

ЛЕКЦИЯ 10. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

1. Основные категории водопотребителей и режим потребления воды

1.1. Основные категории водопотребителей

1.2. Нормы потребления воды

1.3. Режим водопотребления

1.4. Источники водоснабжения

1.5. Водоподъемники

2. Системы и схемы водоснабжения

2.1. Классификация систем и схем водоснабжения

2.2. Наружные сети и сооружения водопроводов

1. Основные категории водопотребителей и режим потребления воды

1.1. Основные категории водопотребителей

Сельскохозяйственное производство потребляет весьма значительное количество воды, причем формы ее потребления чрезвычайно разнообразны. Вода в сельском хозяйстве используется: для питья и для санитарно-гигиенических и хозяйственных потребностей людей, для питья и для зоогигиенических потребностей сельскохозяйственных животных, для выращивания сельскохозяйственных культур, для работы сельскохозяйственных машин, для переработки сельскохозяйственной продукции, а также для тушения пожаров. Разнообразны также и пункты, в которые должна доставляться вода: жилые дома и общественные здания, скотные дворы, конюшни и другие животноводческие постройки, парники, теплицы, зеленые насаждения в открытом грунте, предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции, пожарные гидранты. Кроме того, вода должна доставляться непосредственно в поле для снабжения работающих там людей, рабочего скота, машин и для жидкой подкормки сельскохозяйственных культур, а также на пастбища для водопоя скота.

Водоснабжением называется комплекс мероприятий по обеспечению водой различных ее потребителей. Задачей сельскохозяйственного водоснабжения и является удовлетворение всех перечисленных потребностей водой высокого качества, в достаточном количестве и при возможно более низкой себестоимости воды и наименьших затратах труда на ее подачу. Особенности сельскохозяйственного водоснабжения являются неравномерность распределения водопотребителей по территории и высокая неравномерность водопотребления как в течение суток, так и в течение года.

1.2. Нормы потребления воды

Нормы потребления воды назначают с учетом степени благоустройства населенного пункта и определяются по ТКП «Водопроводные сети и

сооружения. Строительные нормы проектирования». Например, среднесуточные нормы хозяйственно-бытового водопотребления на одного жителя (л/сут) в сельских пунктах в зависимости от благоустройства жилищных построек, следующие:

Здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией без ванн	85...100
То же, с ваннами и местными нагревателями	115...140
То же, с централизованным горячим водоснабжением	180...210
Водопользование из водоразборных колонок	30...50

1.3. Режим водопотребления

По материалам многолетних наблюдений за расходом воды для отдельных групп водопотребителей составляют графики режима водопотребления. Все элементы системы водопотребления (насосные станции, очистные сооружения, трубопроводы) рассчитывают на расход воды, который может ожидаться в течение суток, а также в часы наибольшего водопотребления. При этом учитывают срок службы системы водоснабжения.

Среднесуточный расход воды ($m^3/сут$);

$$Q_{\text{ср. сут}} = \sum n_i, m_i, \quad (10.1)$$

где n_i – число водопотребителей в каждой группе водопотребления;

m_i – среднесуточная норма водопотребления, $m^3/сут$.

Система водоснабжения должна надежно обеспечивать водой всех водопотребителей. Поэтому необходимо знать максимальный суточный расход:

$$Q_{\text{сут. max}} = K_{\text{сут. max}} \cdot Q_{\text{сут. ср}}; \quad (10.2)$$

где $Q_{\text{сут. max}}$, – максимальный суточный расход, $m^3/сут$;

$K_{\text{сут. max}}$, – максимальный коэффициент суточной неравномерности, представляющий собой отношение максимального суточного расходов к среднесуточному расходу воды.

Расчетные часовые расходы равны:

$$q_{\text{ч. max}} = K_{\text{ч. max}} \cdot Q_{\text{сут. max}}/24 \quad (10.3)$$

где $q_{\text{ч. max}}$ – максимальный часовой расход, $m^3/ч$;

$K_{\text{ч. max}}$ – максимальный коэффициент часовой неравномерности.

