

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-МСХА
ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

ЖУРАВЛЕВА Л.А.



ОСНОВЫ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО И ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Учебное пособие

для обучающихся по направлению подготовки

35.03.11 Гидромелиорация

08.03.01 Строительство

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Москва 2025

УДК 631.6
ББК 40.6

Рецензенты:

Д.т.н., профессор кафедры гидромелиорации,
природообустройства и строительства ФГБОУ
ВО Вавиловский университет

Ф.К. Абдразаков

К.т.н., ведущий научный сотрудник ФГБНУ
«ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»

Н.Б. Мартынова

Ж91 Журавлева Л.А.
«Основы гидротехнического и гидромелиоративного
строительства»: учебное пособие Л.А. Журавлева – Москва:
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2025 г. –
129 с.

ISBN 978-5-00207-876-9

В учебном пособии рассмотрены общие сведения гидромелиорации, гидравлики и гидрологии, способы и оборудование для орошения и осушения земель. Рассмотрены основные правила оформления проекта организации строительства, стройгенплана, организации складского хозяйства, временных зданий, временного электроснабжения и водоснабжения строительной площадки.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.11 Гидромелиорация, 08.03.01 Строительство, 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Может быть использован практиками, в системах послевузовского образования и повышения квалификации.

ISBN 978-5-00207-876-9

© Журавлева Л.А. 2025
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени
Тимирязева К.А.

ВВЕДЕНИЕ

Гидротехническое и гидромелиоративное строительство связано с созданием сооружений, которые предназначены для использования и охраны водных ресурсов.

Гидротехническое строительство — область науки и техники, занимающаяся разработкой научных основ рационального использования природных водных ресурсов для различных хозяйственных целей, расчетного обоснования, проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений, позволяющих осуществлять различные водохозяйственные мероприятия, а также решением проблем разработки новых конструкций этих сооружений, отвечающих требованиям повышенной надежности и экологической безопасности.

Гидромелиоративное строительство — строительство мелиоративных систем (орошения, осушения) и речных гидротехнических сооружений. Речные гидротехнические сооружения — специализированные водохозяйственные гидротехнические сооружения на несудоходных водных потоках и водохранилищах.

В учебном пособии рассмотрены общие сведения гидромелиорации, гидравлики и гидрологии, способы и оборудование для орошения и осушения земель. Рассмотрены основные правила оформления проекта организации строительства, стройгенплана, организации складского хозяйства, временных зданий, временного электроснабжения и водоснабжения строительной площадки.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

Термин «мелиорация» означает улучшение.

Мелиорация земель — это изменение природных условий путем регулирования водного и воздушного режимов почвы в благоприятном для сельскохозяйственных культур направлении.

По воздействию на почву и растение различают агротехнические, лесотехнические, химические и гидротехнические мелиорации.

При *агротехнических мелиорациях* повышение плодородия земель достигается правильным выбором вспашки, залужением (посевом трав) крутых склонов, мульчированием почвы (покрытие торфом или измельченной соломой для уменьшения испарения), улучшением лугов и пастбищ, снегозадержанием и др. приемами.

Этот вид мелиораций не требует специальных капитальных вложений, так как выполняется обычно при помощи машин и орудий, уже имеющихся в хозяйстве.

Под *лесотехническими мелиорациями* подразумевается улучшение земель посадкой древесной или травянистой растительности. Сюда относится закрепление движущихся песков, облесение крутых склонов и оврагов, создание полезащитных лесных полос, водорегулирующих лесных насаждений, облесение водохранилищ и т. д.

При *химических мелиорациях* для улучшения земель в почву вносят известь (для ликвидации кислотности), гипс, серную кислоту, томасшлаки (для солонцовых почв), фосфоритную муку. Также используют различные гербициды для борьбы с зарастанием мелиоративных каналов и прилегающих полей сорной растительностью, полимерные материалы для снижения фильтрации из водоемов и крупных каналов.

При *гидротехнических мелиорациях* улучшение земель достигается изменением водного режима почвы искусственным орошением, строительством плотин, водохранилищ, оросительных и осушительных каналов, трубопроводов и т.д.

В степных районах для задержания весенних талых вод устраивают лиманы, которые существенно повышают урожаи трав и других культур.

Лиман — это низкое, затапливаемое весной понижение, огороженное дамбой. Вода стоит в лимане несколько дней, почва насыщается влагой. Затем вода спускается и производится посадка культур. В избыточно увлажненных районах (на Севере) и в низких местах избыток воды отводят осушительными мелиорациями. В предгорных районах в целях борьбы с водной эрозией строят террасы. Для орошения риса и промывки засоленных земель устраивают чеки и дренажную сеть. В засушливых или периодически засушливых районах, а также в умеренно увлажненных районах при возделывании культур, потребляющих много воды (многолетние травы, овощные и технические культуры), возникает потребность в орошении.

В зависимости от баланса влаги и тепла территорию России условно делят

на пять зон: тундра, лесная (тайга), лесостепь, степь, пустыня.

В тундре и лесной зоне, где осадков выпадает больше, чем испаряется, наблюдается переувлажнение и заболачивание почв.

В лесостепной зоне испарение превышает количество осадков, в степной и полупустынной зонах осадков выпадает в 2,5...9 раза меньше, чем испаряется.

Районы северной и средней тайги с избыточной естественной увлажненностью преобладают на европейском Севере и Северо-Западе, в Западной и Восточной Сибири; южная тайга и смешанные леса — в центральном и северо-восточном районах Нечерноземной зоны, на Среднем Урале, в Алтайско-Кемеровском районе и на Дальнем Востоке.

Лесостепь наиболее распространена в центральных черноземных областях, в районах Южного Урала. К влажным типичным степям относятся ландшафты юго-востока, Северного Кавказ. Засушливые южные степи преобладают в районах Заволжья.

Помимо крупных природных зон, в нашей стране для административных и хозяйственных целей выделены природно-хозяйственные, а для целей районирования сельскохозяйственных культур, внесения удобрений и других нужд — специальные сельскохозяйственные зоны или районы.

Природно-хозяйственные районы обычно включают несколько административных областей, более или менее сходных по природным условиям. Для выделения зон различного увлажнения используют коэффициент увлажнения

$$K = Q_c / E,$$

где Q_c - сумма осадков за год, мм.

E - годовая испаряемость, мм. (*Испаряемость* - испарение воды с открытой водной поверхности (в мм).

Рассмотрим этот климатический показатель. Среднее состояние атмосферы в данной точке земного шара называется атмосферным климатом — это средние за год температура, осадки, влажность воздуха. Климаты располагаются на земном шаре в виде широтных поясов, которые в зависимости от увлажненности характеризуются типом растительности, почв и называются почвенно- биоклиматическими. По условиям увлажнения различают 6 главных групп климатов.

<i>Группы климатов</i>	<i>Коэффициент увлажнения</i>
Очень влажные (экстрагумидные)	Более 3
Влажные (гумидные)	1-3
Полувлажные (семигумидные)	1-0,5
Полусухие	0,5-0,3
Сухие (аридные)	0,3-0,1
Очень сухие (экстрааридные)	Менее 0,1

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРАВЛИКИ И ГИДРОЛОГИИ

Гидрология – наука, изучающая закономерности распределения и движения вод земного шара, количественные и качественные изменения их в результате взаимодействия вод с окружающей средой (поверхностью земли и воздушной оболочкой).

Круговорот воды в природе.

Под влиянием солнечной радиации с поверхности морей и океанов (70,8% от площади земного шара) ежегодно испаряется 505 тыс.км³ воды. Испарившаяся влага большей частью конденсируется и возвращается в виде атмосферных осадков в океан, совершив *малый круговорот*.

Часть испарившейся с океанов влаги переносится воздушными течениями на сушу, где определенная ее часть выпадает в виде осадков, остальная часть выносится через материк в океан.

Выпавшие осадки частично стекают по поверхности суши в виде рек и ручьев, частично идут на питание грунтовых вод, а частично испаряются. В конце концов воды, доставленные воздушным течением на сушу достигают океана, завершая *большой круговорот воды в природе*.

Круговорот воды в природе – это непрерывный процесс влагообмена между океаном, атмосферой и сушей.



Рисунок 2.1- Круговорот воды в природе

Кроме большого и малого круговорота воды в природе существует:

- влагооборот бессточных областей (влагообмен производится путем переноса влаги с океанов и обратно воздушными массами;
- местный или внутриматериковый влагооборот.

Водный баланс

Схема круговорота воды в природе может быть выражена *уравнением водного баланса*, который определяет связь между приходом и расходом влаги.

$$B=O-C-I+(-)\Delta W,$$

где: Б – баланс; О – осадки; С – сток; И – испарение; ΔW - изменение запасов влаги.

По исследованиям Государственного гидрологического института на территории России элементы водного баланса составляют:

Осадки	530 мм
Испарение	330 мм - 62%
Сток	200 мм - 38%.

Распределение стока по территории России неравномерное: максимальный речной сток наблюдается в северных, северо-западных и восточных областях:

Бассейны Баренцова, Белого, Балтийского, Беренгова, Охотского и Японского морей сосредоточили 80% речного стока.

А на всю остальную часть с наиболее развитым хозяйством приходится 20% стока.

Характеристики стока

Расход Q – количество воды, протекающее через поперечное сечение реки в одну секунду, м³/с (может быть среднесуточный, среднемесячный, среднесезонный, среднегодовой и среднемноголетний).

Объем стока W – это количество воды, протекающее через данное сечение реки за некоторый промежуток времени (м³), т.е.

$$W = Q T,$$

где T – число секунд в рассматриваемом периоде.

Модуль стока q – количество воды, стекающее с единицы площади водосбора в 1 секунду (л/с/км²)

$$Q = 1000 q F,$$

где: 1000 – переводной коэффициент; F – площадь водосбора, км².

Слой стока h – количество воды, стекающее с водосбора, равное величине слоя воды, равномерно распределенной по площади этого водосбора (мм).

$$h = W/(1000 F).$$

Коэффициент стока σ – это отношение высоты слоя стока h к количеству выпавших на площадь водосбора осадков O , обусловивших этот сток

$$\sigma = h / O.$$

Норма стока – средняя величина годового стока за многолетний период с неизменными физико-географическими условиями.

Общие сведения о реках

Река, впадающая непосредственно в море называется *главной*.

Реки, впадающие в главную реку, называются *притоками* первого порядка, Далее следуют притоки второго порядка и т.д.

Совокупность всех рек, впадающих в главную реку, называется *речной системой*.

Основные характеристики речной системы:

-длина составляющих ее рек;

- густота речной сети (длина всех рек/ площадь);
- извилистость (коэффициент извилистости - фактическая длина/расстояние по прямой исток-устье);
- разветвленность рек (образование островов).

Густота речной системы увеличивается с увеличением количества осадков, утяжелением гранулометрического состава, увеличением уклона местности, уменьшением растительного покрова (лес уменьшает густоту речной системы).

Речной бассейн

Бассейн каждой реки включает поверхностный и подземный водосборы.

Поверхностный водосбор – земная поверхность, с которой вода поступает в данную речную систему.

Подземный водосбор – часть толщи почвогрунтов, из которых вода поступает в речную сеть.

Поверхностный водосбор каждой реки отделяется от соседнего водораздельной линией, проходящей по наиболее высоким точкам земной поверхности.

Площадь водосбора нарастает по мере продвижения вниз по течению и по мере впадения в нее притоков.

Поперечный профиль реки

Характеристики поперечного профиля реки:

Живое сечение – поперечное сечение реки, заполненное водой.

Ширина реки B – зависит от уровня воды и определяется по поверхности воды между урезами берегов.

Средняя глубина определяется по зависимости:

$$h_{\text{ср.}} = w / B,$$

где w – площадь живого сечения реки.

Гидравлический радиус R – частное от деления площади живого сечения на длину смоченного периметра χ :

$$R = w / \chi$$

Для широких и неглубоких рек $\chi \approx B$, поэтому:

$$R = w / B \approx h_{\text{ср}}$$

Типы питания рек

Подземное и поверхностное. Поверхностное питание в свою очередь подразделяется на снеговое, дождевое и ледниковое.

Снеговое питание - присуще большинству равнинных рек Европейской части РФ. Для них характерно весеннее половодье, в течение которого проходит 50% речного стока.

Дождевое питание – присуще Северу Черноморского побережья, Крыму, Восточной Сибири. Для них характерны паводки в любое время года в период ливней и обложных дождей.

Ледниковое питание – встречается на Кавказе и Алтае. Для них характерны летние паводки, увеличивающиеся днем и уменьшающиеся ночью.

Подземные воды – питание равномерное в течение года. Его имеют почти все реки (от 30 до 60%). Меньшая доля – для рек в зоне вечной мерзлоты.

Наиболее распространенный тип – смешанный.

Озером называется котловина или впадина земной поверхности, заполненная водой, не имеющая непосредственного соединения с морем (океаном) и отличающаяся замедленным водообменом.

Искусственное озеро называется *водохранилищем*.

Водоохранилище наибольшего размера или мелководное естественное озеро называется *прудом*.

По происхождению озера:

- плотинные
- котловинные
- смешанные.

Плотинные – образуются вследствие перекрытия долины реки обвалом, наносами, обломочным материалом отступающего ледника.

Тектонические – котловины образовались в результате тектонических процессов. Озера очень глубокие: Байкал, Севан, Иссык-Куль.

Вулканические – появляются под действием вулканических сил. Озера на Курильских островах.

Дефляционные – образуются в результате выдувания горных пород. Их котловины обычно неглубокие.

Ледниковые – результаты действия ледников: Селигер, Ильмень.

Карстовые – результат химической деятельности подземных и поверхностных вод. Озера бассейна р. Северная Двина.

Термокарстовые – результат заполнения водой углублений на поверхности земли, образующихся в районах вечной мерзлоты, вследствие таяния подземных платов и линз льда. Озера в Якутии.

Смешанные – образуются от совместного воздействия различных причин.

Например: Ладожское и Онежское – тектонического происхождения, подвергшиеся действию ледников.

Движение грунтовой воды

Водопроницаемый грунт состоит из отдельных частиц (песчинок), между которыми имеются поры. Суммарный объем пор составляет обычно 35-40% от объема грунта.

Явление движения воды в этих порах называется *фильтрацией*.

Вода в поры может попасть различным образом. Например: атмосферные осадки просачиваются в грунт. На некоторой глубине вода будет задерживаться слоем слабопроницаемого грунта (глина, скала), при этом вода далее будет двигаться по поверхности водонепроницаемого слоя.

Водонепроницаемый слой (водоупор) образует как бы *русло потока грунтовой воды*.

В этом русле движется грунтовая вода со свободной поверхностью, в каждой точке которой имеется атмосферное давление. Такие потоки называются *безнапорными*.

Движение воды в почве является *ламинарным* – т.е. частицы жидкости движутся параллельно друг другу, без перемешивания (скорости небольшие).

Движение воды в крупнозернистых грунтах (гравий, галька, каменная наброска, трещиноватая скала) может быть *турбулентным* – движение воды, сопровождающееся перемешиванием (скорость больше критической).

Скорость фильтрации

Опытным путем еще в 19 веке было установлено, что скорость фильтрации в случае ламинарного движения жидкости, представлена следующей зависимостью, называемой *формулой Дарси*:

$$u = KI,$$

где: u – скорость фильтрации в данной точке; I пьезометрический уклон в этой точке; K – коэффициент фильтрации.

Коэффициент фильтрации представляет собой скорость фильтрации при единичном пьезометрическом уклоне.

Пьезометрический уклон – это падение пьезометрических линий, отнесенное к соответствующей длине.

$$I = (h_1 - h_2) / (l_2 - l_1)$$

$$Q = \omega KI.$$

Зависимость называется *формулой Дарси*.

Методы определения коэффициента фильтрации

Существует 3 различных метода определения коэффициента фильтрации, входящего в формулу Дарси:

Лабораторный метод.

Коэффициент фильтрации определяется в лаборатории на специальном приборе, в который закладывается образец интересующего нас грунта (с нарушенной или ненарушенной структурой).

Расчетный метод.

Коэффициент фильтрации определяется расчетом по эмпирическим формулам в зависимости от величины диаметра частиц грунта. Например: по формуле М.П. Павчича:

$$k = 4f/v(\rho)^{0.33} n^2 d^{-2} / (1-n)^2, \text{ см/с}$$

где: v – кинематический коэффициент вязкости жидкости, $\text{см}^2/\text{с}$,

f – коэффициент, учитывающий форму частиц (для песчано-гравелистых – 1, для щебенистых – 0,4),

$\rho = d_{60}/d_{10}$ – коэффициент разнородности грунта,

d_{17} – диаметр частиц, вес которых вместе с более мелкими составляет 17% от веса всего грунта,

n – пористость.

Полевой метод.

Для насыщенных водой почв удобен *метод восстановления уровня*: однократный отлив воды из скважины с последующим измерением уровней

через определенные промежутки времени t .

Коэффициент фильтрации определяется после достижения почти полного выравнивания уровня в скважине с УГВ. Расчет ведется по формуле Г.Д.Эркина.

$$k = 0,875D^2 / (H=D) t \lg ((Y_0 - h)/(Y^1 - h)),$$

где t – время, за которое УГВ поднялось с Y_0 до Y^1 .

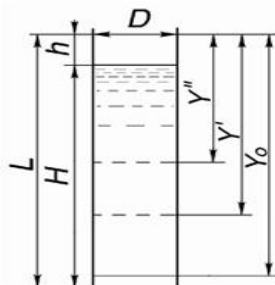


Рисунок 2.2 – Параметры скважины, необходимые для определения боковой водопроницаемости. Условные обозначения: L- глубина скважины, H- мощность слоя воды в скважине, h –глубина установившегося уровня воды от дневной поверхности; D-диаметр скважины

Гидромелиоративный фонд

Мелиоративные зоны

Территория России расположена в различных по степени естественного увлажнения зонах – от снежных пустынь на севере до безводных степей – на юге.

Количественную Оценку условий увлажнения *А.Н.Костяков* предложил давать по *коэффициенту естественного увлажнения*:

$$\alpha = M P/E,$$

где: M – коэффициент полезного использования осадков; P - годовая сумма осадков, мм; E – испарение почвой за год, мм.

$$E = 100 t (1-r/100),$$

где: t – средняя температура воздуха, град; r – относительная влажность воздуха, %.

По этому показателю выделено 3 зоны увлажнения:

- 1) $\alpha > 1,2$ – *избыточного* – севернее Минска, Ярославля, Сыктывкара.
- 2) $\alpha = 0,8-1,2$ – *неустойчивого* – севернее Курска, Перми.
- 3) $\alpha < 0,8$ – *недостаточного*.

Позднее были предложены другие методы оценки естественного увлажнения территории:

Н.Н.Иванов - коэффициент увлажнения:

$$K=P/E$$

$$E=0,0018(25+t)^2(100-r),$$

где: E – месячная испаряемость, мм,

t – среднемесячная температура воздуха, град. С;

r – среднемесячная относительная влажность воздуха, %.

Г.Т.Селянонов – гидротермический коэффициент:

$$\text{ГТК} = P / 0,1 \Sigma t$$

ГТК	Степень увлажнения
< 0,4 - 0,7	Сухо
	Слабая засуха
0,7 – 1,3	Засуха
1,3 – 1,6	Хорошее увлажнение
> 1,6	Избыточное увлажнение

Д.И.Шашко - показатель увлажнения:

$$K = P / \Sigma d$$

Где Σd – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, мб.

K	Степень увлажнения
> 0,6	Избыточное увлажнение
0,45-0,6	Влажная
0,25-0,45	Слабозасушливая
0,15-0,25	Засушливая
<0,15	сухая

Водно-физические свойства почв

Почва состоит из твердой, жидкой и газообразной фаз.

Твердая фаза – минеральные вещества, живые и мертвые организмы.

Жидкая фаза – вода и органические вещества.

Газообразная фаза – почвенный воздух.

Физические свойства почвы

Плотность твердой фазы почвы (p) – масса твердой массы почвы (M_0) , отнесенная к ее объему (V_0):

$$p = M_0 / V_0$$

Плотность (γ) – масса почвы (M) отнесенная к объему почвы вместе с порами (V).

$$\gamma = M / V$$

Пористость (P) – суммарный объем пор между частицами твердой фазы почвы в единице ее объема:

$$P = (1 - \gamma / p) 100, \%$$

Водные свойства почвы

Влажность почвы – количество воды, находящееся в данный момент в почве, выраженное в весовых или объемных %.

Влагоемкость почвы – способность ее вмещать или удерживать при определенных условиях некоторое количество влаги.

Зависит от влажности, пористости, температуры, степени окультуренности и т.п., изменяется по глубине.

Подразделяется на:

Полную влагоемкость (ПВ) – максимальное количество влаги, которое может содержаться в почве при условии полного заполнения всех пор и пустот.

$$ПВ = P / \gamma$$

Наименьшая влагоемкость (НВ) – максимальное количество влаги, удерживаемое почвой в условиях полного и свободного стекания гравитационной воды. Имеет наибольшее агрономическое значение, т.к. характеризует верхний предел оптимальной влажности почвы.

Капиллярная влагоемкость (КВ) – количество воды, удерживаемое почвой в капиллярно-подпертом состоянии.

Водоотдача - способность почвогрунтов, насыщенных влагой, отдавать свободную воду.

$$\mu = ПВ - НВ$$

составляет:

пески	10-20%
супеси	5-10%
суглинки	2-5%
торф	5-7%.

Продуктивная влага или доступная для растений влага ($W_{пр.}$) – разность между запасами влаги при НВ ($W_{НВ.}$) и при влажности устойчивого завядания растений ($W_{вз.}$): $W_{пр} = W_{НВ} - W_{вз}$

3 ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ

Орошение — это искусственное увлажнение почвы. Применяется при недостаточном естественном увлажнении осадками для получения высоких и устойчивых урожаев. Оно обеспечивает наиболее благоприятный для растений микробиологический режимы почв.

Орошение на больших территориях в зоне крупных оросительных систем и гидроузлов называется сплошным. В районах с недостатком водных ресурсов орошение проводят на базе вод местного стока (малое орошение). При этом проводят выборочное орошение, т.е. орошают не все культуры. Чаще всего это кормовые, овощные, плодовые культуры и виноград. Наиболее выгодным является сплошное орошение.

Стационарное и подвижное орошение

Орошение на местном стоке проводят на стационарных, то есть на специально организованных для этих целей, участках.

Стационарные участки орошения обычно устраивают:

- вблизи источника орошения (река, водохранилище, озеро, артезианские скважины);
- на плодородных (чаще на пойменных или припойменных) землях, на землях, обладающих благоприятными для полива рельефом и уклонами местности; не засоренных сорняками и не имеющих пятен солонцов и солончаков. Здесь устраивают постоянную насосную станцию, строят сеть оросительных каналов, трубопроводов и необходимые гидротехнические сооружения.

Подвижное орошение. Его проводят в обычных суходольных севооборотах, на больших площадях, которые занимают в полевых севооборотах 75...80%, а в кормовых—15...25% пашни, при этом орошают наиболее ценные культуры. При этом не строят постоянную оросительную сеть, а подают воду на поля при помощи передвижных или плавучих насосных станций и быстросборных металлических или пластмассовых трубопроводов. Озимые зерновые культуры и многолетние травы при подвижном орошении получают предпосевные и влагозарядковые ПОЛИВЫ в осенний, а в южных районах — и в зимний период. Это дает возможность осенью забрать большое количество воды из реки или водохранилища и создать в почве большие запасы влаги.

Подвижное орошение с выборочным орошением сельскохозяйственных культур на больших площадях экономически более выгодно, чем на небольших стационарных участках, где орошение лишено такой маневренности из-за ограниченности территории. Особенно оно выгодно для районов европейской территории, где осадки резко изменяются не только по годам, но и по периодам вегетации отдельных культур.

При орошении нельзя снижать влажность почвы в корнеобитаемой зоне до таких значений, когда начинается увядание растений (т.е. наступает влажность завядания). Влажность завядания зависит от водно-физических свойств почвы. Для супесчаных почв она равна 3...4% массы абсолютно сухой почвы, для легких суглинков — 4,5...7,5, для средних суглинков — 7,5...9,0, для тяжелых суглинков

— 9...12 и для глинистых почв— 14...18%.

Поливная норма – количество воды, даваемое в почву на 1 га площади за один полив (например, 500 м³/га).

Оросительная норма – количество воды, поданное на 1 га площади за весь оросительный период.

Для определения поливной и оросительной нормы необходимо знать потребность культур в воде по фазам их развития при запланированном высоком урожае. Запасы воды в почве в весенний период меняются по годам: они зависят от количества осенних дождей, пополнения в период зимних оттепелей, глубины снежного покрова зимой, запасов воды в снеге перед снеготаянием, глубины промерзания почвы зимой, характера снеготаяния и др. факторов.

С агромелиоративной и организационно-хозяйственной точки зрения можно выделить следующие виды поливов:

предпосевной - проводят с целью увлажнения слоя почвы 60-80 см и получения дружных и полных всходов, укоренения и быстрого роста и развития сельскохозяйственных культур в начальный, по существу решающий, период жизни растений.

Предпосевной влагозарядковый полив также проводят перед посевом, но с целью не только получения дружных и полных всходов, но и создания запасов влаги в более глубоких (1,5...2,0 м) слоях почвы.

