явлений должны обеспечивать защиту водоприемных устройств от шуги, донного льда, сора, от механического воздействия ледоходов, исключать перемерзания самотечных и сифонных линий, проходящих в береговой мерзлоте.

Водоприемники рекомендуется располагать в местах, где источники не промерзают или сохраняют непромерзающий подрусловый талик; грунты остаются талыми; не образуются наледи; русло устойчиво; отсутствует влияние сооружений и коммуникаций, способных вызывать образование наледей; вероятность изменения теплового и гидрологического режима источника мала; возможно, осуществление забора несколькими способами.

Береговые сооружения водозаборов целесообразно располагать на пологих берегах, где мерзлотно-грунтовые условия более благоприятны.

Русловые и береговые водоприемники, используемые для забора воды из рек средних широт, в условиях мерзлоты зачастую разрушаются ледоходами, обмерзают, заносятся наносами. Надежность их работы повышают, используя вихревые камеры и фильтрующие обсыпки, размещая водоприемники под руслом, улучшая промывку, развивая фронт – водоприемника на уровне дна реки. Порог водоприемника заглубляют до дна или ниже дна реки с целью борьбы с шугой и забора воды при минимальных глубинах.

Забор воды из крупных рек со значительными колебаниями уровней может осуществляться водозаборными сооружениями, оборудованными погружными насосами. Примером такого решения могут служить водозаборы с наклонным размещением насосов (рис. 2.45, *а*), построенные на реках Аляски и Канады.