При вычислении секундного расхода воды в час максимального и минимального водопотребления принимают расход в течение часа постоянным. Таким образом:

$$q_{\text{max}} = Q_{\text{ч. max}} 1000/3600 = Q_{\text{ч. max}} /3,6 \quad (10.4)$$

1.4. Источники водоснабжения

Для целей водоснабжения, как правило, используются подземные и реже *открытые водные источники*.

Открытыми источниками водоснабжения могут быть реки, ручьи, пруды, водохранилища, годовой расход воды в которых превышает годовое водопотребление. На открытых источниках водоснабжения для защиты их от загрязнения обязательно устанавливают зону санитарной охраны.

Забор воды из реки устраивают выше места расположения населенного пункта там, где глубина в меженный период бывает не менее 2,5 м. Русло реки в этом месте должно быть без отмелей, с устойчивыми берегами. Металлическую трубу водозабора укладывают на 1...1,5 м ниже меженного уровня воды и на 0,5...0,8 м выше дна реки. Оголовок трубы, забирающий воду, огораживают железной решеткой и оборудуют сеткой, которые будут задерживать крупные плавающие предметы, мелкие растительные частицы и мусор.

Общая схема водоснабжения из реки приведена на рис. 10.1).

Прибрежную полосу (80...100м) прудов и водохранилищ, используемых в качестве источников водоснабжения, обсаживают лесными полосами или залужают. В этих водоемах запрещается стирать белье, замачивать лен и коноплю, на их берегах не разрешается выпасать скот, уток, гусей. В зимний период для улучшения аэрации во льду устраивают проруби.

Подземные воды залегают на различных глубинах от поверхности земли и в различных геологических условиях. Для целей водоснабжения используют артезианские и родниковые (ключевые) воды, выходящие на поверхность земли под действием напора в водоносном горизонте, а также воды верхних водоносных горизонтов, образовавшиеся на первом водоупорном слое, покрытом сверху водопроницаемыми почвогрунтами.

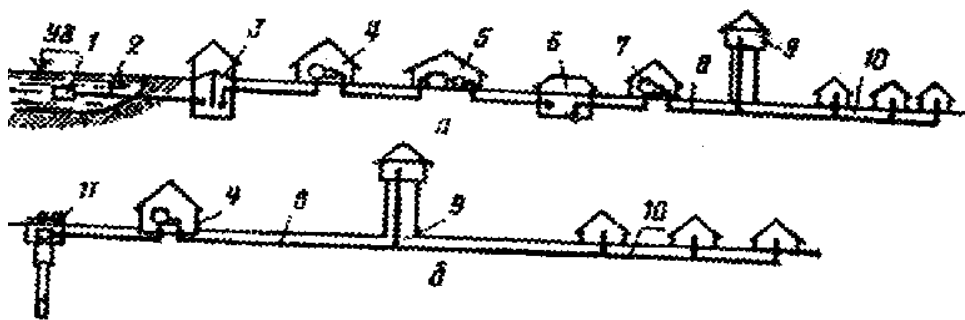


Рис. 10.1. Схемы водопровода из открытого (а) и подземного (б) водоисточника:

- 1 – оголовок водозаборной трубы; 2 – самотечная линия; 3 – береговой водозаборный колодец; 4 – насосная станция первого подъема; 5 – водоочистные сооружения; 6 – подземный резервуар чистой воды; 7 – насосная станция второго подъема; 8 – водовод; 9 – водонапорная башня; 10 – распределительная сеть; 11 – буровая скважина или шахтовый колодец

Забор воды из подземных водных источников осуществляется с помощью шахтных колодцев, каптажных сооружений на родниках, горизонтальных водозаборных сооружений (траншеи, галереи и др.) и буровых скважин.

Шахтные колодцы предназначены главным образом для забора воды из неглубокозалегающих (не глубже 20 м) водоносных слоев незначительной мощности. Для защиты колодцев от возможных загрязнений вокруг оголовка устраивают замок (из мятой, жирной, хорошо утрамбованной глины) глубиной 1,5...2 м и шириной 1 м. Сверху замка делают мостовую или асфальтовое покрытие шириной 2 м и уклоном от колодца 0,1.