Влагозарядковый полив проводят в осенний, или предзимний, период с

целью создания запасов воды в слое 1,5...2,0 м.

Режимы орошения

Режим орошения – совокупность сроков, норм и количества поливов.

Интервал времени, к течение которого проводят полив называется *поливным периодом*.

Интервал времени от начала первого полива до конца последнего называется *оросительным периодом*.

Интервал времени между смежными поливами называется *межполивным периодом*.

Поливная норма – количество воды, которое дают почве за 1 полив (m , $\text{м}^3/\text{га}$).

Оросительная норма – количество воды, которое дают растению за весь оросительный период (M , $\text{м}^3/\text{га}$).

$$M = \Sigma m$$

Режим орошения растений разрабатывается на основе водного баланса орошаемого участка. Оросительную норму определяют из уравнения водного баланса:

$$M = E - \alpha P + W_{\Gamma} + (W_{\text{Н}} - W_{\text{К}}),$$

где: M – оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$

P – осадки за вегетационный период, $\text{м}^3/\text{га}$

α – коэффициент использования осадков (0,3-0,5 – для засушливой зоны; 0,5-0,7 – для зоны недостаточного и неустойчивого увлажнения)

W_{Γ} – количество влаги, поступающее капиллярным путем из грунтовых вод, $\text{м}^3/\text{га}$

$W_{\text{Н}} - W_{\text{К}}$ – разница в запасах влаги в начале и в конце вегетации, $\text{м}^3/\text{га}$

E – суммарное водопотребление растений (для березы 600, хвойных – 650, калина, яблоня 550), $\text{м}^3/\text{га}$.

Приток капиллярной влаги W_{Γ} в активный слой почвы из грунтовых вод зависит от ее гранулометрического состава и глубины залегания грунтовых вод (при УГВ = 3 м, $W_{\Gamma}=0$).

Оросительная норма рассчитывается для года оптимальной обеспеченности на основании технико-экономического обоснования.

Поливная норма:

$$m = \text{HP}(\beta_{\text{НВ}} - \beta_0)$$

где:

m – поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

H – активный слой почвы, м;

P – пористость активного слоя почвы, %;

$\beta_{\text{НВ}}$ – запас влаги при наименьшей влагоемкости почвы, % от скважности;

β_0 – запас влаги перед поливом, % от скважности.

Число поливов:

$$n = M/m$$

Под оросительной системой понимают сеть крупных и мелких земляных

каналов, трубопроводов и гидротехнических сооружений, назначение которых забирать воду из источника орошения и транспортировать ее на орошаемую территорию в требуемых объеме и в необходимые сроки.

Состав оросительной системы (ОС)

Она состоит: из источника орошения (река, озеро, водохранилище, артезианские скважины); головного водозаборного сооружения или насосной станции (плотина, головной шлюз и др.); оросительных каналов и трубопроводов; оградительных, водосбросных и дренажных каналов; гидротехнических сооружений на каналах оросительной, водосбросной и дренажной сети; дорожной сети и мостовых сооружений; водорегулирующих и полевых защитных лесных насаждений.

Каналы оросительной сети

ОС по выполняемым задачам делится на проводящую и регулируемую.

Проводящая сеть включает крупные постоянные каналы:

- магистральный, или главный, при помощи крупного земляного канала, трубопровода или лотка забирают воду из источника орошения и подводят ее к орошаемой территории. Чтобы канал или трубопровод мог оросить большую площадь, его проводят по командным, то есть более высоким, отметкам территории;
- межхозяйственный распределитель забирает воду из магистрального канала и подает ее на территорию нескольких хозяйств;
- хозяйственный распределитель забирает воду из межхозяйственного распределителя и подает ее на территорию одного хозяйства;
- межучастковый или межбригадный распределитель подает воду на несколько севооборотных участков;
- участковый распределитель подает воду только на один севооборотный участок;

К каналам регулирующей сети относятся:

-временные оросители, это мелкие временные каналы - они подают воду на поля площадью 4...10 га. Их нарезают весной каналокопателями, а осенью заравнивают. Если временный (картовый) ороситель обслуживает площадь в 20 га и более, то его делают постоянным и полив проводят из этого канала по схеме: постоянный канал — выводные и поливные борозды (полосы), т.е. подают воду непосредственно к растениям;

-выводные борозды и поливные полиэтиленовые и другие трубопроводы забирают воду из картовых оросителей или из гидрантов поливных трубопроводов и подают ее на поливную площадку, то есть площадку, ограниченную двумя выводными бороздами или поливными трубопроводами.

Поливные площадки обычно в 4...5 раз меньше площади карты и составляют

1..3 га. Размер поливной площадки, как и поливной карты, зависит от степени выравненности поверхности поля, то есть длины поливных борозд или полос: чем ровнее поверхность, тем больше поливная площадка;

распределительные, или секционные борозды забирают воду из выводной борозды и подают ее на секцию борозд. Секция обычно объединяет от 10 до 20 поливных борозд и более. Распределительную борозду устраивают обычно рядом с выводной каналокопателем объединением поливных борозд;

поливная сеть — это поливные борозды, полосы, чеки, которыми поливная вода распределяется по полю. К поливной сети относятся также и внутрипочвенные увлажнители, которые прокладывают на глубину 0,5...0,6 м на расстоянии один от другого 1,2... 1,5 м.

Способы орошения

В зависимости от характера поступления поливной воды в почву все способы орошения можно разделить на три вида – поверхностный (наземный или самотечный), дождевание, подпочвенное орошение. Поверхностный способ орошения – способ, при котором поливная вода равномерно распространяется на поливном участке с помощью борозд, полос или отдельных хорошо выровненных площадок (чек) и впитывается в почву при движении или в состоянии покоя; При поливе по проточным бороздам вода впитывается в почву через дно и стенки борозд в процессе движения, а по затопляемым бороздам он впитывается в состоянии покоя. При поливе напуском по полосам вода движется тонким слоем по поверхности выровненных длинных полос и в процессе движения впитывается в почву вертикальной фильтрацией. При поливе затоплением небольшой участок – чек, окруженный со всех сторон земляными валиками, наполняют слоем воды, которая, находясь в состоянии покоя, просачивается в почву.

Для поверхностного орошения характерны следующие особенности:

1. поливы проводят периодически, запасы воды аккумулируются в верхних слоях почвы и расходуются в межполивные периоды;
2. увлажняется только почва;
3. возможно, получить различные глубины увлажнения;
4. большие колебания влажности почвы в период между поливами.

Орошение дождеванием, при котором поливная вода с помощью специальных аппаратов выбрасывается в воздух, дробится на капли и в виде дождя падает на растения и почву, увлажняя ее;

Для дождевания характерно:

1. поливы проводятся периодически, вода аккумулируется в верхних слоях почвы;
2. увлажняется не только почва, но и растения, что активизирует их физиологические процессы;
3. глубина увлажнения почвы, как правило, меньше, чем при поверхностном орошении;

4. можно давать частые поливы малыми поливными нормами и тем самым создавать более равномерный режим влажности почвы;
5. дождевание более сильно влияет на микроклимат приземного слоя воздуха, чем поверхностное орошение.

Подпочвенное орошение, при котором корнеобитаемый слой увлажняется водой, поступающей из специальных увлажнителей, проложенных на глубине 0,6 – 0,8 м от поверхности почвы.

Подпочвенное орошение позволяет :

1. получать только капиллярное увлажнение верхних слоев почвы;
2. поддерживать определенную глубину увлажнения;
3. значительно уменьшить испарение воды с поверхности почвы;
4. обеспечить непрерывное водоснабжение растений согласно водопотреблению.

Требования, предъявляемые к способам и технике полива:

1. равномерно распределять по площади и глубине корнеобитаемого слоя расчетное количество воды в необходимые сроки, обеспечивая в комплексе с агротехникой высокое плодородие почвы и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур;
2. исключать непроизводительные потери воды на просачивание в глубокие слои, на сбросы, на испарение и обеспечивать высокий коэффициент использования воды;
3. сохранять структуру почвы;
4. предупреждать ее засоление и заболачивание;
5. иметь высокую производительность труда на поливе, наибольшую механизацию и автоматизацию его;
6. проводить максимальную механизацию сельскохозяйственных работ и рационально использовать орошаемые земли.

Техника поверхностного полива, по бороздам и полосам

Техника поверхностного полива имеет задачей подавать на орошаемое поле нужные количества воды с определенным расходом и в определенные сроки, равномерно распределять эту воду по поверхности поля и, обеспечивая поглощение ее в почву, создавать в ней нужный водный режим, взаимоувязанный с притоком остальных факторов развития растений. Удовлетворяя этим требованиям, техника полива должна обеспечивать сохранение структуры почвы, высокий коэффициент использования воды, возможность широкой механизации сельскохозяйственных работ и высокую производительность труда. Чтобы давать высокий, близкий к единице коэффициент использования воды, нельзя допускать сброса воды и просачивания ее в глубокие слои почвы ниже увлажняемого слоя, т. е. нужно осуществлять требуемую поливную норму без сброса поверхностного и фильтрационного.

Почва при поверхностном поливе увлажняется путем поглощения в почву

воды, даваемой на поверхность орошаемого поля. По распределению воды по поверхности и поступлению ее в почву способы поверхностного полива можно разделить на две основные группы:

1) способы, при которых поливная вода распределяется по поверхности поля сплошным слоем и поступает в орошаемую почву в вертикальном направлении, т. е. главным образом гравитационным путем;

2) способы, при которых вода распределяется по поверхности поля по бороздам и поступает в орошаемую почву главным образом в боковом направлении, т. е. капиллярным путем.

Полив по полосам применяют только для культур узкорядного сева (зерновые, травы) и для влагозарядковых поливов на участках с уклонами от 0,002 до 0,02 (лучшие уклоны – 0,002 – 0,007).

Классификация полос:

По месту подачи воды на полосы с головным и боковым пуском воды;

По ширине полосы делят на узкие (1,8 – 3,6 м) и широкие (до 30 - 40 м);
По длине – на короткие (50 м) и длинные (до 500 м).

Поливные полосы располагают перпендикулярно горизонталям и устраивают их, как правило, одновременно с посевом. Полив по полосам применяется при уклонах от 0,002 до 0,015 (не выше 0,020) для культур узкорядного сева (зерновых хлебов, трав и др.). Валики делают высотой 10—15 см, в зависимости от даваемого расхода воды и наличия поперечного уклона. Валики нарезаются широкозахватными риджерами до посева или одновременно с посевом. Длина полос, обычно от 75 до 300 м, делается тем больше, чем меньше проницаемость почвы. Чем больше допустимый поливной расход воды и чем ровнее поверхность. Ширина полос должна быть кратной ширине захвата сельскохозяйственных машин, сеялок и других орудий (1,8—3,0— 7,2 м); кроме того, она связана с величиной даваемого на полосу расхода воды; нужно, чтобы вода растекалась по ширине полосы ровным слоем, причем скорость движения ее не должна превышать допустимой величины.

Полив по полосам допускает лучший посев и равномерную заделку семян зерновых хлебов и трав, комбайновую уборку их, более равномерный водный режим узкорядных культур. Недостаток этого способа — необходимость устройства валиков, требующих заравнивания перед уборкой. Во избежание неблагоприятного влияния этого способа полива на структуру и эрозию почвы необходимо тщательное сочетание размеров полосы и даваемого на нее расхода воды со свойствами почвы и уклоном.

Рассмотрение теории полива по полосам позволяет установить элементы техники полива и продолжительность его, нужные для получения максимального коэффициента полезного использования воды и высокой производительности труда. В зависимости от правильного сочетания элементов техники полива и применения средств автоматизации распределения воды по полю производительность при поливе по полосам составляет от 2 – 4 до 8 – 10 га за смену на одного поливальщика. Правильная разбивка полос,

выравнивание их поверхности, армирование выпусков воды на полосы и другие методы имеют очень большое значение для повышения производительности труда.

Полив по бороздам

При поливе по проточным бороздам почва увлажняется при движении воды отдельными небольшими струями по бороздам, причем вода поступает в почву главным образом капиллярным путем. В поливные борозды вода подается из выводных борозд (при продольном расположении временных оросителей) или же непосредственно из временных оросителей (при поперечном расположении их). Способ полива по бороздам допускает применение междурядной обработки, обеспечивает хорошую аэрацию и лучший микробиологический режим почвы; он позволяет лучше сохранить структуру почвы.

Полив по бороздам применяют для полива широкорядных пропашных культур (хлопчатник, кукуруза, сахарная свекла, картофель, овощные и бахчевые, плодовые и ягодные насаждения, лесополосы и др.), а иногда и для зерновых культур (засеваемые борозды). Наиболее подходящий уклон борозд от 0,003 до 0,008; при больших уклонах местности борозды направляют под острым углом к нему, придавая дну борозд уклон 0,005. Полив по бороздам применяют на участках с уклонами до 0,02 - 0,03.

Борозды можно нарезать под любым углом к горизонталям, но так, чтобы вода самотеком продвигалась по всей длине борозд. Длину борозд обычно принимают от 60 до 300 м, в зависимости от проницаемости почв, уклона местности размеров струи, планировки поля. Ширину борозд поверху делают 25—35 см; чем больше водопроницаемость почвы, глубина воды и меньше уклон, тем больше ширина. Характер контуров увлажнения обуславливается свойствами почвы и продолжительностью полива; расстояние между бороздами должно быть таково, чтобы контуры капиллярного увлажнения на середине грядки смыкались, и корневая систем растений легко получала нужную влагу.

Увлажнение почвы в боковом направлении от борозды простирается в песчаных почвах на 20 - 25 см, супесях на 25-35, в суглинках на 35-45см. Сообразно боковому распространению увлажнения и способу посева культур расстояние между осями борозд принимают 45 -70 см, а глубину их 12—22 см. На тяжелых почвах и при больших уклонах глубина борозд уменьшается. При квадратно-гнездовом способе посева борозды делают небольшой глубины (12-15 см) для облегчения поперечной механизированной обработки. Наполнение борозд водой должно быть небольшим ($\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$ глубины их), так как в этом случае (при небольшом расходе в борозде) исключается переполнение борозд водой и затопление поля (что важно при поливе по мелким бороздам).

Кроме того, неглубокое наполнение борозд способствует:

1) поддержанию значительной части верхнего слоя почвы в рыхлом состоянии, что обеспечивает сохранение структуры почвы, более благоприятные водно-воздушный и питательный режимы, более равномерное увлажнение и поспевание почвы к обработке по длине борозд;

2) уплотняется только дно борозд, а откосы и гребень остаются рыхлыми, увлажняясь капиллярным путем;

3) на сильно влагоемких почвах с близким залеганием грунтовых вод и при прохладной весне увеличивается площадь нагрева и повышается температура почвы.

Так как водопроницаемость почвы борозд от первого полива к последующим снижается (вследствие заиления и уплотнения почвы и других причин) и в верхней части борозд сильнее, чем в нижней, следует при постоянной длине борозд уменьшать величину струи q от первых поливов к последующим. Углубление борозд, как и уширение их, увеличивает поглощение воды, сокращает время добегающего, снижает норму m и дает более равномерное увлажнение почвы по длине борозды. Так как с увеличением уклона борозд расход q должен уменьшаться, то при больших уклонах делаются более мелкие борозды с рыхлым дном, при малых же уклонах — глубокие борозды с гладким дном. Возможность рыхления почвы при бороздном поливе позволяет увеличить проницаемость почвы k_0 и тем самым благоприятно влияет на уменьшение сброса и повышает коэффициент полезного использования воды.

Полив дождеванием

Дождевание наиболее совершенный и перспективный способ полива. Оно имеет следующие преимущества перед поверхностным орошением:

- полная механизация работ;

- поливная норма регулируется более точно и в широких пределах (от 30 – 50 до 300 – 800 и более $m^3 / га$), что позволяет создавать водно-воздушный режим почвы, близкий к оптимальному и регулировать глубину промачивания почвы;

- можно поливать участки с большими уклонами и со сложным микрорельефом, требуется менее тщательная планировка полей;

- забор воды возможен из каналов, идущих в выемке, а также из закрытой сети;

- исключаются работы по поделке поливных борозд, валиков, выводных борозд, улучшаются условия механизации посева, посадки, обработки и уборки сельскохозяйственных культур;

- улучшается микроклимат и развитие корневой системы, активизируются процессы ассимиляции, повышается плодородие почвы и урожай сельскохозяйственных культур;

запланированный урожай можно получить при меньших (на 15 – 30 %) затратах воды, чем при поверхностном орошении;

- можно одновременно с орошением вносить удобрения в почву.

Дождевание наиболее широко применяют на безуклонных и малоуклонных участках с почвами средней и высокой проницаемости для полива овощных, технических, зерновых культур, садов, питомников, лугов и культурных пастбищ, а также в зонах избыточного и недостаточного

увлажнения, где орошение только дополняет естественные осадки в засушливые периоды.

Требования, предъявляемые к дождевальным устройствам

При поливе дождеванием интенсивность дождя не должна превышать скорости впитывания воды в почву, чтобы не повреждались цветы, завязи и листья растений. При поливе на тяжелых почвах она должна быть не более 0,06 – 0,15 мм/ мин, на средних почвах 0,10 - 0,25 мм / мин, на легких 0,15 – 0,45 мм / мин. Диаметр капли дождя не должен быть больше 1 – 2 мм.

В систему дождевания входят насосно-силовое оборудование, водоподводящие распределительные и поливные трубы, дождевальные аппараты и машины.

Системы дождевания по принципу работы делятся на: стационарные, полустационарные и передвижные.

В стационарных системах все элементы, кроме дождевальных аппаратов, занимают постоянное положение.

В полустационарных системах одни элементы системы неподвижны (например, насосная станция и магистральный трубопровод), а другие подвижны (например, распределительные и дождевальные трубопроводы, поливные машины и установки).

В передвижных системах все элементы в процессе полива перемещаются. Например, подвижная насосная станция, закончив подачу воды на одной позиции, перевозится вместе с трубопроводами на другую, где подает воду в переносимые или перевозимые дождевальные установки и машины.

Современные способы орошения

В настоящее время разрабатываются и начинают внедряться в практику новые способы полива — внутрипочвенное и капельное орошение, мелкодисперсное и импульсное дождевание.

При *импульсном дождевании* на стационарной закрытой оросительной сети устанавливают среднеструйные аппараты импульсного действия, которые накапливают воду в течение нескольких минут и затем «импульсивно», почти мгновенно выбрасывают дождевую струю, поворачиваясь после этого на некоторый небольшой угол. Интенсивность дождя принимается равной интенсивности водопотребления орошаемой культуры, так что общие влагозапасы почвы в течение оросительного периода (вегетации растений) практически не меняются, оставаясь на достаточно высоком уровне. Положительная сторона импульсного дождевания состоит в обеспечении постоянных оптимальных влагозапасов почвы, а отрицательная — в необходимости большого количества труб, хотя и меньшего диаметра, чем для обычного «порционного» дождевания.

Этот же принцип непрерывного орошения лежит в основе *капельного орошения*. Здесь пропущенная через специальные довольно сложные фильтры оросительная вода по системе (обычно из пластмассовых трубок) распределяется по полю и с помощью отводов с капельницами-наконечниками

подводится непосредственно в корневую зону каждого растения, для чего капельницы-инъекторы вдавливаются в почву. Специальным механизмом капельницы регулируются на пропуск такого расхода воды, который полностью компенсирует водопотребление растений. В этом случае водопотребление орошаемых культур значительно меньше, чем при импульсном дождевании, поскольку вода подается на некоторую глубину, и при сухой поверхности почвы потери на физическое испарение воды сведены к минимуму. Поэтому капельное орошение называют еще инъекционно-капельным.

При *внутрипочвенном* орошении вода подается в почву по трубам-увлажнителям, которые располагают через 1—2 м на глубине 0,4—0,5 м (ниже пахотного горизонта). Длина трубувлажнителей может достигать 100—200 м и более. Увлажнение почвы обычно осуществляется порционно отдельными поливными нормами, но имеются и системы внутрипочвенного орошения непрерывного действия.

При сильной атмосферной засухе (высокая температура и низкая влажность воздуха, особенно во время суховеев) даже при относительно высокой влажности почвы физиологические процессы в растениях могут угнетаться вследствие превышения интенсивности транспирации над скоростью поступления воды из почвы через корневую систему растений. В этих условиях весьма эффективным оказывается так называемое *мелкодисперсное дождевание*, когда с помощью специальных разбрызгивателей образуют пелену очень мелкого дождя, почти тумана, который, оседая на листьях растений, обеспечивает резкое улучшение физиологических процессов при ничтожно малом расходе воды. Мелкодисперсное дождевание следует рассматривать как вспомогательное средство борьбы с вредным воздействием суховеев на культурные растения, хотя в маловодных засушливых районах оно может применяться как самостоятельный вид орошения, обеспечивающий значительное повышение урожайности сельскохозяйственных культур (хотя и не столь большое, как при обычном «увлажнительном» дождевании) при минимальных затратах оросительной воды.

4 ОСУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ

При выборе методов осушения необходимо установить тип водного питания.

К основным типам водного питания (ТВП) избыточно-увлажненных земель относят:

Атмосферный, Грунтовый, Грунтово-напорный, склоновый, Намывной.

При *атмосферном* ТВП основным источником избыточной влаги являются атмосферные осадки. Этот ТВП свойственен верховым болотам, а также равнинам, сложенным глинистыми и суглинистыми почвогрунтами с малыми уклонами поверхности

При *грунтовом* ТВП основным источником избыточной влаги являются

грунтовые воды, залегающие близко к поверхности земли (УГВ = 0-1,2м). Обычно такие земли расположены в низинах и понижениях на нижних частях склонов.

Грунтово-напорный ТВП свойственен землям, в водном питании которых принимают участие подземные воды второго от поверхности земли водоносного горизонта. Свойственен болотам, расположенным в глубоких понижениях. УГВ на таких болотах находится постоянно под напором, они трудно осушаются.

При *склоновой ТВП* переувлажнение земель происходит за счет воды, притекающей со склонов. Он свойственен, как правило, тяжелым почвам, расположенным на склонах и у их подножий.

При *намывном ТВП* основной причиной переувлажнения являются воды рек, озер, водохранилищ и морей, выходящие из берегов в периоды половодий, паводков, приливов и застаивающиеся на поверхности земли. Он является основным для земель, расположенных в поймах рек и озер, в речных дельтах.

В пределах одного массива м.б. несколько типов водного питания, т.е. *смешанный ТВП*. В данном случае ориентируются на основной ТВП, определяемый на основе водного баланса.

Основные виды переувлажненных земель:

- болота (мощность торфа более 30 см);
- заболоченные земли (мощность торфа менее 30 см);
- минеральные переувлажненные земли (мощность торфа 0 см).

Методы и способы осушения

При осушении уменьшается количество воды в почве и ее место занимает воздух, что приводит к уменьшению теплоемкости почвы и как следствие:

- почва быстрее прогревается;
- быстрее идут биохимические и окислительные процессы в ней;
- лучше развивается корневая система в ней;
- растения меньше страдают от засухи и перегрева.

С помощью осушения создается оптимальный водно-воздушный режим почвы, который зависит от глубины залегания уровня грунтовых вод.

Таблица 4.1 - Нормы осушения

Использование земель	Норма осушения, см		
	Предпосевная обработка и уборка урожая	Первый месяц вегетации	В среднем за вегетацию
Полевые, кормовые, овощные севообороты	40-60	-	90-100
Пастбища	-	70-90	90-110
Сенокосы	-	40-60	60-80
Лесные	-	-	50

Понижение грунтовых вод до уровня, обеспечивающего оптимальный водно-воздушный режим почвы называется *нормой осушения*.

Норма осушения зависит от вида выращиваемых растений и культур, водно- физических свойств почвы, фазы развития растений и времени года.

Метод осушения – это принцип воздействия на факторы переувлажнения корнеобитаемого слоя.

Существуют следующие *методы осушения*:

-ускорение стока воды с поверхности почвы или ускорение поверхностного стока (при атмосферном ТВП);

-понижение УГВ или ускорение внутрипочвенного стока (при грунтовом и грунтово-напорном ТВП);

-перехват поступающего на осушаемый массив склонового стока (при склоновом ТВП);

-ускорение или задержка паводкового или озерного стока или регулирование режимов половодий и паводков (при намывном ТВП).

Способ осушения – это система технических мероприятий, обеспечивающих устранение избыточного увлажнения.

Способ осушения назначают исходя из *метода осушения*, который, в свою очередь зависит от *типа водного питания* земель.

Осушительные системы

Осушительная система – это комплекс инженерных сооружений и устройств для улучшения водного режима переувлажненных земель.

Она состоит из следующих элементов:

1. *Водоприемник* (река, озеро и др.) - служит для приема воды с осушаемой территории.

Таблица 4.2 - Основные способы осушения

Тип водного питания	Способ осушения
Атмосферный	Каналы, искусственные ложбины, закрытые осушители, агрономелиоративные мероприятия
Грунтовый и грунтово-напорный	Глубокие каналы, дренаы, разгрузочные скважины, вертикальный дренаж, противодиффузионные завесы
Склоновый	Нагорные каналы, противозерозные мероприятия на склонах
Намывной	Регулирование русел рек (спрямление, углубление), речного стока (сооружение водохранилищ, перехват притоков рек каналами, переброска части стока в другие бассейны), строительство дамб

Его задача: принимать воду с осушаемой территории и обеспечивать бесподпорную работу осушительной системы. Подпор воды в водоприемники может вызвать вторичное заболачивание осушаемой территории. Чтобы этого

не произошло необходимо проводить по мере необходимости расчистку и углубление русла, спрямление русла либо выправительные работы в русле.