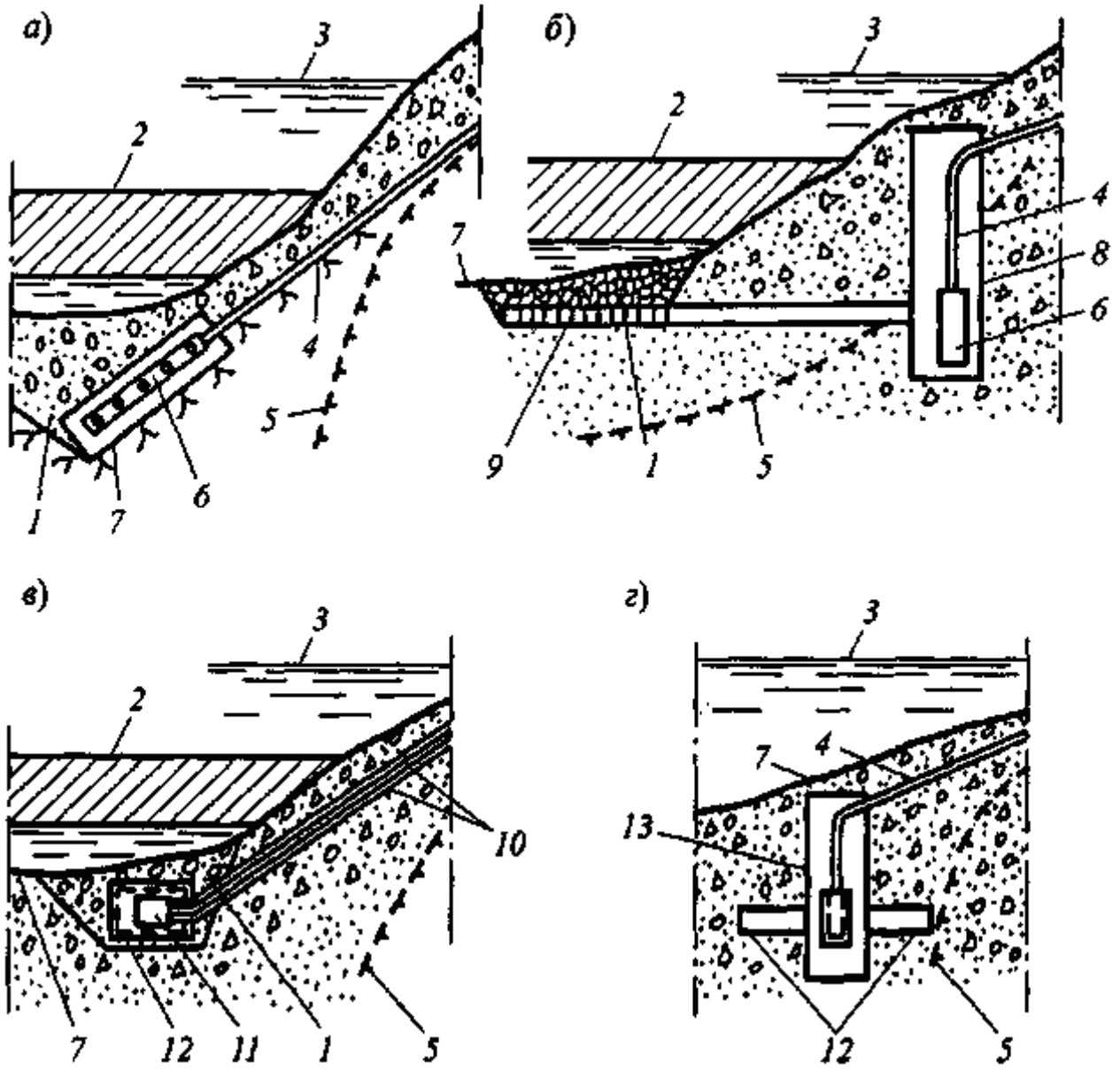

Рис. 2.45. Водозаборные сооружения на реках с большими колебаниями уровня воды: 1 – фильтр; 2 – лед; 3 – максимальный уровень реки; 4 – напорный водовод; 5 – граница мерзлоты; 6 – погружной насос; 7 – поверхность дна; 8 – береговой колодец; 9 – рабочая часть галереи; 10 – трубопроводы к гидроэлеватору; 11, 12 – фильтрующие дрены (галереи); 13 – водосборная камера

Примером другого решения являются водозаборы, в которых приемный колодец с погружными насосами размещают на затапливаемой большими водами площадке (рис. 2.45, *б*). При этом значительно удешевляется строительство, и сокращаются объемы работ. При больших колебаниях уровней воды и малых количествах отбираемой воды (2 – 5 тыс. м^3/сут) целесообразно устройство водозаборов без дорогостоящих береговых сооружений. К ним можно отнести водоприемник с гидроэлеваторной (водоструйной) установкой, размещенной в русловом водоприемнике или в подрусловой фильтрующей дрене (рис. 2.45, *в*), и водозабор с гидроэлеватором (эрлифтом), размещенным непосредственно в затапливаемом водоприемнике (рис. 2.45, *г*). Напорные

трубопроводы этих водозаборов защищают от промерзания теплогидроизоляцией, греющим кабелем и др.

Воду из малых и перемерзающих рек можно забирать лишь при совместном заборе поверхностных и подрусловых вод. Для этих целей применяют фильтрующие и инфильтрационные водоприемники – галереи, дрены, фильтрующие траншеи. Виды их разнообразны, но общим является то, что они позволяют осуществлять прием воды летом – из открытых потоков, зимой – из подрусловых. Они находят наиболее широкое применение. Примеры комбинированных (инфильтрационно-фильтрующих) водоприемников приведены на рис. 2.46. Они обеспечивают защиту водозаборов от мусора, наносов и шуги. Гидравлический режим этих водоприемников отличается резко меняющимися параметрами поверхностных и подрусловых потоков. Методы расчета и проектирования их требуют дальнейшего совершенствования. Для исключения перемерзания водоприемников и водопроводящих систем производят их утепление и обогрев различными способами.