Буровые скважины применяют при заборе воды из глубокозалегающих (50...180 м) водоносных пластов. Дебит их зависит от мощности водоносного пласта и диаметра и составляет 0,5...35 м³/ч.

Места для закладки буровых скважин выбирают по материалам гидрогеологических обследований местности с обязательным учетом санитарно-гигиенических требований. Бурят их обычно механическим способом с помощью различных самоходных буровых установок.

Буровые скважины должны быть надежно защищены от загрязнения.

1.5. Водоподъемники

Для подъема воды из водоисточников, как правило, применяют поршневые и центробежные насосы, специальные скважинные насосные агрегаты, водоструйные установки, пневматические водоподъемники и др.

Центробежные насосы просты по устройству и надежны в эксплуатации. Чем больше рабочих колес, тем на большую высоту они могут подать воду. По числу колес они подразделяются на одноступенчатые и многоступенчатые (одноколесные и многоколесные). В зависимости от расположения вала они бывают горизонтальные и вертикальные.

В центробежных насосах жидкость подается за счет центробежной силы, возникающей при вращении рабочего колеса. Перед пуском насоса всасывающую трубу и корпус насоса заполняют водой.

Скважинные центробежные насосные агрегаты могут быть полупогружными и погружными. Электродвигатель полупогружного насоса находится на поверхности земли. Насос погружается в скважину под динамический уровень воды (рис. 10.2) Электродвигатель и насос соединяются трансмиссионным валом длиной до 100 м. Погружной насос, вместе с герметично защищенным электродвигателем, погружается в скважину под динамический уровень не менее чем на 1,5 м. Электроэнергия к двигателю подводится через электрокабель, опущенный в скважину от поверхностной линии электропередач.

Поршневые насосы широко применяют в отдельных фермерских хозяйствах, в сельской местности при малом объеме водопотребления. Они состоят из цилиндра, поршня,двигающегося в цилиндре взад-вперед. При вертикальном положении насосы используются при заборе воды из шахтных и трубчатых колодцев с подъемом воды не более 6 м. Приводятся в действие, как правило, вручную.

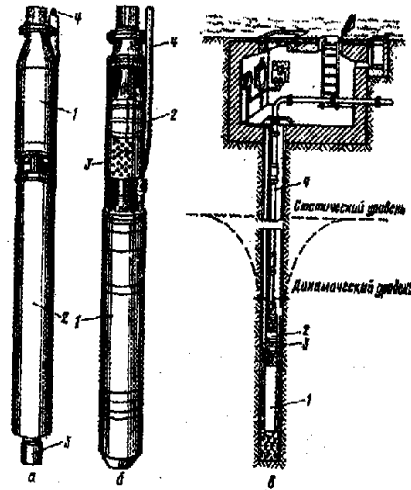


Рис. 10.2. Артезианские полосы (а, б) и схема их установки в скважине (в); 1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – всасывающая труба; 4 – электрический кабель

2. Системы и схемы водоснабжения

2.1. Классификация систем и схем водоснабжения

Под *системой водоснабжения* понимают комплекс сооружений для обеспечения водой потребителей в требуемом количестве и определенного качества.

Системы водоснабжения подразделяются на местные или локальные, обслуживающие одно хозяйство, отдельный поселок или животноводческий комплекс; централизованные, когда один водопровод снабжает водой несколько хозяйств, поселков; с водозабором из поверхностных или подземных источников; хозяйственно-питьевые, обеспечивающие водой жилые зоны сельскохозяйственных предприятий, производственные, удовлетворяющие потребности в воде ферм, комплексов, перерабатывающих предприятий и др.

В сельском хозяйстве чаще всего встречаются объединенные хозяйственно-бытовые системы водоснабжения, обеспечивающие хозяйственно-питьевые, производственные, а иногда и противопожарные нужды (рис.10.3).