Осушительную сеть, которую по назначению делят на регулирующую, оградительную и проводящую.

Регулирующая осушительная сеть (открытые осушители и собиратели, горизонтальные и вертикальные дрены и др.) предназначена для отвода из корнеобитаемого слоя избыточных вод и поддержания в нем оптимального водно-воздушного режима.

Оградительная осушительная сеть (нагорные и ловчие каналы, ловчие горизонтальные и вертикальные дрены и др.) предназначена для защиты

Осушаемой территории от притока избыточных поверхностных и грунтовых вод со стороны.

Проводящая осушительная сеть (магистральные каналы, открытые и закрытые коллекторы и др.) собирает избыточную воду из регулирующей и оградительной сети и доставляет ее за пределы осушаемой территории в водоприемник.

Дорожная сеть (дороги, мосты, переезды и др.) - служит для проезда транспорта и сельскохозяйственных машин по осушительной системе.

Эксплуатационные сооружения и устройства (наблюдательные скважины, гидрометрические посты, здания, средства связи, телемеханики и автоматики и пр.) - обеспечивают контроль и управление водным режимом почвогрунтов, а также поддержание мелиоративной системы в исправном состоянии.

Регулирующая сеть при грунтовом питании

Регулирующая сеть м.б. представлена глубокими осушителями (открытыми или закрытыми) при грунтовом и грунтово-напорном питании.

Открытые осушители – глубокие каналы, устраиваемые для отвода грунтовых вод с целью понижения их уровня.

Под влиянием каналов (дрен) плоская поверхность грунтовых вод деформируется в криволинейную, которая называется депрессионная кривая.

Осушители размещают параллельно друг другу (систематическая сеть) поперек потока грунтовых вод под острым углом к горизонталям (поперечная схема) или при малых уклонах – вдоль горизонталей.

Минимальный уклон осушителей -0,0003. Длина осушителей – 800-1500м.

Сопряжение с проводящей сетью под 60-90 град (чаще 90 град.).

Открытые каналы имеют трапецеидальное поперечное сечение.

Минимальная ширина по дну 0,4м, глубина от 1 до 2,5м.

Заложение откосов: 1- глина, торф; 1,5 – песок, супесь.

Расстояние между осушителями принимают по расчету или по рекомендациям НИИ, обычно 120-320 м.

Регулирующая сеть при атмосферном питании

Гидротехнические мероприятия

Открытые и закрытые осушители, тальвеговые каналы, ложбины.

Эти элементы располагают перпендикулярно потоку поверхностных вод или по естественным понижениям местности.

Открытые осушители – каналы глубиной 0,8-1,2 м для отвода поверхностных вод. Длина 0,7-1,5 км. Расстояние между каналами: пашня – 80- 120 м; луга – 100-200 м; лес – 80-320 м.

Сеть каналов является препятствием для проезда.

В последние годы ограничено применение открытой регулирующей сети для сельскохозяйственных целей, но является основным способом осушения лесов.

Закрытые осушители – обычные закрытые дрена, отличающиеся тем, что траншею до поверхности земли или до подошвы гумусового горизонта засыпают хорошо фильтрующим материалом (песок, шлак, гумусированный грунт).

Вода из гумусового горизонта по хорошо фильтрующей засыпке попадает в дрена.

Длина закрытых осушителей -150-200 м, глубина – ниже глубины промерзания грунта (0,7-1,0м). расстояние – от 12 до 60 м в зависимости от водопроницаемости почвы, осадков, уклонов поверхности.

Стоимость закрытых осушителей при атмосферном питании в 5-7 раз выше стоимости закрытых осушителей при грунтовым питании, особенно на слабоводопроницаемых грунтах, где расстояние между дренами сокращается до 8- 12 м.

Поэтому на таких грунтах применяют закрытые осушители с дополнительными мероприятиями по организации поверхностного стока и повышения водопроницаемости почв:

- планировка поверхности;
- сгущение дрена в понижениях и применение колонок из хорошофильтрующего материала;
- устройство колодцев-поглотителей с выводом их в коллекторы (для крупных понижений);
- искусственные ложбины с выводом их в колодцы-поглотители или открытые каналы;
- устройство воронок через кавальеры;
- перехват склоновых вод;
- кротование (50 см), глубокое рыхление (60-100см);
- интенсивное окультуривание почвы (внесение извести, минеральных и органических удобрений).

Тальвеговые каналы – выборочная сеть каналов, устраиваемая для отвода воды из узких тальвегов.

Ложбины - каналы с очень пологими откосами (1:5, 1:10) и малой глубиной (10 см – в истоке, 40-45 – в устье), не мешающие проезду техники.

Поперечное сечение трапецеидальное или треугольное. Нарезают ложбиноделателем или грейдером.

Длина ложбин 400-800м до 1500м – при больших уклонах.

Может быть различной конфигурации в плане,

располагаются по существующим западинам.

Для залужения используются влаголюбивые и устойчивые к затоплению травы.

Применяются при осушении лугов, а также при намывном типе водного питания.

Агромелиоративные мероприятия

Агромелиоративные мероприятия включают комплекс приемов по отводу избыточной воды, регулированию водного режима почвы.

В зависимости от действия на водный режим агромелиорации подразделяют на 3 группы:

Первая - приемы, обеспечивающие быстрый отвод избыточной воды по поверхности почвы и частично по пахотному слою (узкозагонная вспашка и профилирование поверхности поля, выборочное бороздование, планировка)

Эти агромелиоративные мероприятия ускоряют просыхание пахотного слоя в ранневесенний период и сокращают период переувлажнения его после обильных дождей, предохраняя сельскохозяйственные культуры от вымокания.

Вторая – приемы, ускоряющие сток избыточной влаги по пахотному слою почвы (гребневая и грядовая вспашка, создающие профилированную поверхность).

Третья – приемы обработки, обеспечивающие отвод избыточной воды по подпахотному слою (кротование, безотвальное рыхление и глубокая вспашка).

Увеличивая влагоемкость почвенного профиля, они способствуют созданию дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое.

Такие приемы обработки наиболее активно регулируют водно-воздушный, тепловой и пищевой режим почвы.

Технология проведения агромелиоративных мероприятий

1. Узкозагонная вспашка проводится на полях с уклоном поверхности менее 0,01 вдоль уклона, при уклонах более 0,01- под углом к направлению уклона (для предотвращения эрозии почвы). Для обеспечения высокой эффективности узкозагонной вспашки разъемные борозды прочищают и углубляют и прокладывают выводные борозды (глубиной 0,30 – 0,35 м). Узкозагонная вспашка выполняется обычными плугами. Узкозагонная вспашка не рекомендуется при обработке задернованных участков из под многолетних трав и залений.

2. Профилирование достигается повторным проведением узкозагонной вспашки с прежними размерами загонов и положением свалов и развалов. При этом верхний слой почвы постепенно смещается к середине загона, образуя выпуклый профиль. Облегчающий сток воды в разъемные полосы. Для создания нормально профилированных загонов шириной 10 – 15 м необходимо провести узкозагонную вспашку 2-3 раза: каждую вспашку выполняют при очередном сроке обработки (весной, осенью, следующей весной). Профилирование рекомендуется проводить при мощности гумусового слоя не

менее 20 см под культуры сплошного сева.

3. Бороздование выполняется бороздоделателем, навесным тракторным однокорпусным плугом или окучником. Прокладка борозд начинают от канала. Бороздование проводят после зяблевой обработки почвы или сразу после посева озимых или яровых зерновых культур. Осеннее бороздование наиболее эффективно, так как максимальное количество воды необходимо отвести с полей в период снеготаяния. Со временем уборки урожая глубина борозд значительно уменьшается, и они практически не влияют на работу уборочной техники.

4. Планировку поверхности проводят на всех участках независимо от выращиваемой культуры планировщиками или шлейф – волокушами и другими приспособлениями, которые могут быть использованы в хозяйстве. В зависимости от срока сева сельскохозяйственных культур планировку проводят весной, летом или осенью при влажностью почвы не более 70-80% от полной влагоемкости.

5. Гребневание применяется преимущественно на тяжелосуглинистых почвах с малым уклоном поверхности. Гребни нарезают обычно переоборудованным навесным плугом или специальным агрегатом при предпосевной обработки почвы, но гребневание можно проводить и при подъеме зяби. Гребни располагают в направлении уклона местности. Высота их (15-20см) зависит от мощности пахотного слоя и применяемых орудий обработки. Одновременно образуется сеть междугребневых борозд с расстоянием между ними 0.7м.

6. Грядование, как правило, нарезают весной при предпосевной обработке почвы, но проводят и осеннее грядование для обеспечения более ранней весенней высадке культур. Высота гряд зависит от мощности пахотного слоя и применяемых орудий обработки, ширина у основания 1,4м. Нарезают грядоделателем.

7. Кротование проводят на глинистых, средних и тяжелых суглинистых почвах одновременно со вспашкой или отдельно. Кротование одновременно со вспашкой рекомендуется проводить на участке, осушенных дренажем, поперек направления дрен. Оптимальное время для кротование – конец весны и осень до начала дождей. Кротование проводят при помощи специального приспособления к плугу КРОТ – 9Б, установленное на второй корпус, 4-5 корпусных плугов или на 1-3-корпусного плуга, дреноприваривают снизу к торцевой поверхности ножа кротователя.

8. Глубокое рыхление осуществляется на слабоводопроницаемых почвах при содержании физической глины (с размером частиц менее 0.01мм) выше 30 % и отсутствии каменистых включений в слое до 60 см. Глубокое рыхление проводят в процессе основной обработки участков на глубину 50-60 см или на 20- 30 см выше глубины заложения дрен на глинистых почвах – через 3-4 года, на тяжелых и среднесуглинистых – через 2-3 года, при влажности в пахотном слое не выше 80% наименьшей влагоемкости, а в подпахотном – 90-100 % (это составляет примерно 20-25 % массы сухой почвы). С этой целью используются рыхлители. Глубокое рыхление применяют под все

сельскохозяйственные культуры, и оно должно сопровождаться обязательным внесением дополнительных норм органических минеральных удобрений. Рыхление проводят перпендикулярно к дренам или под углом близким к 90 градусов, а также под острым углом к горизонталям или вдоль них.

9. Глубокая вспашка – применяется в основном под пропашные культуры и подъеме чистого пара. Выполняется плугами с вырезными корпусами или с почвоуглубителями. Используется также как один из приемов почвоуглубления. Почвоуглубление выполняют постепенным по 3-4см припахиванием подпахотного слоя обычными плугами, вспашкой с рыхлением подпахотного слоя и подмешиванием его к пахотному плугами с почвоуглубителями, с вырезными отвалами или безотвальными плугами, а также путем перемещение генетических горизонтов ярусными плугами для коренного улучшения подзолистых почв.

Применение агромелиоративных мероприятий в условиях Новгородской области по результатам исследований научных учреждений области позволяют увеличить продуктивность сельскохозяйственных культур на 15-40%.

5 ДРЕНАЖ

Закрытый дренаж – это такой способ осушения, при котором вода собирается и отводится в проводящую сеть по сделанным в подпочвенном слое отверстиям с заданным уклоном.

Дрены могут быть 2 видов: с закрепленными и незакрепленными стенками. Дрены с закрепленными стенками отличаются применяемым материалом:

гончарные, пластмассовые и деревянные.

Дрены с незакрепленными стенками могут быть:

- со свободной полостью: кротовый и щелевой дренаж;
- с заполненной полостью: фашинный, жердяной и каменный дренаж в зависимости от материала и конструкции заполнения полости.

Расположение дрен в плане м.б. *поперечным* (перпендикулярно уклону) – чаще всего или *продольным* - при малых уклонах поверхности (0,001-0,0005).

Дренажные трубки пористые или с зазорами в стыках, защищенные фильтрующим материалом от заиливания, укладываются на дно траншеи или специальный стеллаж, и засыпается до поверхности почвы грунтом.

В зависимости от *ширины дренажной траншеи* дренаж м.б.:

- траншейный (в = 50см)
- узкотраншейным (в = 20 см)
- бестраншейным.

По *виду материала* дренажных трубок различают дренаж:

- гончарный
- пластмассовый
- деревянный
- фашинный (из связок хвороста)

- жердяной и др.

Гончарный дренаж изготавливают из глиняных хорошо обожженных труб правильной цилиндрической или граненой формы.

Их изготавливают с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 мм длиной 33 см при диаметре менее 100мм и длиной 50 см при диаметре более 100 мм.

Осушители устраиваются из дрен диаметром 50и 75 мм, коллекторы – из труб больших диаметров.

Дно траншеи перед укладкой дренажа тщательно планируют. Осушителям придают уклон от 0,002 до 0,01. Укладку ведут сверху вниз. На разжиженных грунтах, в плывунах и торфяниках укладку гончарных дрен ведут на специальных стеллажах. Стыки труб обкладывают фильтрующим материалом: мхом, гравием, шлаком, стекловолокном.

Скорость движения воды в дренах 0,25-1м/с.

При впадении дрены в канал, её устье д.б. на 50 см выше дна канала.

При впадении коллектора в канал его устье д.б. на 20 см выше бытового уровня воды в канале.

Пластмассовый дренаж.

Устраивают из поливинилхлоридных и полиэтиленовых труб диаметром 50, 63, 75, 110, 125 мм в виде отрезков труб 3-6 м или в виде ленты 200-400м (бухты). На концах имеются конические расширения для соединения. Водоприемные отверстия изготавливают в виде щелей длиной 25-30 мм и шириной 0,4-0,6 мм или отверстий.

Достоинства: трубы легкие и транспортабельные, механизирована укладка.

Деревянный дренаж

Может быть дощатым и желобковым.

Дощатые м.б. размерами 50х50, 50х70, 70х70 см или треугольного сечения. Вода поступает в щели 3-5 мм между досками, которые оставляют при сбивке. Щели покрывают мхом или стекломатериалом.

Срок службы в торфянике 50 лет

Кротовый дренаж

Представляет собой систему подземных некрепленых ходов, напоминающих кротовые норы, которые проложены с заданным уклоном (не менее 0,002).

Используется для понижения УГВ, ускорения отвода поверхностных и почвенных вод.

Применяется на торфах со степенью разложения до 45% и мощностью более 80 см, а также на глинах и суглинках.

Кротовые дрены выводят в открытые каналы или фильтрующую засыпку дрен.

Кротовый дренаж в сочетании с материальным называется *комбинированным*.

Срок службы 3-5 лет.

водозахватной и осушающей способности дрен.

Основные ЗФМ:

Минеральные: гравий, песок, щебень, гумусированный грунт, шлак и т.п.

Органические: мох, торф, солома, опилки и т.п.

Искусственные: стеклохолст, стекловата, стиромуль.

По характеру действия ЗФМ м.б.:

- сыпучие: песок, щебень, стиромуль
- не сыпучие (структурные): торф, стекловата, стеклохолст.

Коэффициент фильтрации фильтров (k_f) в процессе их работы должен превышать коэффициент фильтрации грунта ($k_{гр}$)

$$k_f / k_{гр} > \alpha$$

где: $\alpha=5$ – для песчаных грунтов $\alpha=10$ – для торфяных грунтов $\alpha=20$ – для глинистых грунтов.

В последние годы широкое распространение получили стеклохолсты.

Для защиты гончарных труб диаметром 50 мм от заиливания рулонными материалами применяют следующие способы:

- обертку стыков труб полосками 7-10 см;
- сплошную защиту одной лентой шириной 30 см;
- укладку труб на подстилающую ленту шириной 15 см с покрытием сверху полосками шириной 7-10 см;
- сплошную защиту двумя лентами: подстилочной шириной 15 см и покровной шириной 25 см.

Для пластмассовых труб применяется предварительная (до укладки) обертка их лентой шириной 20-25 см с нахлестом не менее 3-5 см.

В качестве ЗФМ ограниченно применяют: мох, слаборазложившийся торф, ПГС, нетканые синтетические материалы.

Для повышения приточности воды к дрене и их осушающего действия помимо ЗФМ применяют: Засыпку труб гумусированным грунтом слоем не менее 20 см.

При бестраншейном строительстве дренажа на тяжелых почвах необходимо засыпать щель на высоту 40-50% полной глубины ПГС. Материал фильтрующей засыпки подбирается по зависимости:

$$K_3 > (3-5)k_n$$

Где: K_3 и k_n – коэффициенты фильтрации засыпки и почвенного слоя (обычно $k_n = 0,8-1,5$ м/сут).

Способы строительства дренажа

Существуют 3 способа строительства дренажа:

Траншейный

Узкотраншейный

Бестраншейный

Траншейный дренаж

Траншея шириной 50 см и заданной глубины нарезается землеройными машинами. На дно траншеи дренажукладчиком или вручную укладываются дренажные трубы с зазорами в стыках. Стыки обкладываются фильтрующим материалом: мхом, торфом, гравием, шлаком, стекловолокном и засыпают вынутым грунтом.

Качество очень высокое, пригоден для любых грунтов.

Узкотраншейный дренаж

Допускается использование только пластмассовых труб. Процесс укладки непрерывной пластмассовой ленты совмещен с нарезкой траншеи.

Преимущества:

- меньше объем земляных работ
- выше производительность труда.

Бестраншейный дренаж

Все работы представляют единый технологический процесс:

Бестраншейный дренажукладчик отрывает узкую щель и на его дно укладывает гибкие пластмассовые трубы диаметром 40-50 мм.

Преимущества: очень высокая производительность труда. Недостатки:

- невозможность контролировать качество укладки дренажа;
- нельзя применять на грунтах, содержащих большое количество камней и крупных корней деревьев.

Сооружения на дренажной сети

Устья коллекторов и дрен выходят на откосы магистрального канала и каналов младших порядков и м.б. подвержены неблагоприятным воздействиям внешней среды. Это наиболее уязвимое место осушительной сети, поэтому их количество делают минимальным. Последняя трубка дрены или коллектора делается бетонной или асбестоцементной и заканчивается железобетонным оголовком.

Смотровые колодцы необходимы для контроля и ухода за коллекторной сетью. Верх колодцев выводят на поверхность и закрывают крышкой. Дно колодца на 30-45 см ниже дна впадающей трубы. Дно колодцев периодически очищают от оседающих наносов.

Шлюз-регулятор устраивается для накопления воды в каналах, поддержание необходимых горизонтов воды в каналах при увлажнении и осушении с механическим подъемом, для сброса избыточных вод в водоприемник.

Прием и сдача построенных систем в эксплуатацию

Для сдачи-приемки объекта создается рабочая комиссия (заказчик, подрядчик, проектная организация).

Комиссия проверяет:

- техническую проектную и исполнительную документацию;

- документацию по переносу проекта в натуру, журналы производства работ, акты на открытые и скрытые работы;
- соответствие проекту, качество крепления каналов, разравнивание кавальеров, наличие воды в устьях, положение устьев по отношению к горизонту воды и дну каналов, качество смотровых колодцев;
- противопожарные мероприятия.

Мероприятия по технической эксплуатации осушительных систем

К ним относятся: надзор, уход и ремонт.

Надзор включает:

- контроль за правильным использованием системы осушения;
- наблюдения за работой системы и сооружений;
- наблюдения за водным режимом и правильным использованием земель;
- контроль за агротехникой;
- контроль за соблюдением противопожарных мероприятий;
- охрана сети.

Уход осуществляется систематически и включает:

- удаление из водоприемников и каналов обвалов грунта, наносов, камней, мусора и т.п.;
- скашивание не реже 2 раз в год травяной растительности на откосах каналов, дорожных насыпей, кюветов и берегах водоприемника;
- очистка от наносов смотровых колодцев, устьев, труб-переездов;
- исправление мелких повреждений на каналах и сооружениях;
- подготовка сооружений к пропуску паводков;
- консервация сооружений на зиму.

Ремонт подразделяется на текущий, капитальный и аварийный.

Текущий ремонт включает:

- очистку каналов и водоприемников от наносов, травы и древесно-кустарниковой растительности;
- ремонт устьев, колодцев;
- ремонт креплений откосов и дна каналов, отдельных участков дорог;
- посев трав;

Исправление наблюдательных скважин, водомерных постов, береговых знаков;

Ремонт скотопрогонов, переходов через каналы.

Капитальный ремонт включает:

- работы по исправлению крупных деформаций русел каналов и водоприемников;
- удаление наносов и расчистка заилений каналов и водоприемника;
- восстановление креплений каналов и водоприемника;
- восстановление разрушений струевыправительных сооружений (траверс, бун, дамб);

- перекладка отдельных дрен и коллекторов;
- замена устьев и других гидротехнических сооружений;
- строительство дополнительных дрен, водопоглощающих колодцев, каналов, дорог, мостов, труб-переездов и других сооружений, необходимость которых появилась в процессе эксплуатации.

Аварийный ремонт заключается в ликвидации последствий стихийных бедствий и включает: ликвидацию разрушений, расчистку заносов, заделку промывов и восстановление выведенных из строя элементов осушительной сети.

В условиях нормальной эксплуатации осушительных систем минимальный срок службы его элементов составляет:

Водоприемник- 25-30 лет, открытая сеть -10-25 лет, закрытая сеть 30-50 лет, деревянный дренаж в торфе -20 лет, кротовые и щелевые дрены -1-5 лет, бетонные колодцы -15-20 лет.

6 СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ

Кольматаж (colmatage – франц., от итал. colmat – наполнение, насыпь). Осушение земель кольматажем предусматривает регулирование водного режима переувлажненных территорий путем искусственного повышения земной поверхности. Для этого осушаемую территорию разбивают дамбами на квадраты (чеки), в которые по трубам насосами подается вода с большим содержанием взвешенных частиц грунта.

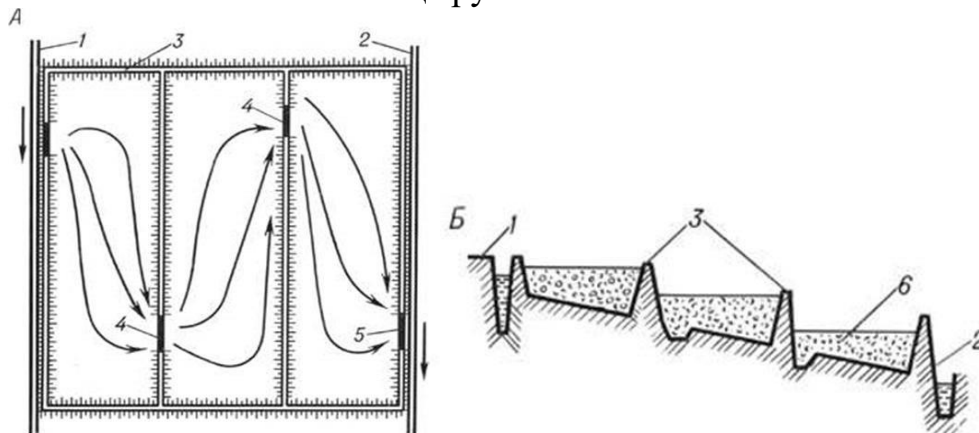


Рисунок 6.1 - а – Схема устройства кольматажных бассейнов (А - план, Б - разрез): 1 - кольматационный канал; 2 - сбросной канал; 3 - ограждающие дамбы; 4 - водосливы для перепуска воды; 5 - сбросной шлюз; 6 - наносы; стрелками показано направление движения воды.

В чеках жидкая масса отстаивается, твердые частицы осаждаются, вода через специальные водоспускные отверстия сбрасывается в водоприемник. Путем многократной подачи воды с грунтом можно постепенно поднять поверхность до требуемой геометрической отметки и исключить переувлажнение.

Осушение с машинным водоподъемом. Такой способ осушения применяют

тогда, когда осваиваемая территория располагается ниже уровня воды прилегающего водоема (реки, водохранилища, залива или моря и пр.) или периодически затапливается ими. В таких случаях на осваиваемой территории строят осушительную сеть (открытые каналы или дренаж). По каналам или дренам вода самотеком отводится в пруд-водоприемник.

Осушаемую территорию ограждают дамбой. Воду из пруда-водоприемника с помощью насосов, по мере надобности откачивают через дамбу в прилегающий водоем.

Осушаемая территория, ограниченная дамбой, называется *польдером*.

Осушение с помощью водопоглощающих колодцев (вертикальный дренаж). В отдельных случаях на водоупорных грунтах в блюдцеобразных понижениях застаивается талая и дождевая вода, вызывающая переувлажнение почвы. Если в таких местах под водоупорным горизонтом имеется водопроницаемый ненасыщенный водой горизонт, то в понижениях устраивают буровые скважины (диаметром 150-200 мм), заглубляя их в водопроницаемый горизонт.

Стенки скважин крепят асбоцементными или гончарными трубами. Оголовок трубы сверху перфорируют, оборудуя в виде фильтра, состоящего из гравия и песка. Поступающая в водопоглощающий колодец вода отводится через скважину в нижние водоносные горизонты.