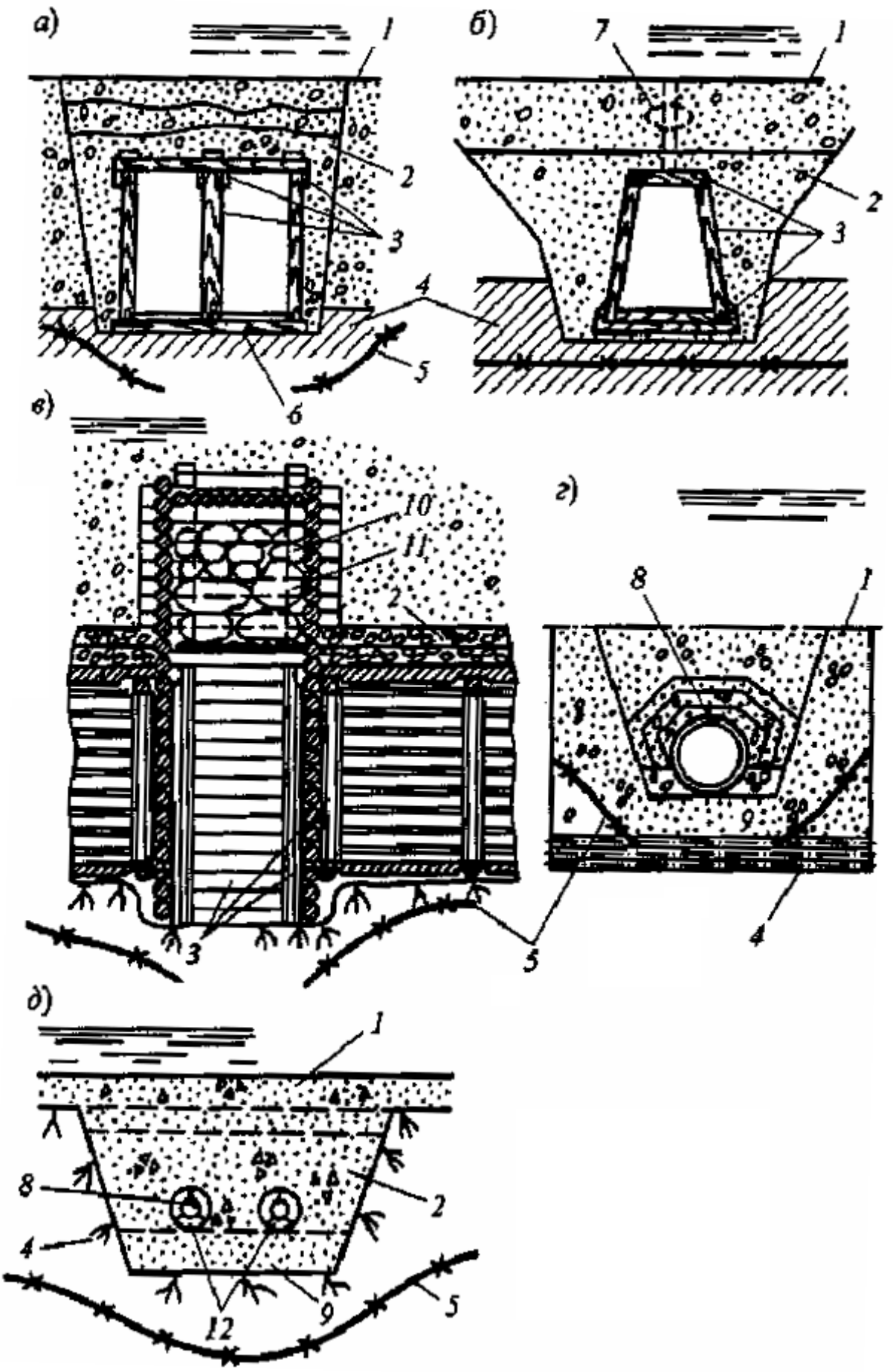

Рис. 2.46. Примеры водозабора из малых и перемерзающих рек:

а и б – подрусловые галереи; в – фильтрующий колодец; г и д – фильтрующие дрены; 1 – дно реки; 2 – фильтр; 3 – конструкция галереи; 4 – коренные породы; 5 – граница мерзлоты; 6 – подкладка; 7 – шпунтовал стёна; 8 – дрены; 9 – подготовка; 10 – пригрузка камнем; 11 – утепление колодца; 12 – горячая вода

Способы забора воды из озер и водохранилищ в районах мерзлоты относительно мало отличаются от применяемых в районах с умеренным климатом.

Вопросы для самопроверки к главе 2.15:
1. Водозаборы на реках с большим колебанием уровня воды.
2. Устройства водозаборов в районах вечной мерзлоты.
3. Водозаборные сооружения на горных реках.

Глава 2.16. Рыбозащита на водозаборных сооружениях

Любой водозабор, являясь элементом системы водоснабжения и отвечая требованиям ее надежности, должен функционировать так же, как и природоохранное сооружение. Следовательно, рыбозащитные устройства должны являться обязательным элементом водозаборного сооружения.