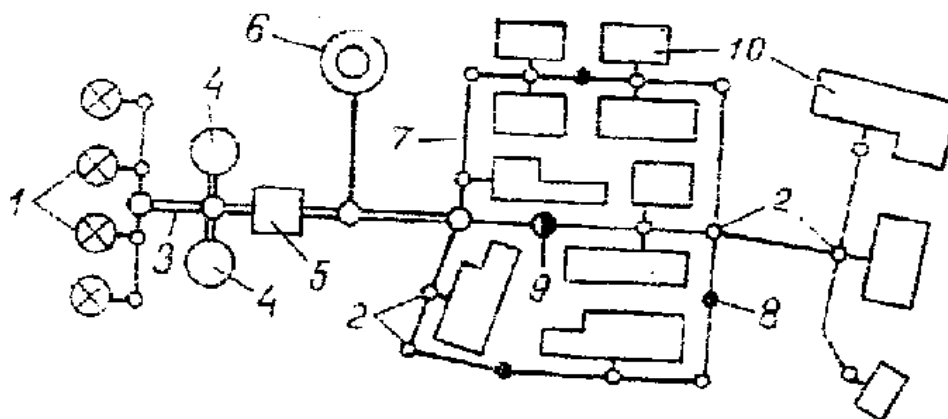


Рис. 10.3. Система хозяйственно-бытового водоснабжения:
1 – водозаборные скважины; 2 – водопроводные колодцы; 3 –
выводы; 4 – запасные регулирующие резервуары; 5 – насосная
станция второго подъема; 6 – водонапорная башня; 7 – водопроводная
сеть; 8 – водоразборная колонка; 9 – пожарный гидрант; 10 –
водоснабжаемые объекты

Взаимное расположение сооружений и устройств в системе определяется *схемой водоснабжения*. На рис. 10.1 показана схема водопроводов из открытого и подземного водоисточника. Схема водоснабжения выбирается на основании технико-экономических расчетов с учетом комплексного решения вопросов водоснабжения и вида водопотребителей.

По степени надежности подачи воды системы водоснабжения подразделяются на три категории. К первой категории относят системы повышенной надежности, не допускающие перерыва в подаче воды, снижение ее подач допускается не более чем на 30% до 3-х суток. Их проектируют для водоснабжения промышленных предприятий и населенных пунктов с числом жителей более 50 тыс.

Системы второй категории надежности допускают снижение расчетного расхода до 30 % в течение одного месяца или перерыв в подаче воды до 5 час. (проектируются в населенных пунктах с числом жителей 500...50000 человек).

Системы сельскохозяйственного водоснабжения, как правило, проектируются 3-ей категории надежности, допускающие перерыв в подаче воды до 1 сут. или ее снижение до 30 % в течение месяца.

2.2. Наружные сети и сооружения водопроводов

Воду от источника к объекту водоснабжения подают по водоводам, которые обычно выполняют из двух ниток трубопроводов, соединенных в нескольких местах перемычками из труб с задвижками. Это позволяет выключать поврежденный участок водовода, не прекращая водоподачи. При прокладке водотоков в одну линию предусматривают запас воды на время ликвидации аварии. Для уменьшения напора в длинных водоводах, подающих воду на большую высоту, прибегают к зонированию водовода, устраивая по его длине насосные станции второго, третьего подъема и т.д. Водоводы, как правило, прокладывают вне застроенной территории, из них

не предусматривают попутный отбор воды. Длина водоводов может быть значительной. Если водоисточником служит буровая скважина, расположенная в пределах поселка, водовод может быть минимальной длины или совсем отсутствовать.

Распределение воды между потребителями осуществляют с помощью разводящей водопроводной сети, которая может быть наружной (уличной) и внутренней, расположенной внутри зданий. В зависимости от плана архитектурной планировки поселка и расположения наиболее крупных водопотребителей (фермы, заводы и др.) наружная водопроводная сеть может быть *тупиковой*, при которой от главной магистрали отходят ответвления – тупики, *кольцевой*, имеющей замкнутую форму, и *комбинированной* (рис.10.3), сочетающей особенности первых двух схем.