Осушение откачкой воды из колодцев. Такой способ можно применять при осушении территорий с достаточно водопроницаемыми грунтами. Дренажные колодцы заглубляют на необходимую для достижения нормы осушения величину, но наиболее эффективно заглубление колодцев до подстилающего водоупора. Нижнюю часть колодца выполняют в виде трубы, заканчивающейся сетчатым фильтром. Размещение колодцев может быть площадным, с равными расстояниями друг от друга, или линейным в один-два ряда, при размещении рядов на пути перехвата потока вод, вызывающих переувлажнение территории. Вода из скважин откачивается насосами, в результате чего происходит понижение грунтовых вод.

Дренаж в садово-парковом хозяйстве

В парках, садах, на спортивных площадках и в местах отдыха населения применение дренажа имеет свои особенности. После осушения корни древесных растений, углубляясь, могут врастать через стыки дренажных трубок и закупоривать дрены. На спортплощадках и площадках для отдыха необходимо обеспечивать как быстрое освобождение их от воды, так и понижение грунтовых вод. Это следует учитывать при строительстве дренажа.

Дренаж парков и садов. При устройстве обычного дренажа дрены рекомендуется закладывать в парках на расстоянии 15-20 м от деревьев и кустарников, в садах - в 4-5 м от яблонь. Глубину заложения дрен и уклон дренажных линий необходимо увеличивать. Стыки дренажных трубок следует покрывать рубероидом и засыпать дрены крупным щебнем или гравием слоем 20-

50 см. Наиболее эффективным является строительство дренажа

специальных конструкций. Дренаж Реролле выполняют в виде сплошной трубы, изготовленной из дренажных трубок, стыки которых закрыты цементом, а для поступления воды через 3-5 м снизу к основной дрене присоединяют короткие вертикальные дренажные трубки. Перекрестный дренаж выполняют в виде пересекающихся дрен, соединенных в местах пересечения между собой. При такой конструкции закупорка дрен в одном и даже нескольких местах позволяет отводить воду (рис. 4, б). Двойной дренаж устраивают путем укладки дренажных трубок меньшего диаметра в трубки большего диаметра, при этом стыки внутренних и наружных трубок не должны совпадать (рис. 4, в). При такой конструкции корни растений, врастая в стыки трубок дрен большего диаметра, оказываются на воздухе и прекращают рост.

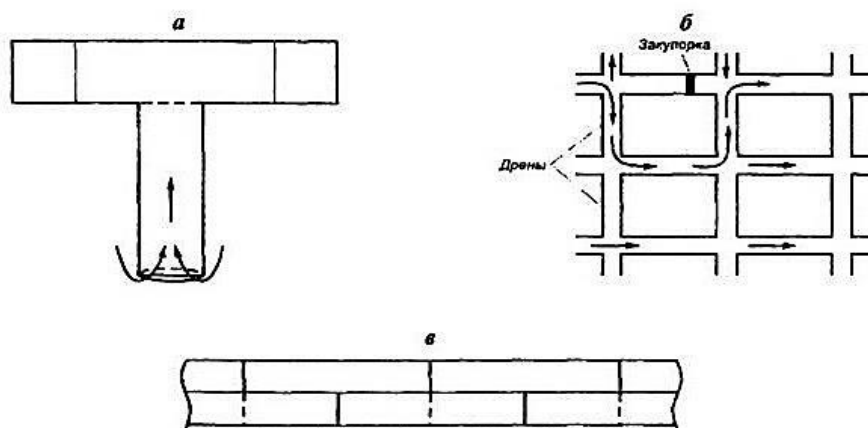


Рисунок 6.2 – Схема дренарования садов и парков:
а – дренаж; б – перекрестный дренаж; в – двойной дренаж

Дренаж спортивных площадок. На спортивных площадках, стадионах осушение проводят с использованием гончарного дренажа. Для дренаж-осушителей применяют трубки диаметром 50 и 75 мм, для коллекторов 75 и 100 мм, для кольцевого коллектора – 100-150 мм. Для обеспечения быстрого сброса ливневых осадков расстояние между дренами уменьшают в 2 раза. Дрены-осушители делают сквозными через все поле стадиона (рис. 6.3) с отводом воды в обе стороны. Глубина закладки дренажа 0,7-1,0 м. Дренажные траншеи целесообразно на 2/3 глубины засыпать крупнозернистым песком.

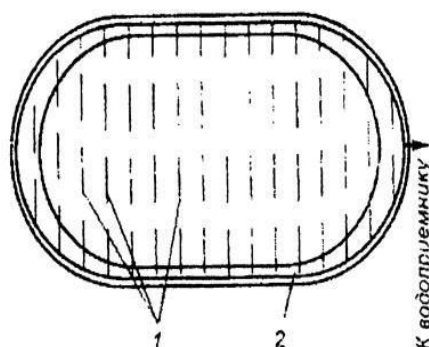


Рисунок 6.3 – Схема дренарования стадиона: 1 – дренаж-осушители; 2 – коллектор

Дренаж площадок для отдыха. Площадки для отдыха нужно осушать тщательно, поэтому расстояние между дренами следует уменьшать на 20-30

% в зависимости от грунта. Глубина дрен должна составлять 0,9-1,1 м.

Следует обращать особое внимание на тщательность засыпки дренажных траншей. В условиях возможного притока воды на поверхность траншеи необходимо заполнять грунтом, хорошо фильтрующим воду (гравием, крупнозернистым песком и др.).

Дренаж бульваров и зеленых разделительных полос. Бульвары и разделительные полосы городских дорог, имея относительно узкую, вытянутую вдоль улиц форму, интенсивно посещаемые населением и животными, требуют особого подхода к обеспечению сохранности зеленых насаждений.

При интенсивном движении транспорта на зеленые насаждения попадает грязная, а при снеготаянии часто насыщенная солью вода.

Для обеспечения устойчивости и сохранности бульваров и зеленых насаждений разделительных полос желательно со стороны насаждений, примыкающих к проезжей части, создавать узкую (0,7-0,9 м) защитную полосу из плит (типа тротуара) с уклоном $0,02-0,015^\circ$ в сторону дороги (рис. 6.4).

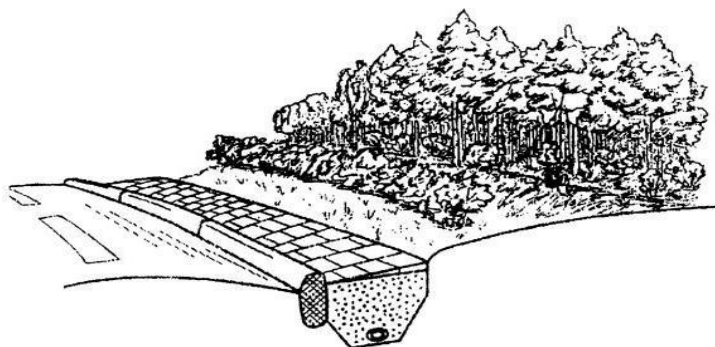


Рисунок 6.4 – Защитная зона с дренажем вдоль бульвара

На избыточно увлажненных землях при ширине бульвара 10-15 м и более по границе вдоль дорог под плитками желательно устроить трубчатый дренаж. Для защиты дрен от заиливания можно использовать нетканые материалы типа дорнит. При небольшой ширине разделительных полос дренаж можно устраивать посередине их. Смотровые колодцы, используемые для очистки дрен, размещают через 80-100 м.

Береговой дренаж. Его устраивают для защиты пойм от подтопления водами, поступающими путем фильтрации со стороны реки. Дрену располагают параллельно берегу реки, что дает возможность перехватывать фильтрующуюся через грунт воду, понижая уровень грунтовых вод в пойме. Вода из дрены отводится в реку ниже по уклону от осушаемой части поймы.

Кольцевой дренаж используют при осушении особо важных участков территории или отдельных зданий. Вода из кольцевой дрены, ограждающей

осушаемый объект, отводится в водоприемники или на участки с более низкими, чем дрена, отметками. Дрену можно выводить в водоприемный колодец с самотечным отводом воды или с ее откачкой. Кольцевой дренаж может не дать эффекта при поступлении на осушаемый объект напорных грунтовых вод. В таких случаях необходимо дренировать и площадь, ограниченную кольцевой дренажем.

Осушение лесных земель вызывает изменение ряда экологических характеристик: снижаются уровни почвенногрунтовых вод на осушаемых землях,

изменяются соотношение расходных статей водного баланса, а также состав растительности и ее качественные и количественные показатели. Особенно значительны перемены при осушении болот.

Отсутствие водорегулирующей роли болот и особенно прекращение с них стока летом объясняется громадным расходом влаги болот на испарение с малой степенью их дренированности. Повышенный расход влаги на испарение приводит к уменьшению стока. К. Е. Иванов: сток воды в болотах происходит преимущественно в деятельном верхнем горизонте, ограниченном в основном глубиной 0,3-0,5 м. Значительная часть рек Севера вытекает из болот.

Большинство рек европейской части России имеют более раннее происхождение, чем болота. С течением времени, по мере евтрофирования озер, происходило их постепенное зарастание и формирование на их месте болот. Чем шире русло реки и выше уровень воды в озере, тем больше сток реки. После зарастания озера сток с болот, согласно закону Дарси, происходит путем фильтрации через грунт, что резко снижает расход и объем стока.

Водоприемники

Водоприемником м.б. река, озеро, пруд, ручей и т.п.

Его задача: принимать воду с осушаемой территории обеспечивать бесподпорную работу осушительной системы. Подпор воды в водоприемнике уменьшает скорость течения воды в канале, увеличивается количество отложения наносов, уменьшается пропускная способность, что ведет к подъему УГВ и как следствие: заболачивание почвы.

Мероприятия по *регуливанию* водоприемников:

- спрямление русла;
- расчистка и углубление русла;
- выправительные работы в русле.

Спрявление русла проводят на участках реки с недостаточными уклонами и скоростями, при которых русло зарастает и заиляется. Это мероприятие уменьшает общую длину водоприемника, увеличивает уклон и скорость течения воды, понижает горизонт воды.

Расчистка и углубление

Расчистка от растительности увеличивает скорость течения (за счет уменьшения шероховатости) и как следствие: увеличение пропускной способности водоприемника.

Углубление позволяет снизить горизонт воды в водоприемнике.

Выправительные работы выполняются для:

- придания руслу правильной формы;
- создания и поддержания одинаковой ширины.

Ширину русла уменьшают устройством полузапруд, траверсов, струенаправляющих дамб.

Полузапруда – поперечная дамба с усиленной головной частью от размыва.

Если длина полузапруды больше $1/3$ ширины реки, то она называется *буна*.

Если длина полузапруды меньше $1/3$ ширины реки, то она называется *шпора*.

Траверс – поперечная дамба, соединяющая струенаправляющую (продольную) дамбу с берегом.

7 ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Гидротехнические мероприятия применяют в том случае, когда необходимо быстро ликвидировать разрушительное действие водной эрозии.

Противоэрозионные гидротехнические мероприятия проводят прежде всего для регулирования и задержания стока талых и дождевых вод, закрепления оврагов и промоин. Основным гидротехническим мероприятием по защите почв от эрозии и повышению производительности земельных угодий является регулирование и задержание стока вод. Для этого строят пруды. Водоемы, лиманы, валы с широким основанием и другие сооружения, которые проектируют с учетом полного задержания стока талых и ливневых вод. Если на склонах невозможно задержать весь сток, его с помощью водоотводящих и водорассеивающих сооружений и устройств отводят в безопасные в эрозионном отношении места.

Закрепление оврагов и промоин осуществляется путем строительства простейших гидротехнических сооружений: распылителей и канав водосбросных вершинных устройств и донных запруд.

Для борьбы с ростом вершин оврагов широко применяют водозадерживающие валы. Они задерживают полевой сток, предотвращают рост оврагов, увлажняют почву на прилегающих участках и ослабляют эрозию нижележащих угодий.

Водоотводящие валы и канавы сооружают поперек склона перед вершиной оврага для перехвата и отведения стока в безопасное место. Рост вершины оврага может быть приостановлен устройством водозадерживающих валов в сочетании с водоотводящими валами и канавами.

Если необходимо быстро прекратить рост оврага в длину, а условий для устройства водозадерживающих валов нет, создают водосборные вершинные сооружения. Они могут быть представлены быстроточками, ступенчатыми перепадами или консольными сбросами. Быстроточки – наклонные трубы или лотки, по которым вода стекает сверху вниз без отрыва от их дна.

Перепады – это ступенчатые сооружения, по которым вода движется на некоторой части пути по их дну, а на остальных участках – с отрывом от него, в виде водопада.

Запруды устраивают для ликвидации донных размывов и прекращения выноса почвенных частиц в реки, водоемы и т.п. Примерное число запруд может быть определено делением высоты оврага (разность между высотой верхней и нижней точек оврага) на высоту запруды. Устройство запруд начинается с выкопки канавы глубиной 0,5 м, идущей поперек дна оврага. Затем через 15-20 см забивают живые ивовые колья длиной 1,5 м и диаметром 6-8 см, которые заплетают хворостом. Колья и хворост лучше брать живыми. В этом случае они в результате прорастания создадут донные насаждения и прочно скрепят грунт корневыми системами. Со стороны вершины оврага у плетня делают отсыпку из глинистого грунта, покрываемую дерном.

8 ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

Наука об использовании водных ресурсов на благо человека и о мерах борьбы с опасными и нежелательными проявлениями водной стихии называется гидротехникой. Так же называется и соответственная отрасль техники.

Гидротехника рассматривает широкий круг вопросов: водные ресурсы водотоков и водоемов и их режим, строение почвогрунтов какместилища подземных вод и основания для строительных сооружений, а также проектирование, строительство и эксплуатация гидротехнических сооружений.

Если рассматривать указанный комплекс вопросов более конкретно, то проблемами водных ресурсов и их режима занимается *гидрология*. В неё входят следующие подразделы.

Гидрография – описание водных объектов, их пространственное расположение и учет (водный кадастр).

Гидрометрия – раздел гидрологии, исследующий способы наблюдения и измерения явлений, характеризующих этот режим (замеры скорости водного потока, его уровня, глубины и т. п.).

Теория динамики русловых процессов рассматривает закономерности движения водных потоков, речных наносов и формирования русел, берегов и дна водных объектов.

Учение о речном стоке устанавливает зависимости стока воды (его уровней и расходов) от различных физико-географических факторов – геологических (рельеф местности, высота и орография склонов), гидрогеологических (просачиваемость почвогрунтов, режим подземных вод, карстовые процессы), климатических (режим осадков, температура воздуха и почвы, солнечное сияние, влажность, снеговой покров), гляциологических и других.

Гидрологические расчеты или инженерная гидрология служат для разработки методов, позволяющих рассчитать величины, характеризующие

гидрологический режим, расчёты стока воды, в том числе нормы годового стока, максимальных расходов половодий и паводков, внутригодового распределения стока, минимальных расходов воды, продолжительности бессточного периода (перемерзания и пересыхания рек), гидрографов половодий и паводков.

Гидрологические прогнозы обосновывают целесообразные режимы работы гидротехнических сооружений, в частности режимы сработки запасов воды из водохранилищ. Чтобы намечаемое водохозяйственное мероприятие, а также тип и размеры необходимого для его осуществления гидротехнического сооружения увязать с природными возможностями водного объекта и с уже существующим использованием этого объекта, необходимо произвести, так называемые *водохозяйственные расчеты*.

Необходимые данные о геологическом строении местности, где строится гидросооружение, о возникающих процессах инфильтрации воды, подтопления, заболачивания, подпора, подъема в верхнем бьефе и снижения в нижнем бьефе уровней подземных вод и других геологических и гидрогеологических процессах, мы получаем при исследовании *геологии* и *гидрогеологии* территории.

Прогноз поведения грунтов и пород на исследуемой территории после постройки гидротехнических сооружений подскажут нам *инженерная геология* и *инженерная гидрогеология*, а также *механика грунтов и горных пород*.

Для использования водных ресурсов необходимо строить инженерные сооружения с соответствующим механическим оборудованием. Такие инженерные сооружения и называют гидротехническими.

Основная задача гидротехнических сооружений и гидротехники заключается в том, чтобы преобразовать существующий естественный водный режим водотока или водоема для целесообразного и экономичного водохозяйственного использования потребителями, а также для защиты от опасного воздействия водной стихии.

Вторая задача гидротехнических сооружений и гидротехники – создание искусственных водотоков (каналы, арыки), когда имеется дефицит естественных водных ресурсов, а также строительство искусственных водоемов (пруды, БСР, БДР, водохранилища) в случае, если естественный водный режим не соответствует режиму водопотребления и водопользования.

Третья задача – создание установок и сооружений для специальных нужд отдельных отраслей водного хозяйства (зданий ГЭС, деривационных каналов, насосных станций, водозаборов и т. п.).

Гидротехнические сооружения, выполняющие первую и вторую задачи, являются общими для всех водопотребителей и водопользователей. Специальными называют гидротехнические сооружения, обслуживающие только отдельные отрасли водного хозяйства, например, гидроэнергетику, ирригацию, судоходство, водоснабжение и т. д.

Гидротехнические сооружения, строящиеся на реках и использующие речной сток, называют речными гидротехническими сооружениями, на озерах – озерными, морях – морскими.

Классификация гидротехнических сооружений по их воздействию на водоток

Каждый речной поток характеризуется следующими основными параметрами:

- уровнем водной поверхности;
- глубиной;
- скоростью течения;
- расходом воды;
- содержанием влекомых и взвешенных наносов.

Все эти характеристики изменяются во времени, то есть имеют свой режим – суточный, сезонный, годовой, многолетний. С водным режимом поверхностного водотока (реки, канала) тесно связан и режим подземных грунтовых вод под руслом и в долине реки.

Большое значение имеет состав грунтов, слагающих ложе и берега потока. Русло водотока имеет свойство изменяться со временем (меняет свое местоположение, размер, форму) под действием *водной эрозии*, связанной с размывающей способностью водного потока.

Таким образом, в зависимости от характера воздействия на водный объект, гидротехнические сооружения делят на:

- водоподпорные и регулиационные (руслорегулирующие), то есть те, которые изменяют естественный водный режим водотока или водоема;
- водопроводящие – создающие искусственные водотоки.

Основным типом *водоподпорных сооружений* является плотина (дамба), то есть гидротехническое сооружение, перегораживающее

русло водного потока и создающее водный подпор – разность уровней водной поверхности (рисунок 8.1). Материалом для возведения плотин служат бетон и железобетон, а также различные грунтовые материалы – глина, суглинки, супеси, песок, щебень, гравий, камень и их разнообразные смеси. Плотины могут быть глухими, если они не пропускают воду в нижний бьеф, и водопропускными, если они оборудованы водосбросными устройствами.

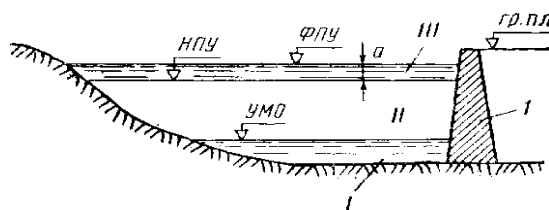


Рисунок 8.1 – Характерные уровни воды в верхнем бьефе плотины: I – мертвый объем; II – полезный объем; III – резервный объем

Зона подпора – часть потока выше (по течению) плотины называется верхним бьефом, а ниже её – нижним бьефом.

Подпор, то есть подъем уровня воды в верхнем бьефе, распространяется вверх по течению, постепенно уменьшаясь, и на определенном расстоянии

исчезает полностью. На всем участке распространения подпора происходит изменение уровня и глубины воды, а также скорости течения. Причем глубина и уровень возрастают по мере приближения к плотине, а скорость потока снижается.

В результате повышения уровня водной поверхности в верхнем бьефе происходит затопление прилегающей территории. Затапливаемая зона, также, обычно имеет наибольшую ширину вблизи плотины, постепенно уменьшаясь вверх по течению. Однако неровности рельефа местности могут серьезно изменить данную картину.

Подпор воды после строительства плотины изменяет также и режим подземных вод. В целом, изменения происходят в сторону подъема уровня грунтовых вод вплоть до

подтопления и заболачивания прилегающих низин. Движение подземных вод со стороны верхнего бьефа по направлению к нижнему бьефу значительно ускоряется. Особенно усиливается фильтрация воды в основании плотины и в обход её. Таким образом, подземный сток воды из верхнего бьефа в нижний значительно возрастает.

В режиме твердого стока также происходят существенные изменения. В результате снижения скорости течения в верхнем бьефе транспортирующая способность потока уменьшается и начинается процесс отложения речных наносов, как влекомых, так и взвешенных. Причем, согласно динамике скоростей потока, крупность отложений уменьшается с приближением к подпорному сооружению. Далее, осветленная вода, попадая в нижний бьеф (обычно на большой скорости), насыщается твердым стоком. Это вызывает размыв дна и берегов реки сразу же за плотиной и вплоть до определенного участка вниз по течению, где наступает равновесие между размывающей способностью потока и сопротивлением размыву грунтов, слагающих дно и берега русла.

Таким образом, водоподпорное сооружение влияет на водный поток, все его параметры и его русло, а также на подземные воды. Ещё больший эффект воздействия достигается при регулировании пропуска воды в нижний бьеф. Если плотина оборудована водопропускными устройствами с затворами, позволяющими регулировать объем воды, выпускаемой из верхнего бьефа в нижний, то можно в периоды избыточного естественного стока в реке (половодье, паводки) задерживать его часть в верхнем бьефе (при наличии в нем достаточного свободного объема). Затем, запасенный объем стока используется водопотребителями согласно графика потребления в маловодный период года, при сезонном регулировании стока или даже в маловодные годы, при многолетнем регулировании стока. В этом случае верхний бьеф является водохранилищем.

Итак, водоподпорные сооружения (плотины) обладают чрезвычайно важной для водохозяйственных отраслей способностью изменять естественный режим стока реки согласно потребностям водопользователей. Поэтому сооружение плотин очень широко распространено во всех регионах и применяется во всех отраслях водного хозяйства.

Кроме плотин, водоподпорными сооружениями являются также дамбы и валы, отгораживающие (защищающие) территории от затопления паводками или ограждающие эти территории или акватории (в портах) от вредного воздействия океанических приливов, ветровых нагонов.

Регуляционные сооружения (руслорегулирующие), в отличие от водоподпорных, как правило не создают подпора воды, но воздействуют на направление и скорость потока, перераспределяя их и воздействуя на формирование русла – его глубину, размеры и форму в плане. Регуляционные сооружения представляют собой дамбы, то есть стенки, преграды из различных материалов – обычно грунтовых (камень, галька, гравий, песок, глина и их комбинации), иногда из бетонных и железобетонных элементов, и даже из металлических (габионы). Дамбы эти, как правило, не перегораживают всей ширины реки. Они обычно возводятся в продольном направлении в руслах рек и защищают берега от размыва.

Кроме защиты от размыва, руслорегулирующие сооружения обслуживают различные отрасли водного хозяйства: могут обеспечивать необходимые глубины, скорости течения и форму русла для судоходства и лесосплава, обеспечивать другие потребности водопользователей.

Водопроводящие сооружения – это искусственные русла, которые устраивают в грунте и из грунта (каналы, туннели) или из бетона, железобетона, металла (лотки, трубопроводы).

Каналы – это искусственные русла, образуемые в выемках грунтов или в насыпях, или в полувыемках-полунасыпях, поперечное сечение их обычно трапецеидальное, но бывает и более сложное – полигональное.

Лотки – это искусственные русла, располагаемые на поверхности земли или даже выше, на специальных опорах и выполняемые обычно из железобетона, реже металла.

Туннели гидротехнические – это русла замкнутого сечения, устраиваемые в грунте подземными методами работ без вскрыши вышележащей породы, их устраивают, когда канал требует глубокой выемки, больших объемов и сложных земляных работ, например при пересечении возвышенностей, при направлении водовода вдоль косогоров, склонных к оползанию и т. д.

Специальные сооружения применяют в отдельных отраслях водного хозяйства. К ним относят:

- гидроэнергетические сооружения – здания ГЭС, аванкамеры, напорные бассейны и т. п.;

- гидротехнические сооружения водного транспорта – судоходные каналы и шлюзы, судоподъемники, причальные сооружения, пристани, портовые набережные, судоремонтные и судостроительные устройства (эллинги, доки), лесосплавные и лесопропускные сооружения;

- гидромелиоративные сооружения – это оросительные, обводнительные и осушительные каналы и водоводы, водозаборы, шлюзы-регуляторы, отстойники, лренажные устройства, коллекторы и др.;

- гидротехнические сооружения для водоснабжения и водоотведения (канализации) – это водозаборы специального типа, каптажные сооружения,

насосные станции, пруды-охладители, очистные устройства, коллекторы, ливнеспуски и т. д.;

- гидротехнические сооружения для рыбного хозяйства – рыбоходы, рыбоподъемники, рыбоводы, рыбоспуски, рыбоводные пруды и бассейны;

- гидротехнические сооружения для лесосплава и др.

По характеру воздействия на водный поток эти сооружения могут быть как водоподпорными (здания ГЭС, судоходные шлюзы, рыбоходы и т. д.), так и руслорегулирующими, и даже водопроводящими.