Строительство и эксплуатация водозаборов не допускаются без согласования с органами рыбоохраны. Отсюда вытекают главные требования к рыбозащитным устройствам (РЗУ):

- гарантированный (бесперебойный) пропуск воды;
- эффективная рыбозащита;
- надежность функционирования при доступных средствах эксплуатации (простота конструкции, автоматическое действие и т.д.).

Рыбозащитные сооружения работоспособны только в том случае, если при их создании учитывается взаимодействие мигрирующих рыб и скатывающейся молоди с сооружениями и образующимися при их работе течениями. Поскольку рыбы в потоке воды, как правило, двигаются против течения, то течение воды будет являться основным фактором привлечения их в рыбопропускные сооружения.

Ориентация рыб против течения происходит в основном при помощи органов боковой линии, зрения и осязания. Отсутствие соответствующих условий ориентации приводит к сносу рыб течением. Отсюда необходимо знать величины пороговой, привлекающей, сносящей и рывковой скоростей потока.

Пороговая скорость ($v_{пор}$) – это минимальная скорость потока, при которой у рыб появляется реакция на поток, т.е. реореакция. У рыб, обитающих у поверхности воды и в ее толще, пороговые скорости составляют 0,5 – 6 см/с. Наиболее высокие пороговые скорости у донных рыб (осетр, белуга, голец, ерш, пескарь и др.) и составляют 4 – 25 см/с.

Мигрирующие рыбы стремятся находиться в зоне, где скорость потока равна **привлекающей**: $v_{пр}$ = 0,5 – 0,8 см/с.

Сносящая скорость $v_{сн}$ – это такая минимальная скорость, при которой рыба не может удержаться в потоке и сносится (скатывается): $v_{сн}$ > 1 м/с.

Рывковая скорость $v_{рыв}$ – наибольшая скорость потока, при которой рыбы могут совершать кратковременный бросок в течение долей секунды.

Основные объекты защиты на водозаборных сооружениях: личинки рыб и молодь рыб, имеющие малые сносящую и рывковую скорости.

Рыбозащитными называются сооружения (РЗУ), предназначенные для защиты рыб от источника опасности путем предотвращения их попадания на опасные участки и отвода от этих участков в рыбообитаемый водоем с обеспечением выживаемости отведенных рыб. По способу защиты рыб РЗУ различают экологические и поведенческие.

В соответствии с типом рабочего органа, осуществляющего рыбозащитную функцию, РЗУ подразделяют на заградительные (основанные на поведенческом способе защиты рыб), отводящие и отгораживающие (основанные на экологическом способе защиты).

Рыбозаградительные сооружения предусматривают использование различных непроницаемых экранов (сетчатых и перфорированных заграждений, фильтрующих отсыпок, кассет и т.д.) и проницаемых экранов (воздушно-пузырьковых завес, электрических и акустических, а также заградителей, основанных на зрительно-световых эффектах).

Рыбозаградительные сетки выполняют из нержавеющей стали с отверстиями 2 – 4 мм, применяют в береговых водоприемниках в форме сетчатых барабанов и стенок, которые в период ската рыбной молоди опускают в пазы окон. Сетчатые стенки промывают подвижным промывным устройством (флейтой), а сетчатые барабаны – струереактивным устройством с давлением 0,35 – 0,40 МПа.

В качестве рыбозащитных устройств применяют ***рыбозаградительные фильтры***, выполняемые из щебня, гальки, камня, керамзита, полимерных материалов, деревянных реечных пакетов, а также пороэластовые плиты и ***фильтрующие кассеты***, заполняемые керамзитом, щебнем с крупностью зерен 20 – 30 мм или вспененным полистиролом крупностью 5 – 10 мм. Рекомендуемая толщина кассеты 100 – 300 мм, скорость фильтрации не должна превышать 0,1 м/с.

Рыбоотгораживающее действие основывается на экологическом принципе защиты молоди рыб с помощью специальных устройств (запаней, стационарных и перемещающихся зонных ограждений, зонтичных оголовков, глубинных и поверхностных оголовков водозаборов и т.д.), отделяющих зону обитания рыб от места водозабора. Сложность использования рыбоотгораживающих устройств состоит в том, что для их применения необходимо знать горизонтальное и вертикальное распределение рыб в водоеме, ритмы изменения такого расположения рыб в зависимости от температурных и гидрологических факторов и т.д.