Основные требования при трассировании водоводов и водопроводных сетей: вода должна подаваться потребителю по кратчайшему пути: трассы трубопроводов не должны проходить по территориям кладбищ, свалок и скотомогильников; при пересечении водопроводных линий с канализационными первые необходимо располагать выше последних не менее чем на 0,4 м в свету.

К сооружениям водопроводов, кроме рассмотренных ранее водозаборов и насосных станций, относятся также водонапорные башни, безбашенные водокачки и резервуары для воды.

Для создания необходимого напора в водопроводной сети и накопления объема воды устраивается *водонапорная башня*. Она необходима также для создания равномерного напора в распределительной сети независимо от интенсивности водозабора воды потребителями и напора насосной станции. Водонапорная башня представляет собой емкость, установленную на наиболее высокой геодезической отметке местности и определенной высоте от поверхности земли. Высота должна быть такой, чтобы обеспечивался требуемый свободный напор в водозаборных кранах.

В часы, когда расход насосной станции превышает расход водопотребления, лишняя вода насосной станцией подается в водонапорную башню. После ее наполнения отключается электродвигатель насоса, и подача воды водопотребителям осуществляется из башни (рис. 10.4).

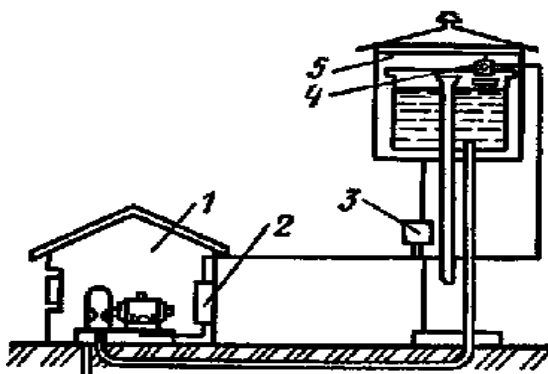


Рис. 10.4. Схема автоматического управления работой электродвигателей насосов:

1 – насосная станция; 2 – станция управления; 3 – пост управления; 4 – датчик уровня воды; 5 – водонапорная башня

Если объект водоснабжения обеспечен надежным электропитанием, то можно применять *безбашенное водоснабжение* с помощью пневматических установок. В них роль водонапорной башни выполняет воздушно-водяной котел, снабженный специальным автоматическим устройством – реле давления, которое управляет работой насоса в зависимости от требуемого давления в баке. Установку можно располагать на любой высоте, даже ниже поверхности земли, что иногда имеет существенное значение, например, вблизи аэродромов, где устройство водонапорных башен недопустимо.

Водопроводная сеть транспортирует и распределяет воду между водопотребителями и состоит из магистральных и распределительных водоводов.

Магистральные водоводы подают воду от источников водоснабжения в распределительные водоводы. Располагают их по возможности по водораздельным линиям местности, на односкатном склоне – по его верхней границе, на ровной местности – посередине участка (поселка). Трубы укладывают в непромерзающий грунт (ниже глубины промерзания).

Распределительные водоводы прокладывают от магистральных до места разбора воды – домов и хозяйственных зданий.

Для внешней водопроводной сети используют стальные и чугунные трубы диаметром 50 мм и более, полиэтиленовые диаметром до 150 мм, асбестоцементные диаметром 50...100 мм, железобетонные диаметром 500 мм и более. Диаметры труб устанавливают гидравлическим расчетом. Повороты, ответвления, переходы от одного диаметра к другому выполняют из фасонных частей.

Воду из напорной водопроводной сети забирают с помощью водозаборных колонок, домовых отверстий (рис. 10.5), пожарных подземных или наземных гидрантов (рис. 10.6), групповых или индивидуальных автопоилок (рис. 10.7). Расстояния между водозаборными колонками и пожарными гидрантами должны быть не более 120 м. Во время пожара к гидранту присоединяют пожарный шланг.

В жилой дом водопровод подводят сквозь фундамент. Главную трубу располагают в подвале, а при его отсутствии – на первом этаже. От этой трубы отводят вертикальные ветви – стояки, подводящие воду к кранам, раковинам, унитазам и т.п. У основания каждого стояка устанавливают вентиль.