Водопроводящие сооружения – искусственные русла, выполненные в грунте – каналы, подземные туннели, а на поверхности земли – лотки и трубы из различных материалов (прежде всего из железобетона и металла). Это третий вид общих гидротехнических сооружений, которые служат для транспортировки воды для различных целей: подают воду на орошение и обводнение, в системы водоснабжения коммунального и промышленного назначения, к турбинам ГЭС.

Или же, наоборот, отводят бытовые и производственные – отработанные сточные воды по канализационным системам, а также излишки воды с осушаемых территорий. Сюда же относят водосбросы, служащие для сброса воды из верхних бьефов в нижние через специальные отверстия в плотинах или же в обход плотин в береговых сооружениях. Кроме того, водопроводящие сооружения используются в качестве водных путей для судоходства и лесосплава.

Гидроузлы и гидросистемы. В зависимости от целей и задач водохозяйственного назначения, обычно проектируется и строится комплекс различных гидротехнических сооружений, как общих, так и специальных. Такой комплекс гидротехнических сооружений и устройств, объединенных общей водохозяйственной задачей, и расположенных территориально в одном определенном месте, называется узел гидротехнических сооружений, или гидротехнический узел. Если в составе гидроузла есть водоподпорные сооружения, создающие подпор на реке или в канале, то такой гидротехнический узел называют напорным (подпорным). Если подпорного сооружения нет, тогда это безнапорный гидроузел.

По величине создаваемого напора гидроузлы бывают:

- низконапорные*, или русловые, в которых НПУ (нормальный подпорный уровень) не превышает либо не сильно превышает естественные уровни высокого половодья, при этом затопливается только пойма реки или ее часть;

- средненапорные* с величиной создаваемого напора от 5– 10 м до 30–40 метров;

- высоконапорные*, величина напора более 40 метров.

В зависимости от водохозяйственных целей строительства напорного гидротехнического узла их делят на: гидроэнергетические, ирригационные, воднотранспортные, водоснабжающие, водосохраняющие или регулирующие сток.

В большинстве случаев водохозяйственные гидроузлы имеют комплексное

назначение, то есть служат для удовлетворения потребностей сразу нескольких отраслей водного хозяйства.

В состав гидротехнических узлов обычно входят сооружения как общие, так и специальные, причем они делятся еще и на основные, вспомогательные и временные.

Основные сооружения обеспечивают нормальную работу гидроузла, создавая необходимый напор и емкость в верхнем бьефе, а также требуемые гидравлические условия при перетоке воды через сооружения гидроузла и выполнение специальных водохозяйственных функций, для которых он и строится.

Вспомогательные сооружения не являются гидротехническими. Они необходимы для эксплуатации основных гидротехнических сооружений. Это жилые и хозяйственно-административные здания (эксплуатационный поселок), коммуникационные сооружения и устройства, такие как системы водоснабжения и канализации, связи и энергоснабжения, мастерские, подъездные и эксплуатационные дороги на территории гидротехнического узла и др.

Временные сооружения создают на период строительства гидроузла, они служат также и для целей производства строительных работ. В их состав входят сооружения, обеспечивающие пропуск вод реки в обход строительной площадки и защиты последней от затопления (каналы, туннели, лотки, перемычки), а также производственные предприятия, обеспечивающие строительство гидроузла (бетонные заводы, механические мастерские и пр.).

Комплекс гидротехнических сооружений, размещенный на значительных территориях, включающий в себя ряд гидроузлов, объединенных общностью задач, называют также водохозяйственной системой или гидросистемой.

Процесс создания и дальнейшего использования гидротехнических сооружений состоит из четырех этапов:

-Изыскательский – сбор данных о природных условиях района строительства – рельефе, геологическом и гидрогеологическом строении, почвах, растительности, гидрологических условиях, хозяйственной деятельности, климате и т. д.

-Проектировочный – установление на основе полученных данных и поставленных водохозяйственных задач будущего водного режима объекта, основных размеров сооружения, используемых материалов, составлении схем и конструктивных чертежей, установление способов и методов строительства, необходимого оборудования, получение экономических показателей объекта и многое другое.

-Строительный – организация и ведение строительных работ по реализации проекта включает подготовку территории и оборудования, выполнение строительных работ, демонтаж строительного оборудования и временных устройств и сооружений, сдача объекта в эксплуатацию.

-Эксплуатационный – использование построенного сооружения, управление его работой, надзор за соблюдением требований проекта, и

состоянием сооружений и оборудования, текущий и капитальный ремонт и т. д.

В состав изыскательских работ входят:

-Топографические работы – геодезическая съемка, нивелировка и другие работы для получения плана местности в горизонталях, для составления разнообразных профилей и разрезов местности в районе строительства, в зоне распространения подпора, по линиям дорог и т. п.

-Геологические (инженерно-геологические) и гидрогеологические изыскания – для получения картины геологического строения района строительства, зоны затопления и подтопления земель, их гидрогеологических условий, выявления физико- механических свойств горных пород, слагающих территорию, нахождения ближайших месторождений для устройства карьеров по добыче песка, гравия, щебня, валунов, глины, применяемых при строительстве.

Гидрологические изыскания – для изучения гидрологического режима используемых водных объектов – определение объемов стока воды и его изменений, режима уровней и расходов в реке во внутригодовом и многолетнем разрезах, зимнего режима, режима твердого стока, ледовых явлений, русловых процессов.

Метеорологические изыскания – для получения сведений об атмосферных осадках, температуре воздуха и почвы, направлении и скорости ветра, солнечной активности, влажности воздуха и т. д.

Строительно-технические изыскания – для получения данных, необходимых при производстве строительных работ, в том числе об условиях привязки места строительства к существующим в районе коммуникационным сетям (дороги, электрические сети, сети связи, водопроводные и канализационные сети), возможности использования имеющихся в районе предприятий строительной индустрии и кадровых ресурсах, условиях расселения рабочих и служащих и т. д.

Прочие изыскания и исследования, выявляющие степень водохозяйственного использования имеющихся водных объектов (уже существующие гидросооружения, установки и др.), рыбохозяйственные, рекреационные условия, почвенные и растительные ресурсы, на которые может оказывать воздействие строящееся гидротехническое сооружение, а также социально-экономические объекты в зоне его влияния.

Классификация плотин

Как отмечалось в предыдущей главе, плотины являются общими гидросооружениями, по целевому назначению относятся к наиболее важным водоподпорным сооружениям.

Водоподпорным называется сооружение, удерживающее с одной стороны воду на более высоком уровне, чем с другой. Часть водного объекта по ту сторону водоподпорного сооружения, где имеется более высокий уровень воды, называется верхним (подпертым) бьефом, а по другую сторону – нижним бьефом. Разность уровней верхнего и нижнего бьефов называется напором на сооружении.

Плотиной называется водоподпорное сооружение, перегораживающее русло или долину реки.

Водоподпорные сооружения, устраиваемые по берегам рек для защиты земель от затопления, носят название дамб или валов. К водоподпорным сооружениям относится также ряд специальных сооружений, например, судоходные шлюзы и шлюзы-регуляторы на оросительных и осушительных системах, плотоходы и некоторые другие.

Плотины принято классифицировать по нескольким признакам.

По цели устройства.

Различают две основные цели устройства плотины:

а) поднятие уровня воды в реке на некоторую высоту и регулирование этого уровня, что достигается строительством водоподпорной плотины. Устройство такой плотины бывает необходимо для создания напора на ГЭС, улучшения условий отбора воды из реки в различные водоприемники (например, для подачи на орошение), удовлетворения требований судоходства (путем увеличения глубин и уменьшения скоростей течения), обеспечения необходимого санитарного режима и т. п.;

б) создание хранилища воды, что достигается строительством водохранилищной плотины. Устройство таких плотин преследует цель получить водоем, необходимый, например, для рыбного хозяйства, устройства речного порта и т. п.

Во многих случаях одну и ту же плотину устраивают и для поднятия уровней воды в реке, и для образования водохранилища. Такая плотина будет и водоподъемной, и водохранилищной.

По возможности пропуска воды. В зависимости от пропуска воды через створ плотины различают:

а) *глухие* плотины, непосредственно через которые вода не пропускается; в этом случае при необходимости подачи воды в нижний бьеф ее пропуск осуществляется через так называемые береговые водопропускные сооружения или водопропускные сооружения, хотя и устроенные в теле плотины (или ее основании), но имеющие весьма малую ширину (по сравнению с длиной плотины);

б) *водосбросные* плотины, через которые относительно широким фронтом осуществляется сброс воды в нижний бьеф. Очень часто в состав речного гидроузла входит водосбросная плотина, сопрягающаяся с берегами посредством одной или двух глухих плотин.

По основному материалу.

По этому признаку плотины могут быть подразделены на следующие типы:

а) из грунтовых строительных материалов строят: *земляные* плотины, основным материалом которых является земля, т. е. песчано-глинистый, песчаный и тому подобные грунты; плотины из *каменной наброски* и из *сухой*

каменной кладки, в основном выполняемые из камня без применения вяжущих средств; *каменно-земляные* плотины, в которых применены земля и каменная наброска; *каменные* плотины, выполняемые из каменной (бутовой) кладки на растворе, широко распространенные в прошлом; в настоящее время не строятся из-за невозможности комплексной механизации процесса кладки;

б) *бетонные* плотины;

в) *железобетонные* плотины, в которых в основном применен железобетон, хотя имеются и бетонные элементы;

г) *деревянные* плотины, имеющие обычно каменную или земляную загрузку;

д) *плотины из прочих материалов* (стали, синтетической пленки и т. д.) и комбинированные из различных материалов.

По высоте создаваемого напора.

Принято выделять низконапорные плотины с напором менее 25 м, средненапорные – с напором от 25 до 75 м и высоконапорные – с напором более 75 м. Следует отметить, что указанные границы выбраны несколько условно, однако сведения о высоте плотины несут много полезной информации. В частности, можно сделать вывод о назначении гидроузла, в который входит плотина, и о составе других сооружений, образующих этот гидроузел.

Так, низконапорные гидроузлы строятся обычно в целях водозабора или для судоходства, но на равнинных реках бывают и энергетическими. Средненапорные гидроузлы чаще всего бывают энергетическими и транспортно-энергетическими. Высоконапорные узлы в основном строятся для нужд энергетики и регулирования стока в разных водохозяйственных целях.

По характеру основания. Различают плотины, построенные на мягких грунтах (проницаемых, нескальных) и на скальных грунтах.

От вида грунта основания зависит характер фильтрации воды под плотиной, способ расчета параметров фильтрационного потока и выбор средств борьбы с фильтрацией, а в конечном счете, свойства грунта влияют на устойчивость плотины и возможность создания максимального напора.

Наконец, плотины могут различаться по конструктивным признакам, о чем более подробно будет сказано далее.

Характерные уровни воды в верхнем бьефе плотины

В общем случае различают три характерных уровня воды в верхнем (подпертом) бьефе плотины (рисунок 8.2): уровень мертвого объема (УМО), нормальный подпорный уровень (НПУ), форсированный подпорный уровень (ФПУ), который, как правило, возвышается над нормальным подпорным уровнем на высоту a , называемую высотой форсировки уровня воды в верхнем бьефе.

Эти три уровня выделяют три призмы водохранилища, образованного плотиной: призму I называют мертвым объемом, призму II – полезным

объемом, призму III – резервным объемом.

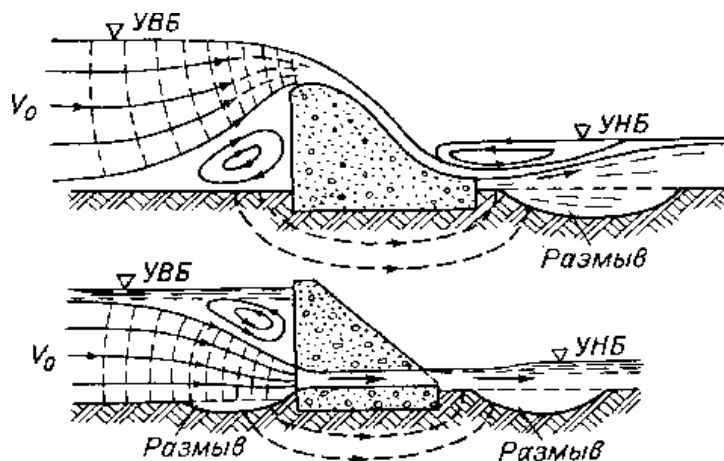


Рисунок 8.2 – Характерные уровни воды в верхнем бьефе плотины 1: I – мертвый объем; II – полезный объем; III – резервный объем

Нормальный подпорный уровень (НПУ) – это наивысший уровень воды, на который рассчитаны подпорные и другие сооружения водохранилища, и при котором возможно обеспечить устойчивую, сколь угодно длительную, нормальную работу всех устройств и сооружений гидроузла.

Уровень мертвого объема (УМО) – это минимальный уровень, до которого можно сработать воду в водохранилище.

Мертвый объем является запасной емкостью, расположенной ниже отметки УМО, рассчитанной на постепенное заполнение наносами вследствие заиливания водохранилища, а также на прочие надобности: зимовку рыбы, обеспечение нормальных санитарных условий, пожаротушение и др.

Полезный объем – это объем водохранилища, который используется для различных хозяйственных (т. е. полезных) целей: подачи воды на орошение, увеличения в маловодный период расходов и уровней воды в нижнем бьефе, аккумуляции паводков для борьбы с наводнениями и т. п. Расположен между отметками НПУ и УМО

Сумма полезного и мертвого объема составляет полный объем водохранилища при НПУ.

Резервный объем, располагающийся между НПУ и ФПУ, целиком определяется (при заданной отметке НПУ) отметкой ФПУ и используется обычно для трансформации половодий и паводков.

Форсированный подпорный уровень – это такой уровень, при котором через полностью открытые водосбросные отверстия плотины (и имеющиеся береговые водосбросы) проходит максимальный расчетный расход воды. Таким образом, ещё одной функцией водохранилищ является защита от наводнений и селей. Значение ФПУ устанавливается технико-экономическим расчетом, учитывающим ущерб от временного затопления земель в верхнем бьефе за период, когда уровень находится выше НПУ, и стоимость той или иной конструкции водопропускных сооружений плотины, обеспечивающих

прохождение максимального расчетного расхода воды.

Действие речного потока на плотину

Кроме тех видов воздействия, которые вода оказывает на любое гидросооружение, плотины испытывают со стороны водного потока ряд дополнительных действий, последствия которых учитываются в конструкциях рассматриваемых сооружений.

В верхнем бьефе у плотины поток имеет обычно скорости течения меньше, чем они были до создания подпора. Однако на подходе к водосбросным отверстиям местные скорости возрастают и при известном их значении возможны размывы русла, способные привести к нарушению устойчивости плотины.

Для защиты русла от размыва перед плотиной устанавливается специальное покрытие, носящее название понур. Другое назначение понура – борьба с фильтрацией воды под сооружением (рисунок 8.3).

В пределах плотины вода движется с очень большими скоростями (иногда более 20 м/с), оказывая на сооружение динамическое воздействие ввиду возникающих пульсаций потока, его изгиба соответственно форме слива, местных сопротивлений, вакуумов и пр. Сведение этих воздействий до возможного минимума достигается путем подбора плавных форм тех поверхностей сооружения, по которым движется поток

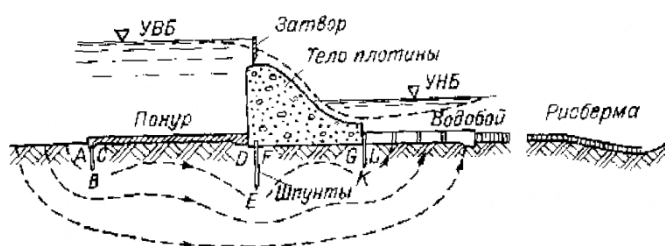


Рисунок 8.2 – Воздействие речного потока на подпорное сооружение и русло

В нижнем бьефе за плотиной значительная кинетическая энергия потока, пропорциональная расходу воды и квадрату скорости, неизбежно разрушает русло, вызывает глубокие размывы даже скального грунта дна реки, что будет угрожать целостности плотины. Поэтому принимаются меры гашения избыточной кинетической энергии и защиты русла от разрушения специальными покрытиями.

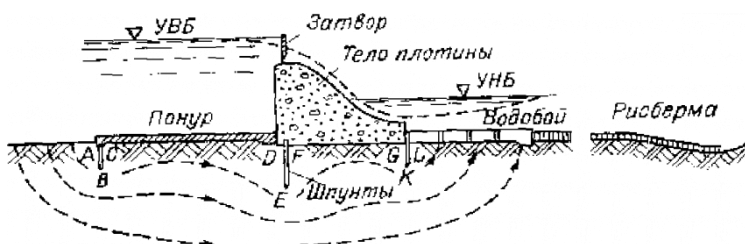


Рисунок 8.3 – Схема защиты плотины от воздействия на нее водного потока

Для этого непосредственно за водосливом плотины укладывают массивную плиту, называемую водобоем. На нем теряется основная часть кинетической энергии путем образования вальцов при сопряжении потока с водой нижнего бьефа, а также благодаря расщеплению потока на отдельные струи и взаимному перемешиванию струй, для чего на водобое часто устраивают специальные выступы, пороги, стенки. За водобоем следует обычно гибкое, проницаемое для воды покрытие, называемое рисбермой, на которой скорости потока доводятся до величин, не опасных для грунта русла.

Действие плотины на речной поток

Плотины, образующие водохранилища, особенно крупные, приводят к коренным преобразованиям водного режима, увлажненности и микроклимата прилегающих к ним территорий, вызывая изменение их флоры и фауны. Остановимся на основных изменениях, происходящих выше и ниже плотины в реке и речном русле (рисунок 8.4)

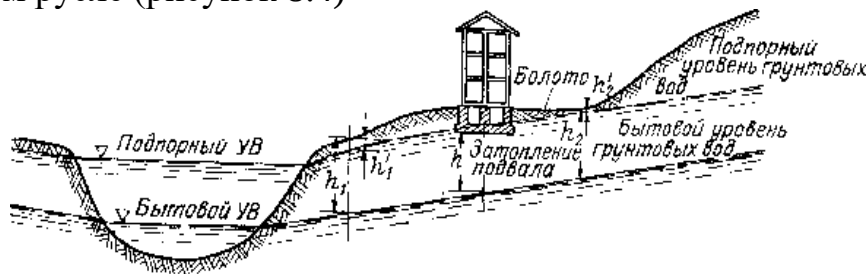


Рисунок 8.4 – Схема подъема уровня грунтовых вод и подтопления земель

Подпор, созданный плотиной, распространяется на значительные расстояния, вызывая увеличение глубин в реке и уменьшение скорости течения, что приводит к разнообразным последствиям. Так, повышаются уровни грунтовых вод в речных поймах, долинах и в прибрежной зоне водохранилищ. Это явление в большинстве случаев отрицательно сказывается на окружающей среде, так как сопровождается заболачиванием территории, выпадением лесов по берегам водохранилищ в северных районах, засолением почв в южных районах, всплыванием торфяников и др.

В связи с уменьшением по мере приближения к плотине скорости течения потока, в водохранилище происходит выпадение из воды наносов, которые сортируются по крупности сообразно со скоростями течения, т. е. с постепенным уменьшением крупности по направлению к плотине.

Помимо наносов, приносимых рекой, твердый материал поступает в водохранилище за счет обрушений берегов, вследствие размывающего действия волн, оползней, осыпей и обвалов крутых берегов. Все эти процессы приводят к так называемому переформированию берегов водохранилищ и образованию пологих «пляжей» в прибрежной зоне.

В связи с отложением наносов емкость водохранилища уменьшается, причем темпы такого уменьшения зависят от количества наносов, от емкости водохранилища, условий работы последнего и других факторов.

Откладывающиеся наносы не только уменьшают полезную емкость водохранилища и создают в хвостовой его части затруднения для судоходства, но и приводят к постепенному подъему уровня воды в верхнем бьефе, а также более дальнему от плотины распространению кривой подпора, что вызывает увеличение затоплений земель. В частности, в зоне переменного подпора может оказаться гидрологический (водомерный) пост, который до строительства плотины и наполнения водой водохранилища находился на свободном участке реки.

Поэтому при проектировании и эксплуатации водохранилищ на реках с повышенным содержанием наносов приходится учитывать вопросы заиливания водохранилищ, а в ряде случаев намечать соответствующие меры по борьбе с этим явлением.

Если ситуация такова, что насыщенность водного потока наносами значительно уменьшается за счет осаждения их в зоне водохранилища, то тогда в нижний бьеф водоподпорного сооружения поступает осветленная вода. В результате устойчивость русла в нижнем бьефе, установившаяся в предшествующий строительству плотины период, нарушается, так как поток начинает интенсивно размывать русло и насыщаться наносами в соответствии со своей «транспортирующей способностью». Причем дно русла нижнего бьефа будет несколько понижаться, иногда на значительное расстояние от плотины (десятки и даже сотни километров).

Снижение дна русла в нижнем бьефе может вызвать: а) нарушение устойчивости мостовых опор; б) понижение уровня грунтовых вод в берегах, что сопровождается, в частности, обсыханием колодцев; в) ухудшение работы ранее построенных водозаборов.

После строительства плотины существенно меняется и ледово-термический режим на участке реки, оказавшейся в зоне распространения подпора. В верхнем бьефе вследствие резкого замедления скоростей течения быстрее наступает ледостав, ледяной покров достигает большей толщины, чем имел место до строительства сооружения, затягиваются сроки вскрытия, что отрицательно сказывается на условиях судоходства и даже может оказать влияние на микроклимат прилегающей территории.

Накопление больших объемов воды способствует аккумуляции в водохранилищах дополнительного тепла (впрочем, мало влияющего на ледовый режим верхнего бьефа). Это тепло, поступая с водой в нижний бьеф, вместе с высокими скоростями потока зимой замедляет формирование за плотиной ледяного покрова, приводя к образованию полыней.

Причины фильтрации и ее последствия

Основания плотин – различные горные породы – обычно в той или иной мере проницаемы для воды (в том числе и скальные). Естественно поэтому, после поднятия плотиной уровня воды в реке, основание сооружения насыщается водой, которая движется по порам и трещинам из зоны большего давления в зону меньшего давления, т. е. из верхнего бьефа в нижний. Это движение называется фильтрационным или фильтрацией воды.

Область фильтрации под напорным гидротехническим сооружением ограничивается сверху поверхностями сооружения, которыми оно соприкасается с грунтом основания и берегов, а снизу – кровлей водоупора (иногда водоупор отсутствует на практически достижимой глубине). Входной поверхностью фильтрационного потока является дно верхнего бьефа, выходной – дно нижнего бьефа и проницаемые для воды части сооружения (рисберма, дренажные устройства и пр.).

Фильтрация воды под сооружением является напорной, так как свободная поверхность фильтрационного потока отсутствует. Линия контакта сооружения с грунтом основания по направлению продольной оси потока называется *подземным* или *фильтрационным* контуром, который обычно представляет собой ломаную линию.

Фильтрация воды под напорными гидротехническими сооружениями имеет следующие последствия:

- происходит потеря (утечка) воды из водохранилища в нижний бьеф;
- фильтрующаяся вода оказывает гидростатическое давление на подошву сооружения, направленное снизу вверх и называемое обычно противодавлением ввиду направленности его противоположно силе тяжести. Противодавление как бы облегчает сооружение, уменьшает его вес и сопротивление сдвигающим сооружение горизонтальным силам;
- фильтрующаяся вода может механически и химически действовать на грунт, слагающий основание сооружения, увлекая за собой мелкие частицы, а соли растворяя и унося их в нижний бьеф.

В первом случае процесс называется *механической суффозией* грунта, а во втором – химической суффозией. Начавшаяся суффозия делает грунт основания более проницаемым для воды, скорости фильтрации возрастают, фильтрующийся поток оказывается способным выносить частицы большего размера и при дальнейшем развитии явления может закончиться разрушением основания и аварией сооружения.

Таким образом, борьба с последствиями фильтрации конкретно направлена на сокращение потерь воды из верхнего бьефа, на уменьшение противодавления, на снижение скоростей фильтрационного потока.

Априори можно утверждать, что при одном и том же напоре на плотине фильтрация под сооружением и ее последствия будут тем меньше, чем больше путь фильтрации, т. е. длина фильтрационного контура.

Удлинение путей фильтрации создается устройством перед плотиной водонепроницаемого покрытия, называемого *понуром*, а под понуром и сооружением вертикальных преград в виде *шпунтовых стенок* в мягких грунтах, либо в виде цементных, битумных и других *завес* в скальных основаниях.

Аналогичный процесс фильтрации совершается и в берегах русла или долинах, к которым примыкает подпорное сооружение. Борьба с этим явлением также ведется в основном удлинением путей фильтрации.

Бетонные и железобетонные плотины

Плотины по конструктивным признакам и условиям статической работы различают:

-*гравитационные массивные* (рисунок 8.5, а), т. е. плотины, устойчивость которых обеспечивается их собственным весом – горизонтальному сдвигающему гидростатическому давлению воды P в данном случае противостоит сила трения T (а иногда и сила сцепления), действующая по подошве плотины, которая зависит от веса плотины: $T = fG$, где f – коэффициент трения тела плотины по основанию;

-*контрфорсные* (рисунок 8.5, б), устойчивость которых обеспечивается не только весом самой плотины G , но и весом воды G_B в объеме призмы ABC ; эти плотины имеют большой уклон верховой грани AB ;

-*арочные* (рисунок 8.5, в), работающие как свод, «положенный на бок» и упирающийся своими пятнами в берега;

-*гравитационные облегченные*, т. е. такие плотины, в которых предпринят ряд конструктивных мер с целью экономии дорогостоящего бетона, разумеется, при сохранении необходимой устойчивости сооружения.