Рыбоотводящий (экологический) способ защиты рыб основан на использовании естественно образующегося или искусственно создаваемого в определенной зоне подвода воды к водозабору с повышенной концентрацией рыб с целью их отбора из этих зон в рыбоотводящий тракт и отведения по нему от водоприемника в рыбообитаемый водоем. Такой способ защиты основан на использовании воздействия продольных, поперечных, горизонтальных и вертикальных течений на сносимую молодь. Для этого нужно скомпоновать водозаборный и рыбоотводящий узлы и подобрать их геометрические и скоростные параметры таким образом, чтобы организовать пропуск скатывающейся молоди по специально устраиваемому обходному рыбоотводящему тракту, минуя место забора воды.

Из существующих водозаборных сооружений наиболее полно обеспечивают защиту рыб фильтрующие, а также речные русловые водозаборы с затопленными оголовками, если скорость обтекания их речным потоком более чем в 3 раза превышает скорость входа в водоприемные отверстия.

Для всех остальных водозаборов, устраиваемых на реках, озерах, водохранилищах рыбохозяйственного назначения, должны предусматриваться соответствующие рыбозащитные устройства, которые можно разделить на три группы: механические, гидравлические и физиологические.

В нашей стране в основном нашли применение механические рыбозаградители.

Глава 2.17. Зоны санитарной охраны

Зоны санитарной охраны поверхностных источников водоснабжения имеют 3 пояса.

Зоны первого пояса – зоны строгого режима – огораживаются

• на площади: 100 м – ниже по течению реки, 200 м – выше по течению реки, до границ заливаемой поймы левого берега реки, по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от уреза воды при летне-осенней межени;

• в направлении к противоположному берегу: по ширине водотока менее 100 м – вся акватория и противоположный берег шириной 50 м от уреза воды

при летне-осенней межени и ширине водотока более 100 м – полоса акватории шириной не менее 100 м;

• на водозаборах ковшевого типа в границы первого пояса включается вся акватория ковша и территория вокруг него полосой не менее 100 м;

• для **водоемов** (водохранилище, озеро): по акватории во всех направлениях – не менее 100 м;

• по прилегающему к водозабору берегу – не менее 100 м от уреза воды при нормальном подпорном уровне в водохранилище и летне-осенней межени в озере.

В зоне 1 пояса запрещается всякое строительство и пребывания людей.

Границы **второго пояса зоны водотока** надлежит устанавливать:

• вверх по течению, включая притоки, – исходя из скорости течения воды, усредненной по ширине и длине водотока или на отдельных его участках и времени протекания воды от границы пояса до водозабора при среднемесячном расходе воды летне-осенней межени 95 % обеспеченности не менее 5 сут для IА, Б, В, Г, IIА климатических районов и не менее 3 сут для остальных климатических районов;

• вниз по течению – не менее 250 м;

• боковые границы – на расстоянии от уреза воды при летне-осенней межени – при равнинном рельефе – 500 м, при гористом рельефе местности – до вершины первого склона, обращенного в сторону водотока, но не более 750 м при пологом склоне и 1000 м при крутом склоне.

При наличии в реке подпора или обратного течения расстояние нижней границы второго пояса от водозабора должно устанавливаться в зависимости от гидрологических и метеорологических условий, по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы.

На судоходных реках и каналах в границы второго пояса зоны следует включать акваторию, прилегающую к водозабору в пределах фарватера.

Границы второго пояса зоны водоема, включая притоки, надлежит устанавливать от водозабора:

• по акватории во всех направлениях – на расстоянии 3 км при количестве ветров до 10 % в сторону водозабора и 5 км при количестве ветров более 10 %;

• боковые границы – от уреза воды при нормальном подпорном уровне в водохранилище и летне-осенней межени в озере на расстоянии принимаемом, как и в условиях расположения сооружения на реке;

Границы **третьего пояса зоны** поверхностного источника водоснабжения должны быть вверх и вниз по течению водотока или во все стороны по акватории водоема такими же, как для второго пояса; боковые границы – по водоразделу, но не более 3 – 5 км от водотока или водоема.

Вопросы для самопроверки к главе 2.17:

1. Зоны санитарной охраны сооружений для забора поверхностных вод.

2. Границы 1 пояса.

3. Границы 2 и 3 пояса.