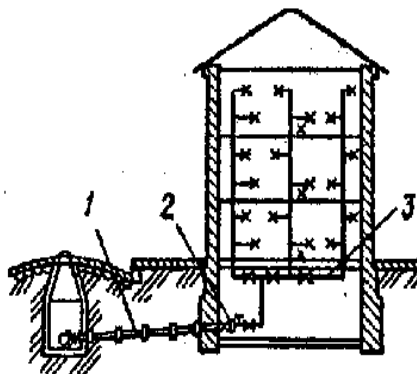


Рис. 10.5. Схема домового ответвления водопроводящей сети:
1 – домовой ввод; 2 – водомер; 3 – внутренняя сеть

Водопровод внутри дома делают из оцинкованных или простых железных труб. Диаметр их берут с учетом расхода воды при скорости ее течения 1...1,5 м/с. Вся домовая водопроводная сеть должна иметь возможность полного опорожнения.

В животноводческих постройках водопроводную сеть соединяют со стояками так же, как и жилых домах. От стояков вода идет по внутренней линии труб к автопоилкам, водозаборным и пожарным кранам. Внутренняя линия труб может быть расположена посередине здания (тупиковая сеть) или вдоль его стен (кольцевая сеть).

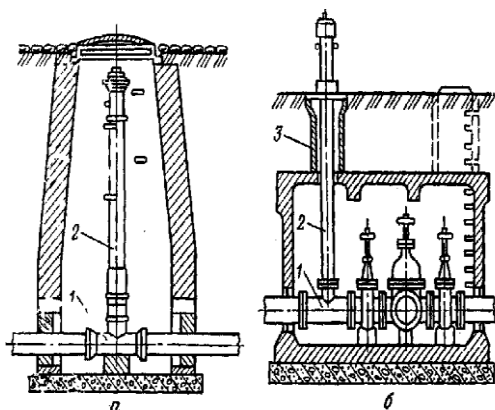


Рис. 10.6. Схема колодцев с установкой подземного (а) и наземного (б) пожарных гидрантов
1 – пожарная подставка; 2 – сток; 3 – керамическая труба

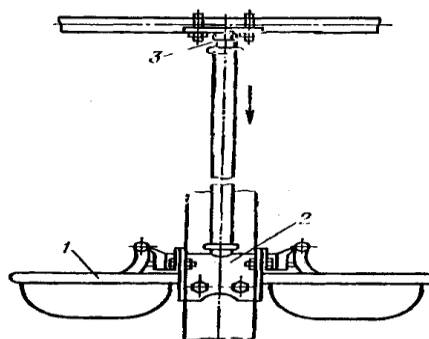


Рис. 10.7. Схема двойной поилки: 1 – автопоилка; 2 – башмак; 3 – седелка

Автопоение скота значительно удешевляет водоснабжение. Наибольшее распространение получили автопоилки с пружинным клапаном. Во время водопоя животные нажимают губами на рычажную вилку, открывается входной клапан, и вода выходит из водопровода в поилку. Автопоилки устраивают на удобной для животных высоте. Дважды в день их очищают и один раз в 5 сут. дезинфицируют.

Для мытья помещений устанавливают поливные краны с радиусом действия 10...15 м.

Противопожарное водоснабжение в сельских поселках можно осуществлять и из естественных и искусственных водоемов (пруды, водохранилища) или резервуаров, к которым делают подъезды для мотопомпы и автонасосов.

Каждый из этих водоемов должен иметь запас воды, необходимый для тушения пожаров в течение 3 ч, и обслуживать поселок при наличии автонасосов в радиусе до 200 м, мотопомп – в радиусе до 150 м, ручных пожарных насосов – в радиусе до 100 м. Расчетные пожарные расходы принимают в поселках с населением до 500 человек 5 л/с, 500...5000 – 10 л/с, 5000...20000 – 15 л/с, для производственно-хозяйственных комплексов в зависимости от размера комплекса – 5...20 л/с.