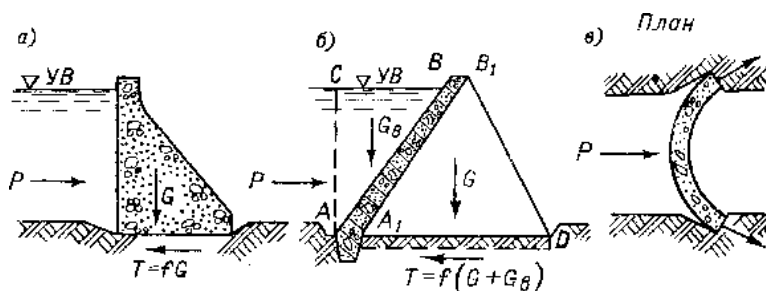


Рисунок 8.5 – Гравитационная (а), контрфорсная (б) и арочная (в) плотины

Массивные гравитационные плотины

Бетонные гравитационные плотины обладают следующими достоинствами: а) они сравнительно просты по условиям постройки, если иметь в виду, прежде всего, возможность механизации большинства строительных операций; б) надежны в любых климатических условиях; именно поэтому их строят от районов вечной мерзлоты, до тропиков; в) просты в эксплуатации.

Их недостатками являются: а) относительно высокая стоимость по сравнению со многими другими типами плотин в тех же условиях; б) недостаточное использование прочности материала – бетона, из которого плотины выполнены, так как напряжения в них далеко не достигают величин, которые материал мог бы безопасно выдержать, т. е. дорогостоящий бетон здесь в значительной степени играет роль балласта.

Несмотря на отмеченные недостатки, массивные гравитационные бетонные плотины находят в современной гидротехнической практике широкое применение. Они строятся как глухими, так и водопропускными, на мягких основаниях и на скальных, высоконапорными и в виде низких плотин-порогов.

В заключение отметим, что глухие гравитационные плотины, как правило, строят не на мягких основаниях, а на скальных. В этих условиях они являются

часто даже более экономичными по сравнению с плотинами из грунтовых материалов, особенно при большой их высоте, когда, например, земляная плотина в связи со значительной пологостью ее откосов получается весьма большого объема.

Водопропускные же гравитационные плотины распространены как на скальных, так и на нескальных основаниях.

Силы, действующие на плотины

При проектировании плотины обычно интересуются напряжениями, возникающими в ее основании и в материале, образующем сооружение, а также устойчивостью на сдвиг плотины в целом или той или другой ее части.

Напряженное состояние тела плотины и величины реактивных сил (опорных реакций), препятствующих нарушению ее устойчивости, в основном обуславливаются внешними силами, действующими на плотину, и, кроме того, объемными деформациями материала сооружения, вызванными изменениями температуры бетона и его усадкой. Рассмотрим внешние силы

Их можно классифицировать следующим образом:

в зависимости от происхождения – собственный вес, давление воды (в том числе волновое и фильтрационное), давление льда, давление грунта и наносов, отложившихся перед плотиной, сейсмические силы и т. п.;

в зависимости от характера действия сил на сооружение – статические и динамические силы;

в зависимости от продолжительности и повторяемости действия сил на сооружение – «основные силы» (постоянно действующие внешние силы) и катастрофические, временно действующие силы (большой величины, но действующие редко).

Конкретные числовые значения каждой из сил различного происхождения находятся по соответствующим методикам, причем некоторые из них элементарно просты, как, например, расчет гидростатического давления на вертикальную стенку, другие же, как например, определение давления ветровой волны или сейсмических сил, сложны, и им в гидротехнике посвящены специальные официальные нормы.

Согласно действующим нормативам из множества возможных сочетаний сил, действующих на плотину в разные моменты времени, для расчета выбирают два сочетания (два так называемых расчетных случая): а) основное, получающееся в результате сочетания сил, часто действующих на плотину; б) особое, получающееся в результате сочетания сил, действующих на плотину относительно редко. При этом для особого сочетания всегда несколько снижают соответствующие коэффициенты запаса.

При расчете на основное сочетание сил, как правило, учитывают: 1) собственный вес плотины; 2) гидростатическое давление, отвечающее НПУ в верхнем бьефе и уровню воды нижнего бьефа, расположенному не выше уровня, который имеет достаточно большую обеспеченность; 3) противодействие, отвечающее уровням воды; 4) давление наносов, отложившихся перед плотиной; 5) статическое давление льда при НПУ; 6)

волновое давление при НПУ.

Устройство плотин

Форма в плане. Форма плотины в плане может быть прямолинейной или криволинейной. Прямолинейная плотина требует минимальных затрат материала и поэтому применение ее наиболее целесообразно. Криволинейная форма, увеличивающая объем плотины, применяется обычно лишь в случае необходимости получения заданной длины водосливного фронта при недостаточной ширине долины реки (например, Днепровская плотина) или по геологическим условиям (слои, искривленные в плане).

Форма в поперечном сечении. Поперечный профиль плотины, не усложненный различными конструктивными деталями, называется теоретическим профилем. Специальные исследования показали, что теоретический профиль плотины имеет вид треугольника. В этом случае сооружение удовлетворяет трем необходимым техническим условиям, а именно:

- плотина устойчива на сдвиг;
- в теле плотины отсутствуют растягивающие напряжения, которые очень плохо воспринимаются бетоном;
- максимальное нормальное напряжение в бетоне не превышает допустимого сжимающего напряжения.

Кроме того, треугольный профиль плотины удовлетворяет и четвертому условию — экономическому, заключающемуся в минимизации площади поперечного сечения.

Расчет размеров теоретического профиля конкретной плотины выполняется для заданных условий, которыми являются высота плотины, коэффициент трения по основанию и коэффициент устойчивости плотины на сдвиг.

Анализ формы теоретических профилей плотин, рассчитанных для различных природных условий, показал, что в случае скальных оснований верховая грань плотины получается вертикальной или, во всяком случае, весьма близкой к вертикали, а в случае слабого основания профиль плотины получается распластанного вида с сильно наклоненной верховой гранью.

На практике при строительстве плотины от теоретического профиля неизбежно приходится отступать, дополняя его различными конструктивными деталями и получая в результате практический профиль. Дополнения касаются устройства: а) гребня, на котором располагается проезжая дорога и который возвышается над уровнем воды в водохранилище; б) фундаментной части; в) противофильтрационных элементов (шпунтов, завес); г) продольных и поперечных галерей в теле плотины различного назначения; д) водопропускных отверстий и связанного с их работой оборудования (затворов, подъемных механизмов).

Конструктивные изменения теоретического профиля влекут за собой изменение механических условий работы плотины. В связи с этим полученный практический профиль всегда подвергают достаточно детальному

поверочному статическому расчету, учитывающему все силы, действующие на плотину, и не рассматривавшиеся при выборе теоретического профиля (давление льда и наносов, сейсмические силы и т. п.).

Продольные галереи, кроме отвода воды, служат: а) для осмотра состояния бетонной кладки; б) цементации бетонной кладки плотины при появлении трещин; в) контроля и очистки дренажных скважин; г) служебного сообщения между берегами прокладки коммуникационных линий; д) закладки контрольно-измерительной аппаратуры (пьезометров, щелемеров, термометров и др.) и выполнения измерений по установленной аппаратуре. По высоте плотины галереи располагаются через 15–20 м и имеют поперечное сечение от 1,25×2,00 до 3,5×4,0 м.

Для предотвращения образования трещин в теле плотины в связи с ее неравномерной усадкой и температурными деформациями бетона устраивают постоянные температурно-усадочные швы, разбивающие плотину на отдельные конструктивные секции. Эти швы делают плоскими, вертикальными и всегда поперек плотины через каждые 10–20 м. Ширина швов, как правило, 5–10 мм. С тем чтобы предотвратить фильтрацию воды через эти швы, их уплотняют.

Кроме постоянных сквозных швов, в теле плотины имеются рабочие швы, возникающие в связи с тем, что бетон приходится укладывать отдельными блоками. Однако всегда при укладке очередного блока принимаются специальные меры для того, чтобы свежий бетон как можно лучше схватился.

Особенности конструкции плотин на мягких основаниях

От однотипных плотин на скале, плотины на мягком основании отличаются в основном конструкцией фундаментной части и имеют более длинный подземный контур для уменьшения вредных последствий фильтрации (рисунок 8.6). Так, вместо инъекционной завесы здесь забивают шпунты (деревянные или металлические стенки, непроницаемые для воды), которых может быть один как отмечалось выше, устройством понура. В некоторых случаях понур играет не только противофильтрационную роль, но и защитную, предохраняя дно верхнего бьефа от размыва его надземным потоком, поступающим в отверстие плотины.

Понуры могут быть жесткими (из железобетона) и гибкими. Кроме того, различают практически непроницаемые понуры специальной конструкции, например, с асфальтовой изоляцией, и маловодопроницаемые понуры, выполненные из глинистого грунта.

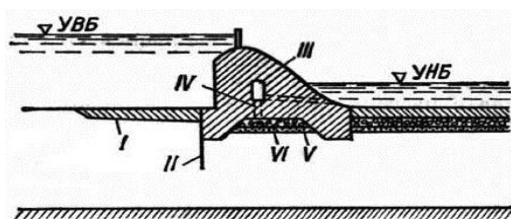


Рисунок 8.6 – Бетонная плотина на мягком основании:

I – понур; II – шпунт; III – дренажная галерея; IV – дренажный колодец высотой 1–2 м; V – обратный фильтр; VI – дренаж

Железобетонные понуры обычно имеют смысл только при условии, если плотина будет привязана арматурой к понуру, т. е. понур будет анкерным. В этом случае вес воды, лежащей над понуром, будет прижимать его к основанию, причем устойчивость плотины на сдвиг соответственно повысится.

Облегченные гравитационные плотины

Облегченные бетонные плотины применяют с целью уменьшения объема бетонных работ и удешевления строительства; основные типы этих плотин представлены на рисунке 8.7. Здесь показана плотина с расширенными швами (а), плотина с полостью у основания (б) и плотина с заполнением пустот камнем (в).

Такие плотины могут быть глухими и водосливными, как показано пунктиром на рисунке 8.8. Расчет плотин этих типов выполняют так же, как и массивных, но не на 1 м погонной длины, а на всю длину блока.

Железобетонные контрфорсные плотины. Если такую плотину возводят на сравнительно слабом основании, то контрфорсы упирают на сплошную фундаментную плиту или каждый контрфорс расширяют в основании на величину, определяемую расчетом. Напорную грань железобетонных контрфорсных плотин выполняют в виде плоских железобетонных плит или наклонных сводов. Последний тип называют *многоарочной плотиной*.

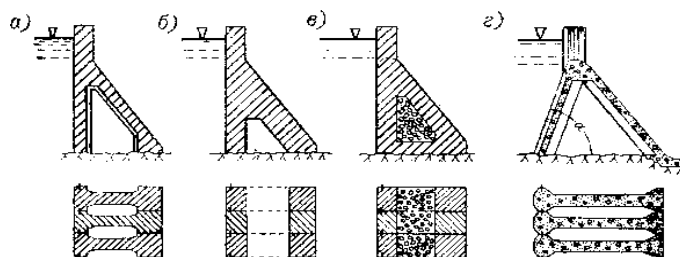


Рисунок 8.7 – Облегченные бетонные плотины:

а – с расширенными швами; б – с полостью у основания;
в – с пазухой, заполненной камнем; г – массивно-контрфорсная

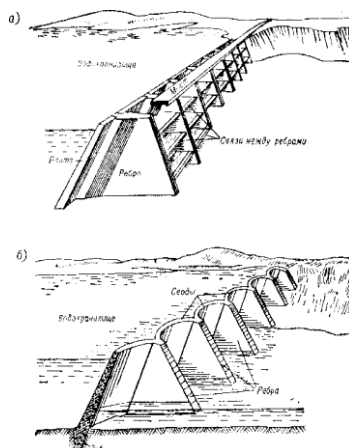


Рисунок 8.8 – Железобетонные контрфорсные плотины: а – с плоской напорной гранью; б – многоарочная

Арочные плотины

Арочные плотины сооружают исключительно на скальном основании. Арочная плотина представляет собой свод, упирающийся своими пятнами в скальные берега. Естественно, что устойчивость такой плотины обеспечивается не силой трения T , как в случае гравитационной и контрфорсной плотин, а реакциями скальных берегов.

Со скальным основанием арочная плотина сопрягается соответствующим зубом, под которым устраивают инъекционную завесу.

Арочные плотины представляют собой пространственную конструкцию в виде некоторой оболочки. При этом только часть силы P передается на берега; другая часть этой силы воспринимается скальным основанием. Распределение силы между берегами и основанием может быть в разных случаях различным. Основными параметрами арочной плотины (рисунок 8.9) являются: а) радиус r арки (в плане) в данном горизонтальном сечении плотины; б) центральный угол 2α этого сечения; в) отношение ширины L створа плотины к ее высоте H (L/H); г) отношение ширины b плотины по низу (в вертикальном поперечном ее сечении) к высоте плотины H (b/H).

Несколько условно арочные плотины подразделяются на два типа:

а) собственно арочные плотины или тонкие арочные плотины (рисунок 2.9, а), в этом случае большая часть гидростатического давления верхнего бьефа передается на берега; такие плотины до последнего времени строились обычно при ширине створа плотины;

б) арочно-гравитационные плотины, когда большая часть гидростатического давления верхнего бьефа передается на скальное основание плотины; такие плотины до последнего времени строились при ширине створа плотины, удовлетворяющей условию

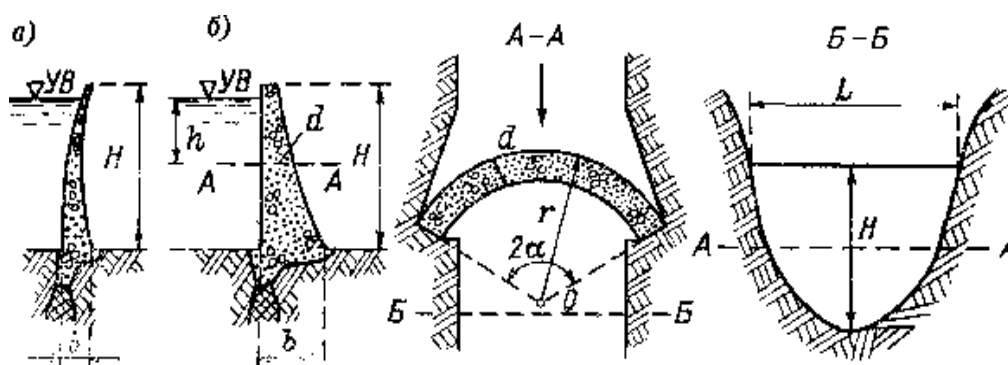


Рисунок 8.9 – Схема арочной плотины: а – собственно арочная плотина (тонкая арочная плотина);
б – арочно-гравитационная плотина

По сравнению с гравитационными плотинами арочные имеют меньший объем бетонной кладки. Переходя от варианта гравитационной плотины к варианту арочной, объем бетонной кладки для заданных конкретных условий можно уменьшить примерно в 2–3 раза. Следует, однако, иметь в виду, что стоимость 1 м бетона в случае арочной плотины получается на 10–15 % выше,

чем в случае гравитационной плотины.

Рассматривая примеры построенных плотин, можно отметить, что с течением времени область применения плотин арочного типа расширяется: они строятся все большей высоты и перекрывают створы большей ширины.

В настоящее время арочные плотины сооружаются из бетона (весьма редко из железобетона). Бетон для возведения арочных плотин применяют более высокой марки, чем в случае гравитационных плотин.

Плотины с низким порогом

Во многих случаях при строительстве водоподъемных плотин, предназначенных для улучшения условий водозабора или судоходства, не возникает требований значительного повышения уровня воды в верхнем бьефе, но при этом сохраняется необходимость пропуска через сооружения вод реки иногда с весьма большими расходами. Это вынуждает строить плотины с очень низким порогом, а точнее от самого тела плотины оставлять только фундаментную часть.

Такую фундаментную часть обычно конструктивно объединяют с водобоем, причем получают одну бетонную плиту, называемую *флютбетом* (рисунок 8.10)

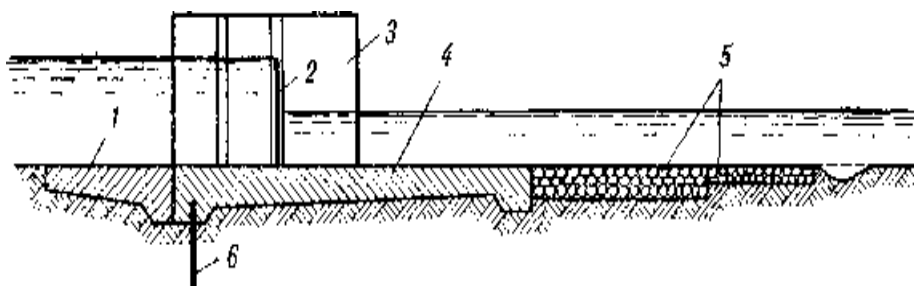


Рисунок 8.10– Схема плотины с флютбетом: 1 – понур; 2 – затвор; 3 – бык; 4 – флютбет; 5 – рисберма; 6 – шпунт

Во избежание истирания флутбета влекомыми наносами, его часто покрывают защитной облицовкой из гранитных камней, чугуновых или стальных плит. При проектировании плотин с низким порогом на не скальных основаниях особое внимание надо уделять ограничению размыва в нижнем бьефе. Конструктивные мероприятия, применяемые для этого, определяют на основе расчета, по экспериментам в лабораториях на моделях плотин, с учетом опыта эксплуатации возведенных сооружений.

Водопускные устройства в теле плотин

По назначению различают следующие водопускные устройства:

водосбросы, служащие для сброса излишней воды из водохранилища (из верхнего бьефа) во избежание его переполнения;

1) *хозяйственные водоспуски*, устраиваемые для осуществления полезных попусков воды из водохранилища в русло реки или в специально устроенный в нижнем бьефе канал или трубопровод, транспортирующий воду

потребителю (в том числе и на ГЭС). Порог входного отверстия хозяйственного водоспуска закладывают несколько ниже УМО (уровня мертвого объема) с тем, что- бы при самом низком горизонте воды в водохранилище (при УМО) можно было подать потребителю необходимое количество воды; хозяйственный водоспуск именуют иногда рабочим водоспуском, водоприемником или водозаборным устройством;

2) *аварийный водоспуск*, служащий для полного опорожнения водохранилища в случае, например, аварийного состояния плотины; входной порог такого водоспуска устраивают на уровне дна водохранилища.

Водосброс при плотине устраивают почти всегда. Хозяйственный водоспуск делают в том случае, когда из водохранилища приходится подавать (самотеком) воду потребителю. Что касается аварийного водоспуска, то его делают не всегда.

Перечисленные водопропускные устройства являются постоянными, их называют *эксплуатационными*.

В некоторых случаях одно водопропускное устройство проектируют так, чтобы оно могло выполнять несколько функций, например, служить для сброса излишних вод из верхнего бьефа и одновременно для полезных попусков в нижний бьеф.

Помимо эксплуатационных водопропускных устройств, рассмотренных выше, при плотине на период ее строительства в соответствующих случаях сооружают временное водопропускное устройство – *строительный водосброс*, служащий для пропуска, так называемого строительного расхода воды. Временный строительный водосброс стремятся конструктивно совместить с тем или другим постоянным (эксплуатационным) водопропускным устройством.

В водопропускном устройстве принято различать *входное отверстие* и *транзитную его часть*.

Входное отверстие может быть:

а) *поверхностным*, т. е. расположенным на уровне поверхности воды в водоеме; это отверстие работает как водослив, его иногда именуют также отверстием водосливным, или безнапорным, или открытым; если нижняя грань поверхностного отверстия расположена у дна, то отверстие называют *донным поверхностным*;

б) *глубинным*, расположенным так, что верхняя грань его оказывается ниже уровня воды в водоеме; это отверстие иногда именуют также отверстием водоспускным, или погруженным, или напорным, или закрытым; если нижняя грань глубинного отверстия расположена у дна, то отверстие называют *донным глубинным*.

Транзитные части водопропускных устройств отличаются большим конструктивным разнообразием. Они могут быть открытыми, закрытыми, напорными или безнапорными, трубами, туннелями и т. п.

Наиболее существенные принципиальные различия, в особенности отдельных водопропускных устройств, определяются не столько назначением устройства, сколько типом входного отверстия. Поэтому в дальнейшем будут

рассмотрены конструкции водосливного, т. е. поверхностного отверстия, являющегося в большинстве случаев водосбросом, и водоспускного, т. е. глубинного отверстия, которое может иметь практически любое из указанных выше назначений.

Санитарный расход. При строительстве и эксплуатации плотины не должно создаваться такого положения, когда вода в нижний бьеф не поступает, и русло реки ниже плотины пересыхает. Это недопустимо по санитарным и хозяйственным соображениям. Поэтому водопропускные устройства проектируют с таким расчетом, чтобы обеспечить (в любой момент времени на протяжении периода строительства плотины и ее эксплуатации) сброс в нижний бьеф так называемого санитарного расхода воды, значение которого специально устанавливают в соответствии с местными условиями.

Плотины из грунтовых материалов

Виды грунтовых материалов

К грунтовым материалам (называемым иногда «местными материалами») относятся: а) нескальные грунты, (глинистые, песчаные, крупнообломочные); б) естественный камень, получаемый путем разработки скального грунта.

Плотины из грунтовых материалов почти всегда бывают глухими: перелив воды через их гребень допускается только как исключение для плотин малой высоты (при условии принятия соответствующих мер).

Рассматриваемые материалы применялись для строительства плотин еще до нашей эры. Однако теоретические основы инженерного проектирования таких плотин были разработаны только в самое последнее время на базе сравнительно новых дисциплин, как например, механика грунта, теория фильтрации, механика скальных пород и т. п.

С развитием средств транспорта и средств механизации земляных и скальных работ, строительство плотин из грунтовых материалов получает все большее распространение

Увеличились также размеры этих сооружений: если в начале нашего века такие плотины строились высотой до 20–30 м, то теперь их сооружают высотой 100 м и более.

Плотины из грунтовых материалов оказываются весьма экономичными конструкциями, если вблизи места строительства имеется соответствующий грунт или камень. Существенным положительным качеством рассматриваемого типа плотин является их долговечность, простота конструкции и производства работ по их осуществлению, в связи с чем, для сооружения таких плотин не требуется, в частности, большого количества квалифицированной рабочей силы

Земляные плотины

Земляные плотины, являясь древнейшим типом плотин, и в настоящее время имеют самое широкое распространение. Эти плотины можно строить практически на любых основаниях, что является их крупнейшим преимуществом.

По способам постройки земляные плотины делятся на *насыпные*,

возводимые путем отсыпки грунта в тело плотины (насухо или в непроточную воду) и *намывные*, возводимые средствами гидромеханизации земляных работ.

Способ постройки плотины существенно влияет на ее конструктивные особенности.

Земляные насыпные плотины по конструктивным признакам принято разделять на следующие основные типы (рисунок 8.11):

1) плотины из однородного грунта, т. е. выполненные из одного вида слабоводопроницаемого грунта (рисунок 2.11, а);

2) плотины из неоднородного грунта, т. е. выполненные из разных грунтов; часто отдельные грунты в теле плотины располагают так, чтобы водопроницаемость плотины увеличивалась по направлению от верхнего бьефа к нижнему (рисунок 2.11, б), иногда же наиболее водонепроницаемый грунт помещают в центральной части профиля плотины (рисунок 2.11, в);

3) плотины с наружной (верховой) маловодопроницаемой или водонепроницаемой противофильтрационной преградой в виде экрана, выполненного из маловодопроницаемого грунта (рисунок 2.11, г, е), асфальтобетона, полиэтиленовой пленки и т. п.,

4) плотины с внутренней (центральной) маловодопроницаемой или водонепроницаемой преградой в виде *ядра*, образованного маловодопроницаемым грунтом (рисунок 2.11, ж), или *диафрагмы* из негрунтовых материалов — бетона, железобетона, асфальтобетона, полиэтиленовой пленки, металла и т. п.

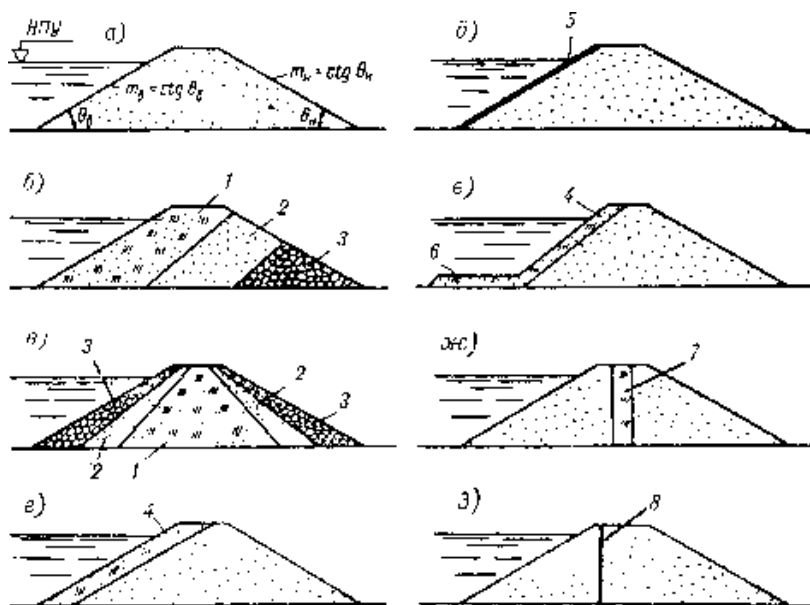


Рисунок 8.11 – Основные типы земляных насыпных плотин (схемы): 1 – суглинок; 2 – песок; 3 – гравий; 4 – экран грунтовый; 5– экран из негрунтового материала; 6 – понур; 7 – ядро; 8 – диафрагма

Как видно из приведенных схем, поперечное сечение земляной плотины представляет собой обычно трапецию. На откосах плотины могут устраиваться бермы, позволяющие создавать более удобные условия для

надзора за откосом и ремонтом его покрытия, увеличить общую устойчивость откосов, увеличить ширину плотины понизу и тем самым удлинить пути фильтрации в основании.

Отметку гребня земляной плотины находят исходя из известных отметок НПУ и ФПУ так же, как это было указано для бетонных плотин.

Земляная плотина, поперечные размеры которой определены по изложенным выше соображениям, получается настолько тяжелой и, следовательно, устойчивой, что заведомо не требует поверочных расчетов на сдвиг, опрокидывание или тем более всплытие.

Материал тела любой земляной плотины всегда в той или иной мере проницаем для воды. Поэтому в теле плотины и в ее основании создается поток воды, фильтрующейся из верхнего бьефа в нижний. Свободная поверхность этого фильтрационного потока называется *депресссионной поверхностью*. В зоне насыщения водой грунт взвешивается гидростатическим давлением и подвержен действию фильтрационных сил, стремящихся сдвинуть частицы грунта, что в определенных случаях может привести к выносу материала плотины в нижний бьеф (суффозии) и обрушению откоса.

Противофильтрационные устройства в теле земляных насыпных плотин (экраны, ядра, диафрагмы) выполняются с целью:

- 1) уменьшить фильтрационный расход;
- 2) уменьшить пьезометрические уклоны фильтрационного потока в теле плотины и тем самым повысить ее фильтрационную прочность;
- 3) снизить кривую депрессии в низовой части плотины и тем самым увеличить устойчивость низового откоса плотины, а также избавиться от опасности пучения грунта зимой.

Надежность насыпных плотин во многом зависит от качества выполнения земляных работ, которые могут осуществляться двумя принципиально разными способами:

1) «сухой способ», когда в тело плотины отсыпают карьерный грунт и затем уплотняют его до заданной объемной массы теми или иными механическими средствами (укаткой различными катками, тромбованием, вибрированием);

2) «мокрый способ», когда на месте отсыпки грунта в тело плотины создают небольшие «карты», т. е. обвалованные участки, заполненные водой, причем грунт, доставленный самосвалами, отсыпают в воду; здесь также имеет место некоторое уплотнение отсыпанного грунта механическими средствами (самосвалами).

Земляные намывные плотины возводят методом гидромеханизации. Гидромеханизация земляных работ предусматривает механизацию трех разных процессов:

1) разработку грунта в карьерах, которая осуществляется или при помощи так называемых гидромониторов – «особых брандспойтов» (если карьеры находятся над водой), или при помощи землесосов (если карьеры находятся под водой);

2) транспорт грунта из карьеров в тело плотины; здесь так называемая *пульпа* или *гидросмесь* (механическая смесь воды и грунта) той или другой

консистенции, перемещается в напорных трубопроводах (при помощи особых насосов) или (реже) самотеком в открытых лотках;

3) укладку (намыв) грунта в тело плотины.

Различают следующие основные типы земляных намывных плотин:

- *однородные плотины* – песчаные, супесчаные или суглинистые (в том числе лёссовые);

- *неоднородные гравийно-песчаные плотины* с ядерной (центральной) зоной, выполненной или глинистым, или песчаным грунтом.

Гидросмесь (пульпа), сброшенная в тело плотины, начинает растекаться, причем из нее выпадают и осаждаются сначала крупные фракции взвешенного грунта, а затем мелкие. В связи с этим при намыве вблизи от места сброса отлагаются крупные фракции, а вдали от него – мелкие. Управляя выпуском гидросмеси, и перемещая в разные места сбросные отверстия пульповодов, можно принудительно добиться любого распределения фракций грунта в теле плотины.

Каменно-земляные плотины

Каменно-земляные плотины выполняют частично из земли (грунта), частично – из каменной наброски.

Различают следующие типы каменно-земляных плотин:

1) плотины с грунтовым экраном; 2) плотины с ядром; 3) плотины с верховой земляной (грунтовой) призмой; 4) плотины с центральной земляной (грунтовой) призмой.

Главнейшей особенностью каменно-земляных плотин является сопряжение земляной ее части с каменнонабросной. В месте этого сопряжения приходится располагать особый элемент тела плотины или в виде обратного фильтра, или так называемой переходной зоны.

9 ВОДОЗАБОРЫ И ВОДОВОДЫ

Речные водозаборы

Ранее были рассмотрены устраиваемые при плотинах глубинные водопропускные отверстия, которые по своему назначению могут быть хозяйственными водоспусками, т. е. служить для забора воды из водохранилища и подачи ее различным потребителям.

Ниже остановимся на рассмотрении открытых речных водозаборов, которые устраивают вблизи уреза воды в реке. При этом будем иметь в виду случай, когда вода из водозабора поступает в безнапорный водовод, например, в открытый магистральный канал оросительной системы.

В зависимости от положения уровня воды в реке и той площади, на которую требуется осуществить водоподачу, забор воды в канал может совершаться самотеком или механической перекачкой. В первом случае водозабор называется самотечным, а во втором – машинным. Отметим, что самотечные открытые речные водозаборы называют также головными

водозаборными шлюзами или водоприемниками, а машинные водозаборы – насосными станциями, которые могут быть береговыми (рисунок 9.1) и плавучими, т. е. расположенными на соответствующих понтонах

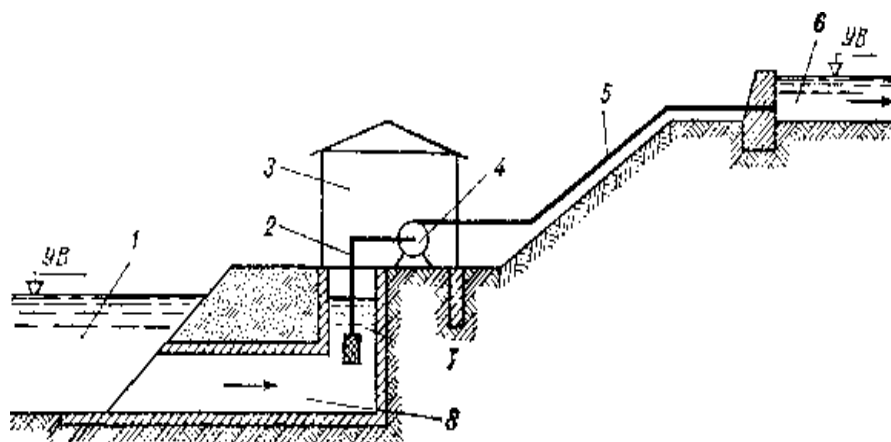


Рисунок 9.1 – Схема машинного речного водозабора: 1 – река; 2 – всасывающая труба; 3 – насосная станция; 4 – насос; 5 – напорная труба; 6 – магистральный оросительный канал; 7 – береговой колодец; 8 – самотечная галерея

Если вода в водозабор поступает при бытовых ее уровнях в реке, т. е. без подпора их плотиной, то такой водозабор называется бесплотинным, а если из подпертого бьефа плотины, то водозабор носит название плотинного.

Речной водозабор любого типа должен удовлетворять следующим требованиям: а) обеспечивать подачу воды в канал в соответствии с имеющимся графиком потребления воды из канала; б) по возможности не допускать в канал плавающих тел (льда, шуги, и т. п.), а также наносов (донных и взвешенных); в) допускать перекрытие канала на время его ремонта (выключать канал из работы).

Самотечные плотинные и бесплотинные водозаборы расчленяют на два основных типа: 1) водозаборы с боковым отводом воды, когда входные отверстия водозабора располагаются в плоскости, примерно параллельно течению реки; 2) водозаборы с фронтальным забором воды (фронтальные водозаборы), когда входное отверстие водозабора располагается в плоскости примерно нормально к течению реки.

Бесплотинный самотечный водозабор

Бесплотинный водозабор можно сооружать, если в реке обеспечены требуемые уровни воды, гарантирующие подачу в канал расходов, соответствующих графику потребления. Но при наличии больших уклонов реки иногда такой водозабор сооружают и в случае, когда требуемые уровни воды в реке (в данном ее створе) не обеспечены. При этом водозаборе подъем уровня достигается с помощью устройства шпоры; причем получается особый фронтальный водозабор, называемый шпорным водозабором. Шпора образует карман, в этом кармане, имеющем достаточную длину, задаются сравнительно

малые уклоны свободной поверхности потока, благодаря чему уровень воды в области кармана оказывается выше уровня воды реки.

При малых уклонах реки длина шпоры получается большой и в этих случаях по экономическим соображениям отказываются от шпорного водозабора и устраивают обычно плотинный водозабор. Впрочем, у построенных водозаборов длина шпор достигает иногда и нескольких километров

Вообще полагают, что при помощи бесплотинного водозабора практически можно отвести от реки не более 30 % расхода реки. Для нормальной работы бесплотинного самотечного водозабора очень важно правильно выбрать его местоположение на реке, особенно с учетом характера движения воды на прямолинейных и криволинейных участках русла.

Выбирая место для водозабора, необходимо также обращать внимание на устойчивость откосов берега, на его доступность и незатопляемость. Сам головной шлюз представляет собой ту же плотину с низким порогом или вовсе без нее, т. е. флютбет. Для регулирования расходов воды, поступающей из реки в канал, в шлюзе устраивают рабочие затворы; кроме того, в общем случае предусматривают также ремонтно-аварийные затворы. Перед затворами иногда устраивают решетку (для удержания плавающих тел).

В случае работы шлюза в зимних условиях предусматривают еще особые конструкции (запани, шугосбросы), препятствующие доступу в канал шуги и льда.

Чтобы воспрепятствовать попаданию в канал донных наносов, перед шлюзом делают порог (повышая флютбет). Высота порога зависит от крупности и количества наносов. Часто рекомендуют высоту порога перед шлюзом делать:

- а) в случае песчаных наносов – 1,5–2,0 м;
- б) в случае гравелисто-галечных – 1,0–1,5 м.

Как видно, чем наносы мельче, тем высота порога должна быть больше. Для промыва наносов, отложившихся перед порогом, иногда устраивают специальные промывные галереи.

10 ВОДОПРОВОДЯЩИЕ СООРУЖЕНИЯ

Сооружения, осуществляющие передачу воды от водозаборов к определенному месту, называют водопроводящими сооружениями, или водоводами.

Водопроводящие сооружения представляют собой искусственные русла, открытые или закрытые. По гидравлическим условиям движения воды в водоводах их разделяют на безнапорные и напорные. По конструктивным признакам водоводы делятся на следующие виды:

- 1) *каналы* – искусственные открытые земляные русла с поперечным сечением правильного геометрического очертания; движение воды в них всегда безнапорное;

2) *лотки* – искусственные открытые русла, устраиваемые из различных материалов (дерева, стали, железобетона) и располагаемые на поверхности земли или выше ее на специальных опорах; движение воды в них всегда безнапорное;

3) *трубопроводы* – искусственные закрытые русла из различных материалов с замкнутой разнообразной формой поперечного сечения, уложенные на земле, под землей или над землей на опорах; движение воды в них почти всегда напорное и редко безнапорное;

туннели – искусственные закрытые русла с

1) правильной формой замкнутого поперечного сечения, выполненные в земной коре без вскрытия лежащего над ними грунта; движение воды в них может быть напорным и безнапорным.

При большой длине водоводов различные их участки могут быть выполнены в разных конструктивных формах: например, при встрече с возвышенностью канал переводят в безнапорный туннель: напорный туннель часто чередуют с напорными трубопроводами и т. п.

Каналы и лотки

По назначению каналы делятся на:

1) *энергетические*, или гидросиловые – подводят воду из реки, водохранилища, озера к гидроэлектростанциям или отводят от них отработанную воду;

2) *оросительные* – обычно образуют оросительную систему, состоящую из разветвленной сети каналов, выполняющих различные хозяйственные функции и поэтому имеющие определенные конструктивные отличия друг от друга;

3) *обводнительные* – подают воду для нужд сельского хозяйства (главным образом для хозяйственно-бытовых целей) в безводные и засушливые районы;

4) *осушительные* (дренажные) – служат для сбора воды с переувлажненной территории и отвода ее в водоприемник (реку, озеро, море);

5) *водопроводные* – подводят воду для водоснабжения промышленных районов, городов, предприятий;

6) *судоходные*;

7) *лесосплавные*;

8) *рыбоводные* — осуществляют подачу воды на нерестилища, соединяют с рекой отдельные изолированные водоемы, в которых водится рыба, и т. п.;

9) *комплексные* (комбинированные) – одновременно решают несколько хозяйственных задач.

Лотки могут иметь любое из указанных выше назначений, кроме судоходного и осушительного.

Формы поперечных сечений каналов и лотков и скорости течения воды в них

Форма поперечного сечения зависит от назначения сооружения, его размеров, от свойств местных грунтов и применяемых строительных материалов, а также от условий производства работ.

В гидравлическом отношении наиболее выгодна полукруглая форма, но из-за трудностей выполнения и сохранения в натуре криволинейных очертаний полукруглую и параболическую форму сечения каналов в практике строительства применяют редко.

Прямоугольное или близкое к нему сечение принимают для каналов, трассируемых в скальных выемках. Наиболее распространенными формами сечения каналов в мягких грунтах являются трапецеидальная и полигональная

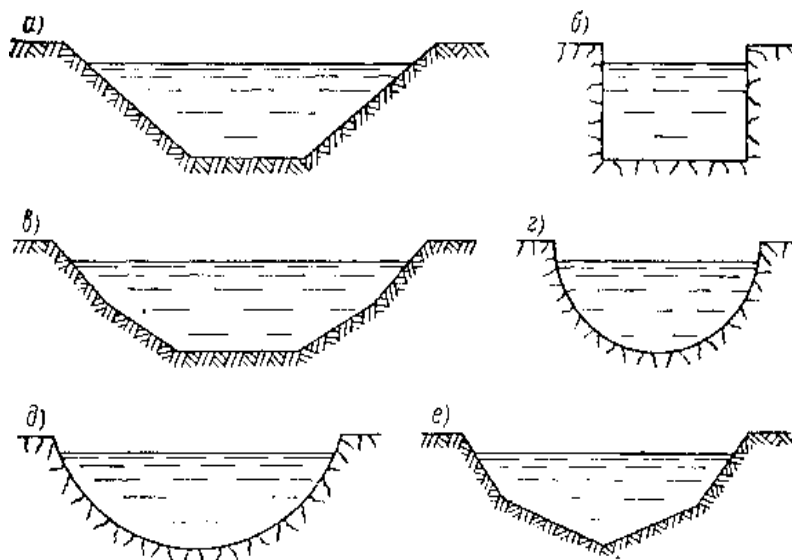


Рисунок 10.1 – Формы живых сечений каналов:

а – трапецеидальная; б – прямоугольная; в – полигональная; г – полукруглая; д – параболическая; е – ложбинообразная

В конструкции лотков, изготовляемых промышленным способом, полукруглая форма поперечного сечения встречается достаточно часто. Нередко строят лотки и прямоугольного поперечного сечения. Рельеф местности, по которой проходит трасса канала, может вызвать необходимость располагать живое сечение канала на разных уровнях по отношению к поверхности земли: каналы, устроенные в выемке различной глубины, в полувыемке-полунасыпи и полностью в насыпи.

Поскольку объем земляных работ по каналу и их стоимость существенно зависят от указанной площади, то ее желательно иметь возможно меньшей, что может быть достигнуто за счет увеличения скорости течения воды (средней по живому сечению). Однако, учитывая возможность размыва ложа каналов, неблагоприятные условия зимнего режима, излишние потери энергии в энергетических каналах и значительное сопротивление движению судов в судоходных каналах, приходится скорости воды в каналах ограничивать, устанавливая для них верхние предельные значения. Одновременно приходится устанавливать и нижний предел скорости воды в каналах во избежание заносимости (заиления) каналов наносами и их зарастания водолюбивой растительностью.

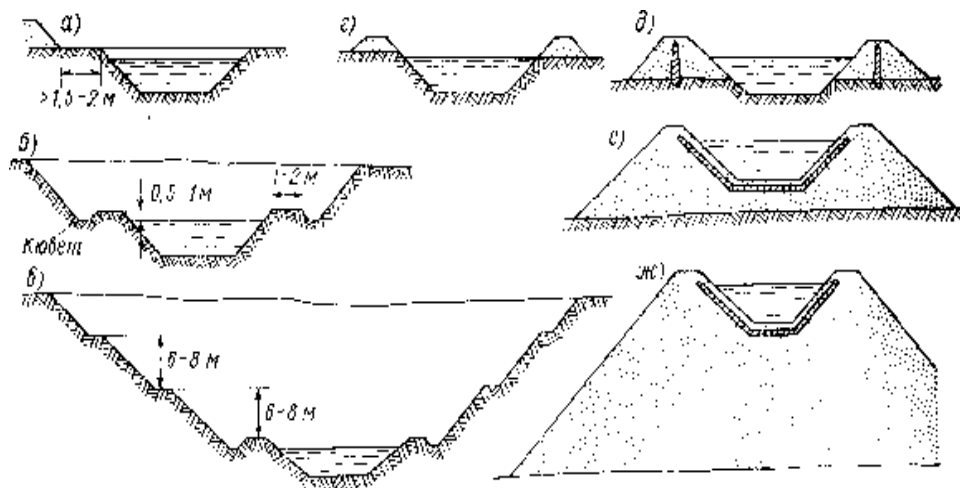


Рисунок 10.2 – Расположение сечения канала по отношению к поверхности земли (а – ж)

Поскольку объем земляных работ по каналу и их стоимость существенно зависят от указанной площади, то ее желательно иметь возможно меньшей, что может быть достигнуто за счет увеличения скорости течения воды (средней по живому сечению). Однако, учитывая возможность размыва ложа каналов, неблагоприятные условия зимнего режима, излишние потери энергии в энергетических каналах и значительное сопротивление движению судов в судоходных каналах, приходится скорости воды в каналах ограничивать, устанавливая для них верхние предельные значения. Одновременно приходится устанавливать и нижний предел скорости воды в каналах во избежание заносимости (заиления) каналов наносами и их зарастания водолюбивой растительностью.

Потери воды из каналов и меры борьбы с ними

Различают три вида потерь воды из каналов:

- 1) на испарение в атмосферу;
- 2) на фильтрацию в грунт;
- 3) на фильтрацию через гидротехнические сооружения на каналах.

Последний вид потерь незначителен и при всех расчетах его обычно не учитывают.

Потери на испарение измеряют слоем воды, испаряющейся со всей площади зеркала воды в канале. В зависимости от климатических условий эти потери составляют от 300 до 800 мм в год

Наибольшими являются потери воды на фильтрацию в грунт ложа канала. В оросительных каналах эти потери могут достигать 50–60 % полезного расхода воды. Такие значительные потери воды удорожают строительство каналов из-за необходимости делать их большего сечения (с целью доставки потребителю требуемого количества воды) и значительно увеличивают эксплуатационные расходы по каналам, питающимся при помощи насосных станций. Основное значение в явлении фильтрации воды в грунт имеют геологические и гидрогеологические условия.

Для уменьшения фильтрации воды принимают меры по повышению водонепроницаемости грунтов ложа каналов. Наиболее эффективные способы – кольматаж и механическое уплотнение.

Кольматаж представляет собой процесс заполнения пор грунта – ложа канала мелкими частицами грунта, искусственно вводимыми в воду канала

Механическое уплотнение предварительно разрыхляемого грунта ложа канала производят главным образом укаткой и трамбованием различными машинами.

Кроме этих основных способов применяют: солонцевание, заключающееся во введении в грунт солей; нефтевание – в виде поливки грунта нефтью или смесью нефти с известковым молоком; упрочнение грунта применением цемента, силикатов и других материалов.

Более надежные результаты в борьбе с фильтрацией воды и размывом ложа каналов достигаются применением различного рода одежд откосов и дна каналов.

Противофильтрационные одежды представляют собой слои (толщиной 0,5–1,0 м) глины, суглинка и реже хорошо разложившегося торфа, уложенные в виде экранов по откосам и дну каналов. Для защиты от механических повреждений и температурных влияний экраны покрывают защитным слоем.

Если фильтруют только откосы канала (дамбы), то экраны могут быть заменены ядрами, аналогичными ядрам земляных плотин. Одежды для защиты от размыва откосов, а в некоторых случаях и дна канала выполняют в виде каменного мощения, каменной укладки или наброски, бетонных или железобетонных плит.

В последнее время начали применять экраны из пластических материалов в виде пленок толщиной 0,2–0,3 мм (из винилпласта, полиэтилена и др.). Такие пленки для защиты их от механических повреждений покрывают слоем грунта.

Водонепроницаемые одежды ложа каналов испытывают значительные давления от грунтовых вод при стоянии их выше уровня воды в канале и при быстром снижении уровня воды в нем: зимой одежды могут повреждаться от пучения увлажненных глинистых грунтов. Для борьбы с этими явлениями под одеждой устраивают дренаж в виде дренирующего слоя или дрен с выпусками воды из них в понижения местности.

11 СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ

Название стадий проектирования объектов в советский и постсоветский период было различным. Эти названия используются до сих пор. Для того чтобы знать о какой стадии проектирования идет речь, необходимо знать эволюцию стадий проектирования объектов.

До 1985 г. нормативными документами СССР были закреплены следующие стадии проектирования: проектное задание, технический проект и рабочая документация. Проектное задание было предварительной стадией проектирования. Предназначение этой стадии проектирования содержится в

названии. На ней определялись основные параметры гидроузла и техническая возможность его строительства.

Проектное задание было необходимо для принятия решения о строительстве объекта и служило основой для формирования технического задания к техническому проекту (ТП) объекта. Технический проект являлся основной стадией проектирования, после утверждения которого разрешалось начинать строительство объекта. Рабочая документация разрабатывалась в ходе строительства объекта. В текущем году разрабатывалась РД на год следующий. Это было необходимо для заказа и получения материально-технических ресурсов под программу следующего года. Для небольших по материальным и финансовым затратам объектов разрешалось выполнять одностадийное проектирование – рабочий проект (РП). В этом случае в составе РП выделялась утверждаемая часть, после разработки и одобрения которой начиналось строительство объекта параллельно с разработкой РД.

После 1985 г. при разработке новых нормативных документов, регламентирующих процесс проектирования объектов, были введены новые названия стадий проектирования. Предварительная стадия проектирования стала называться технико-экономическое обоснование (ТЭО), а основная стадия проектирования – проект (П). Одностадийное проектирование для небольших объектов – рабочий проект (РП) сохранилось. С целью сокращения стоимости и времени на проектирование небольших объектов разрешалось не выполнять предварительной стадии – ТЭО в полном объёме, а ограничиваться меньшими по объёму предпроектными проработками – ТЭР (технико-экономический расчёт) или ТЭД (технико-экономический доклад). ТЭД по стоимости и глубине разработки был меньше ТЭР. Стоимость разработки ТЭР приблизительно составляла 25 % от стоимости разработки ТЭО.

После 1995 г. были введены новые названия стадий проектирования. Предварительная стадия стала называться обоснования инвестиций (ОИ), а основная стадия проектирования – ТЭО (проект). Для того чтобы эту стадию проектирования не путали с ранее существовавшей предварительной стадией проектирования ТЭО, в скобках стали указывать, что это проект. Одностадийное проектирование для небольших объектов – рабочий проект (РП) сохранилось.

Следует отметить, что в период действия всех вышеперечисленных стадий проектирования для гидроэнергетических объектов неофициально существовала ещё одна предварительная стадия проектирования – Схема использования водотока. Это связано с необходимостью предварительного размещения гидроузлов с ГЭС на реке (или её отдельном участке) с целью наиболее полного использования её экономически эффективного энергетического потенциала. Гидроэнергетические объекты должны быть размещены на водотоке таким образом, чтобы их водохранилища не затопляли значимые населённые пункты, объекты и территории, и в то же время мог максимально использоваться гидропотенциал реки в будущем. Необходимо иметь в виду, что со временем экономически эффективный

гидропотенциал рек меняется. На водотоке могут появиться новые города, населённые пункты, на потенциально затопляемой водохранилищами территории могут быть обнаружены месторождения полезных ископаемых и выявиться другие обстоятельства, исключающие экономическую целесообразность затопления территории. Чтобы этого не произошло, проектные институты постоянно разрабатывали и уточняли схемы использования рек.

12 ПРОЕКТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Организационно-технологические решения — это решения по организации и технологии гидротехнического строительства, принятые в организационно-технологических документах. *Организационно-технологическими документами* являются ПОС и ППР. ПОС и ППР отвечают на вопросы: что строить, в какой очередности, по какой технологии, в какие сроки и какими ресурсами.

Документация по организации строительства и производству работ включает раздел «Проект организации строительства» (ПОС), разрабатываемый на стадии проектирования ПД и проекты производства работ (ППР), разрабатываемые на стадии строительства объекта на основании ПОС и РД.

Запрещается осуществление строительно-монтажных работ без утверждённых ПОС и ППР. В ППР не допускаются отступления от решений ПОС без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими его. При производстве работ не допускаются отступления от ППР без согласования с организацией, разработавшей его, и лицом, утвердившим ППР.

ПОС и ППР при строительстве объекта в сложных природных и геологических условиях, а также при возведении уникальных зданий и сооружений должны предусматривать в процессе строительства специальные меры по обеспечению прочности и устойчивости возводимых и существующих зданий, сооружений и конструкций.

Требования к проекту организации строительства (ПОС)

Применительно к гидротехническому строительству ПОС – это организационно-технологическая документация в которой определяются: порядок и очередность возведения основных сооружений и временных объектов, схема пропуска строительных расходов, тип и конструкции временных гидротехнических сооружений, технологические схемы возведения основных сооружений и производство работ, транспортные схемы, продолжительность строительства, сроки ввода отдельных этапов строительства (пусковых комплексов) и агрегатов ГЭС, сводный календарный план строительства и другие планы (графики) строительства, план финансирования, потребность в материально-технических и трудовых ресурсах. ПОС – это раздел ПД, её важная часть. Он разрабатывается проектной организацией и утверждается вместе с ПД.

На предварительной стадии проектирования в составе Обоснований инвестиций (ОИ) разрабатывается раздел «Организация строительства», который из-за неполноты разработки по сравнению с ПОС следует называть разделом, а не ПОС.

ПОС является одним из основных разделов ПД, формирующих сметную стоимость строительства. В целях снижения риска некорректной оценки затрат на строительство гидроэнергетического объекта раздел должен выполняться в полном объёме, учитывать реальные условия строительства и предлагать технически и экономически аргументированные способы его организации. От уровня проектных решений, принятых в ПОС, в значительной степени зависят экономические показатели строительства гидроузла, его экономическая эффективность, надёжность и безопасность функционирования в течение всего жизненного цикла.

Утверждённый в составе ПД ПОС является обязательным документом для подрядных и других организаций, принимающих участие в строительстве объекта. Изменения отдельных частей ПОС, обусловленные изменением условий строительства, подлежат анализу их влияния на дальнейший ход строительства объекта. Они должны быть согласованы с генеральной проектной организацией и застройщиком (техническим заказчиком) до реализации.

ПОС разрабатывается генеральной проектной организацией или, по договору с ней, специализированной проектной организацией. Главы (параграфы) ПОС, касающиеся специальных работ, как правило, должны разрабатываться с участием специализированных проектных организаций. Стоимость разработки ПОС входит в стоимость разработки ПД.

Исходными материалами для разработки ПОС должны служить:

- характеристика района строительства: климатические условия, наличие сети автомобильных дорог, железнодорожных и водных путей, предприятий строительной индустрии, возможность использования местной рабочей силы и другое;
- материалы инженерных изысканий и данные наблюдений: метеорологических, гидрологических, гидрогеологических, геологических, сейсмологических, экологических и другое;
- материалы по проектному обоснованию объекта на предыдущих стадиях проектирования (схема территориального планирования объектов гидроэнергетики, обоснования инвестиций в строительство объекта);
- компоновка сооружений гидроузла, объёмно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений, разбивка на отдельные этапы строительства и пусковые комплексы, разработанные на стадии ПД;
- директивные документы, устанавливающие сроки строительства отдельных этапов строительства и ввода агрегатов ГЭС;
- специальные требования к строительству сложных и уникальных объектов;

- сведения об условиях производства СМР на реконструируемых объектах;
- сведения о наличии строительной техники у подрядной организации, привлекаемой к строительству объекта по решению застройщика (технического заказчика);
- другие необходимые сведения, связанные со спецификой строительства объекта.

ПОС должен разрабатываться на полный объём строительства, предусмотренный ПД. При строительстве объекта отдельными этапами ПОС на первый этап строительства должен разрабатываться с учётом осуществления строительства на полное развитие.

Раздел «Организация строительства» на стадии ОИ должен выполняться в объёме, достаточном для оценки стоимости работ по укрупнённым показателям. ПОС на стадии ПД выполняется в объёме, достаточном для оценки стоимости работ по единичным расценкам.

Состав и содержание ПОС могут меняться с учётом сложности и специфики проектируемых объектов, в зависимости от объёмно-планировочных и конструктивных решений, степени унификации и типизации этих решений, необходимости применения специальных вспомогательных сооружений, приспособлений, устройств и установок, особенностей отдельных видов работ, а также от условий поставки на стройплощадку материалов, конструкций и оборудования.

13 СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

(на примере гидротехнического объекта)

Во введении указывается на основании каких распорядительных документов разработана ПД и данный ПОС.

Приводятся краткие сведения о гидроузле, его местоположении, основных параметрах и назначении.

Характеристика условий и общие вопросы организации строительства

В данной главе содержатся данные, необходимые для разработки ПОС.

Приводятся данные, полученные в результате инженерных изысканий.

Даются климатические характеристики района строительства гидроузла; общие сведения о бассейне реки; гидрологические характеристики.

Приводятся необходимые для разработки ПОС сведения на основании выполненных инженерно-геологических карт, геофизических и гидрогеологических исследований.

Приводятся общие сведения о сейсмичности района строительства гидроузла, уровне его сейсмической опасности, характеризуемой баллами шкалы MSK-64.

На основании инженерно-экологических изысканий даются данные по экологии.

Влияние природных условий на организацию строительства.

Организация гидротехнического строительства в гораздо большей степени, чем промышленное и гражданское строительство, зависит от природных условий.

Гидроузлы сооружаются в самых разнообразных *топографических условиях*, от которых зависят компоновка гидроузла, состав и тип сооружений.

Геологические условия, как и топографические, определяют состав, типы и конструкцию основных сооружений гидроузла, возможность получения местных строительных материалов, виды и характер работ, которые обуславливают то или иное оснащение средствами механизации и, следовательно, тот или иной характер и состав производственной базы.

Гидрологические условия реки, на которой возводится гидроузел, характер её гидрографа, величина и периоды паводков и минимальных расходов, колебания горизонтов воды в реке, время наступления ледоставов и ледоходов, пропуск расходов реки в различные этапы строительства (строительные расходы) являются одними из основных факторов, часто определяющих компоновку гидроузла, организацию и его ход строительства.

Климатические условия также играют огромную роль в организации гидротехнического строительства. В зависимости от климатических условий предусматривают целый ряд мероприятий. От них в значительной степени зависит производительность труда и стоимость строительства, особенно в северных условиях. Большое внимание следует уделять надлежащей организации зимней укладки бетона, устройству глинистого ядра или экрана грунтовых плотин.

При очень низких отрицательных температурах воздуха (в зависимости от климатического исполнения машин и механизмов) прекращается работа механизмов во избежание аварий из-за хладноломкости металла.

При сильном ветре запрещается работа кранов. При низких температурах воздуха и сильных ветрах происходит удорожание работ в связи с расходами на увеличение заработной платы рабочих, на устройство и эксплуатацию отопительных систем, на обогрев рабочих, на устройство тёплых стоянок автомашин и строительной техники, на очистку дорог и строительных площадок от снега, на подогрев воды, заполнителей бетонной смеси и уложенного бетона, на разработку мёрзлых грунтов, на возведение земляных насыпей при морозах и тому подобное.

Строительство гидротехнических сооружений должно быть организовано таким образом, чтобы нанести минимально возможный ущерб *экологии района строительства*, а после окончания строительства должна быть выполнена рекультивация карьеров, площадок размещения ликвидированных временных зданий и сооружений и тому подобное.

Строительно-хозяйственные условия района строительства.

В данном параграфе даётся описание существующих транспортных связей, возможных к использованию для доставки строительных грузов, техники, оборудования и рабочей силы.

Кроме этого, составляется перечень имеющихся в районе строительства предприятий стройиндустрии и возможность использования.

Компоновка и краткая характеристика основных сооружений гидроузла

В данном параграфе описывается принятый в ПД вариант компоновки основных сооружений гидроузла, состав и краткое описание типа и конструкции каждого сооружения (плотина, здание ГЭС, водосбросные сооружения, строительные и эксплуатационные туннели, пристанционная площадка, другие сооружения). В конце параграфа в табличной форме приводятся проектные объёмы работ по каждому сооружению отдельно и по гидроузлу в целом.

Компоновка, состав основных сооружений и схема пропуска строительных расходов выбираются с учётом топографических, инженерно- геологических условий створа гидроузла и гидрологического режима реки.

Компоновки гидроузлов и их влияние на организацию строительства.
Окончательная компоновка гидроузла определяется при проектировании путём технико- экономического сравнения различных вариантов.

Основные положения организации строительства

В данном параграфе коротко, в концентрированном виде даются сведения об этапах строительства, очередности строительства объектов и указываются сроки строительства.

Стройгенплан и транспорт строительства

Приводятся необходимые для разработки ПОС и обоснования стоимости строительства гидроузла данные по транспортной схеме строительства, автомобильным дорогам, стройгенплану и размещению объектов производственной базы. Отдельно описываются решения по доставке тяжеловесных и негабаритных грузов.

Транспортная схема

Дается схема района строительства с указанием всех строительных площадок, баз строительства, дорог и внутрипостроечного транспорта. Излагаются сведения о возможных источниках получения местных и привозных строительных материалов, изделий и конструкций.

Стройгенплан

Приводится ситуационный план строительства. Дается описание стройгенплана для подготовительного, характерных этапов основного периодов строительства и обоснование размещения объектов производственной базы в районе строительства.

Требования к разработке строительного генерального плана.

Разработка стройгенплана при выбранном створе гидроузла должна начинаться с выбора площадок для размещения предприятий строительной базы, временного и постоянного поселков, изыскания карьеров местных строительных материалов. Выбор площадок необходимо осуществлять с учётом топографических и инженерно-геологических условий района строительства гидроузла, транспортных связей строительной площадки с сетью

внешних дорог и удобств внутриплощадочной транспортной схемы.

Выбор местоположения поселка строителей является одной из наиболее ответственных задач. С одной стороны, поселок строителей должен быть максимально приближен к местам производства работ: котловану основных сооружений, объектам производственной базы, требуя минимального времени на поездку рабочих к местам работы. С другой стороны, поселок должен быть расположен в наиболее комфортабельных условиях: с выходом к реке или к зоне создаваемого водохранилища, вблизи леса, то есть в наиболее благоприятных природных и санитарно-гигиенических условиях.

При компоновке объектов производственной базы следует руководствоваться следующими основными предпосылками:

- бетонное хозяйство всегда следует размещать предельно близко к котловану бетонных сооружений, чтобы сократить дальность транспортировки бетонной смеси. Оно является источником наибольшего пылеобразования, поэтому его местоположение следует определять с учётом направления господствующих ветров;

- заводы и полигоны сборного железобетона следует размещать на одной площадке с бетонным хозяйством;

- площади складских помещений, открытых площадок для хранения материалов определяются объёмом материалов и оборудования в пиковый период строительства;

- котельные и асфальтобетонное хозяйство следует размещать на периферии строительной площадки, желательно с подветренной стороны;

- склады горючесмазочных материалов, автозаправочные станции следует размещать либо на въездах/выездах на строительную площадку, либо вблизи автомобильных баз. Нужно стремиться создать единый технологический процесс следования автомобильного транспорта на автобазу: заправка - мойка – автобаза;

- склады взрывчатых веществ следует размещать за пределами строительной площадки. Это расстояние регламентируется нормативными документами;

- водозаборные сооружения хозяйственно-питьевого водоснабжения из поверхностных источников должны располагаться выше створа гидроузла и обязательно выше площадки строительной базы.

Водоснабжение и водоотведение

В данном пункте приводится потребность в воде для производственных, хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд. Расход воды на пожаротушение следует определять на основании действующих норм. Обосновываются источники водоснабжения, места расположения насосных станций, водоприёмных, водонапорных и других сооружений.

По водоотведению определяются объёмы хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых стоков, обосновываются места сброса сточных

вод после очистки и состав очистных сооружений для разных этапов строительства.

Водоснабжение. Потребность в воде на строительстве складывается из производственных, хозяйственно-питьевых и противопожарных нужд. Расход воды на производственные нужды зависит от вида, состава, объёмов работ и их интенсивности, технологии, применяемых механизмов.

Вода для хозяйственно-питьевых нужд необходима как на территории самого строительства, так и в посёлке строителей. Расход воды на пожаротушение устанавливают в соответствии с действующими нормами.

В качестве источников водоснабжения для хозяйственно-питьевых нужд поселка и производственной базы следует использовать подземные источники, для технического водоснабжения - поверхностные водоёмы (реки, озера). Вода из подземных источников, как правило, не требует дополнительной обработки. При использовании воды для хозяйственно-питьевых нужд из поверхностных водоёмов требуется её предварительная обработка. После выбора водоисточника и установления его дебита определяется система водоснабжения. Она зависит от источника водоснабжения, качества воды, рельефа местности и расстояния от источника до водопотребителя.

Требования, предъявляемые к качеству воды, зависят от её назначения. Для производственных нужд обычно пригодна речная вода (на горных реках – вода, прошедшая отстойники). Требования к воде для производственных нужд определяются условиями технологического процесса, например, в воде для приготовления бетонной смеси ограничивается содержание глинистых частиц, органических соединений и минеральных солей. Требования к воде, предназначенной для паровых и водогрейных котлов, определяются специальными нормативами. Требования к воде для хозяйственно-питьевых нужд определяются СанПиН 2.1.4.1074-01. На первом этапе строительства воду для тушения пожаров подают из водоёмов или временных резервуаров.

Сеть временной системы водоснабжения строительства проектируют по тем же нормативам, что и сеть постоянной системы водоснабжения. Временную систему водоснабжения строительной площадки нередко решают в виде одного объединённого водопровода с обязательной очисткой и обеззараживанием, воды. Напор в водопроводной сети для подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды зависит от этажности застройки. На строительной площадке в любой водопроводной сети напор должен быть не менее 15 м.

Водоотведение. Повышение требований к охране окружающей среды и, в частности, водных источников, исключает сброс сточных неочищенных вод в любые водотоки, поэтому очистные сооружения относятся к первоочередным объектам. На первом этапе строительства гидроузла следует сооружать временные инвентарные очистные установки заводского изготовления, устройство которых не требует много времени и больших трудозатрат. Позже следует осуществлять строительство постоянных очистных сооружений.

Для разработки ПД по водоотведению определяют объём хозяйственно-бытовых, производственных и ливневых стоков и водоток, в который возможен

сброс сточных вод после очистки. При решении схемы водоотведения необходимо определить состав очистных сооружений, наметить очередность ввода отдельных элементов системы.

При расчёте объёма канализационных стоков следует учитывать, что объём хозяйственно-бытовых стоков соответствует объёму хозяйственно-бытового водопотребления, а объём производственных стоков принимается по технологическим данным. Следует выделить загрязнённые и условно чистые стоки (например, от охлаждения теплообменников), которые могут сбрасываться без очистки или после элементарной очистки. Стоки с автобаз, ремонтных мастерских и других предприятий, содержащие масла и мазут, должны проходить специальную очистку.

В зависимости от качества водотока, куда предполагается сброс сточных вод, определяется степень (глубина) очистки, методы очистки и состав сооружений. При проектировании схем водоотведения бытовых, загрязнённых производственных и ливневых стоков следует руководствоваться действующими нормативными документами.

Воздухоснабжение

В данном пункте определяются: потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене; источники обеспечения (компрессорные, кислородные и ацетиленовые станции), их местоположение и технические характеристики; необходимость прокладки воздухопроводов, протяжённость, диаметр труб и их количество.

Сжатый воздух на строительстве необходим для пневмотранспорта цемента на бетонных заводах, работы буровых машин, отбойных молотков и других пневмоинструментов, очистки поверхности бетонных блоков перед бетонированием и другого.

Сжатым воздухом строительство обеспечивается от передвижных компрессоров и стационарных компрессорных станций. В начальный период строительства потребность в сжатом воздухе обеспечивается передвижными компрессорами. При большой потребности в РОР создаётся централизованное компрессорное хозяйство со стационарными компрессорами большой производительности.

Протяжённость воздухопроводов рекомендуется принимать не более 2 км.

Технология строительства

Пропуск расходов реки в строительный период

В данном пункте излагается: как будет осуществляться пропуск строительных расходов на различных этапах строительства; какова конструкция, объёмы работ, технология возведения перемычек и других временных гидротехнических сооружений, участвующих в пропуске строительных расходов; как будет выполняться перекрытие русла реки и организован водоотлив из котлованов и недостроенных сооружений гидроузла.

Схема пропуска расходов реки на этапах строительства

Очерёдность возведения основных сооружений и схема пропуска строительных расходов разрабатываются на всех стадиях проектирования гидротехнического объекта.

Пропуск строительных расходов при пойменной компоновке на равнинной реке осуществляется без отвода реки в искусственное русло. В этом случае на первом этапе возведения гидроузла строительные расходы пропускаются по естественному руслу, иногда немного стеснённого перемычками. Бетонные сооружения гидроузла (водосбросная плотина, здание ГЭС) строятся на пойме под защитой перемычек. Одновременно сооружаются подводящий и отводящий каналы под защитой целиков. После достижения этими сооружениями готовности к пропуску строительных расходов производится разборка перемычек, целиков на подводящем и отводящем каналах и осуществляется перекрытие русла реки. На втором этапе возведения объекта строительные расходы пропускаются через водосбросные сооружения, построенные в пойме реки. В это время в русле реки под защитой перемычек возводится плотина. При достаточном обосновании возможно применение безкотлованного (без устройства перемычек) способа возведения грунтовой плотины.

Пропуск строительных расходов при береговой компоновке осуществляется с отводом реки в искусственное русло. Такая схема пропуска строительных расходов применяется, как правило, на горных реках, реках с небольшими расходами воды и реках, имеющих небольшую ширину бытового русла. В этом случае на первом этапе строительства сооружается водоотводящий тракт (туннель или канал). После их строительства осуществляется перекрытие русла реки, и строительные расходы направляются в водоотводящий тракт. На втором этапе строительства под защитой перемычек возводится русловая плотина и другие сооружения гидроузла.

Пропуск строительных расходов при деривационной компоновке осуществляется без отвода реки в искусственное русло. На первом этапе строительства возводятся ГТС энергетического тракта: водоприёмник, деривационный канал и/или туннель, уравнильный резервуар (при необходимости), бассейн суточного регулирования, турбинные водоводы, здание ГЭС с оборудованием, отводящий канал или туннель, схема выдачи мощности и другое. Строительные расходы в этот период пропускаются по бытовому руслу. После готовности этих сооружений к работе, осуществляется перекрытие русла реки. Расходы переключаются на энергетический тракт (деривацию), а в русле возводится плотина.

Перемычки.

В данном пункте описывается конструкция перемычек I и II очереди, поперечных, продольных, технология их возведения и объёмы работ.

Перемычки являются временными ГТС, как правило IV класса, предназначенными для отгораживания части русла реки и создания котлованов для возведения отдельных сооружений гидроузла насухо (части плотины, здания ГЭС, водосброса, шлюза). В особых случаях, если авария на перемычках может вызвать катастрофические последствия для строительной площадки и нижележащих населённых пунктов, сооружений и предприятий или вызвать

значительную задержку возведения основных сооружений I и II классов, перемычки следует относить к III классу.

В подавляющем большинстве случаев перемычки — это грунтовые ГТС, воспринимающие напор воды, поэтому их конструирование и расчёт выполняются аналогично конструированию и расчёту грунтовой плотины соответствующего класса.

Перекрытие русла реки

Перекрытие русла реки – это строительный процесс, при котором бытовое русло перегораживается полностью, а строительные расходы переключаются на новый водопропускной тракт (строительный туннель, канал, водосброс, донные отверстия), созданный на предыдущем этапе строительства. При русловой компоновке перекрытие осуществляется при возведении перемычек II очереди.

В составе ПОС определяют: способ перекрытия и гидравлические показатели для характерных этапов сужения русла, требования к материалу наброски и его объём, тип крепления русла, нагрузки на мост при фронтальном перекрытии и другое. Эти расчёты должны подтвердить принципиальную возможность перекрытия русла реки при расчётных строительных расходах, заданных параметрах водопропускного тракта (строительных водосбросов) и обосновать сметную стоимость перекрытия русла реки.

Фронтальный способ перекрытия применяется преимущественно на равнинных реках, русло которых сложено легкоразмываемыми грунтами. При этом способе проран перекрывают одновременной отсыпкой материала по всей его ширине, для чего возводится мост. Процесс перекрытия включает три этапа: предварительное сужение русла и создание прорана, устройство моста в проране и собственно перекрытие - закрытие прорана. Перед началом перекрытия русло в проране укрепляют на ширину банкета с запасом в сторону ВБ до 10 м и в сторону НБ до 100 м. Толщина крепления принимается не менее 1 м и не менее трёх средних размеров камня. Для уменьшения разноса материала на конечном этапе закрытия прорана применяют негабаритный камень, бетонные кубы и/или тетраэдры, связки из них, металлические и железобетонные «ежи».

Пионерный способ перекрытия применяется на реках, русло которых сложено скальными породами. Отсыпку материала осуществляют с одного, а чаще с обоих берегов реки. На этапе предварительного стеснения русла отсыпают рядовую горную массу. Иногда, до окончательного перекрытия, устраивают фильтрующую перемычку. Это позволяет уменьшить расход в проране при перекрытии за счёт фильтрации части приточного расхода через тело перемычки. При закрытии прорана по мере увеличения скоростей в проране и перепада воды на банкете переходят на отсыпку горной массы более крупных фракций. Для окончательного закрытия прорана применяют негабаритный камень, бетонные кубы и/или тетраэдры и связки из них.

Намывной или бесперемычный способ применяется при возведении грунтовых плотин методом намыва. Закрытие прорана осуществляется намывом песчано-гравелистого грунта средствами гидромеханизации. В настоящее время

такой способ практически не применяется, так как плотины методом намыва грунта в России давно не возводятся.

Комбинированный способ является совмещением нескольких способов перекрытия, например, когда сначала перекрытие ведётся пионерным способом, а на завершающем этапе – обрушением в проран больших массивов направленным взрывом.

Водоотлив из котлованов и недостроенных сооружений

В данном пункте описывается как рекомендуется осуществлять водоотлив из котлованов и недостроенных основных сооружений гидроузла.

В связи с тем, что основания ГТС (плотины, здания ГЭС, шлюзы и другие основные сооружения) находятся ниже уровней воды в реке, в их котлованах имеет место приток воды, профильтровавшейся через перемычки, откосы котлована и основание. Это требует организации водоотлива из котлованов и недостроенных сооружений для организации работы насухо. Водоотлив можно классифицировать как: первоначальная откачка воды из котлована, открытый водоотлив и способ грунтового водопонижения.

Первоначальная откачка воды из котлована требуется после отсыпки перемычек, отгораживающих часть русла реки. В зависимости от глубины откачки насосы могут располагаться стационарно на перемычке или бровке откоса, а чаще – на плаву на понтоне. Суммарный объём воды, откачиваемой из котлована, складывается из первоначального геометрического объёма воды в ограждённом перемычками пространстве и объёмов воды, поступающей за счёт фильтрации через перемычки, откосы котлована и основание. Существует понятие совершенного котлована, когда его основание доходит до водоупора, и вода поступает только через перемычки и откосы. Объём воды, поступающей за счёт фильтрации, определяется гидравлическими расчётами и зависит от времени первоначальной откачки котлована. При отсутствии данных для точных расчётов на основании практики строительства можно считать, что объём первоначальной откачки равен двум – четырём первоначальным геометрическим объёмам воды в ограждённом перемычками пространстве.

Допустимая интенсивность откачки на начальном этапе составляет 0,5–0,8 м/сут в котлованах из скальных и крупнозернистых грунтов, 0,3–0,4 м/сут в котлованах из среднезернистых грунтов, 0,15–0,2 м/сут в котлованах из мелкозернистых грунтов. Интенсивность откачки на конечном этапе при залегании в основании супеси, мелкозернистых или заиленных грунтов снижают из-за опасности разрыхления основания фильтрационным потоком снизу. Опасность разрыхления основания может быть и при наличии напорных вод в водоносном горизонте ниже основания. В этом случае необходимо до разработки котлована снизить напор в водоносном слое до безопасной величины глубинными водопонижительными установками или разгрузочными скважинами.

Откачка осуществляется, как правило, центробежными насосами. Их число в каждой насосной должно быть не менее двух с обязательным наличием резервного. Электроснабжение насосных также должно иметь резервное

питание. Возможна откачка котлованов с помощью сифонов.

Открытый водоотлив. Для поддержания котлована в осушенном состоянии при открытом водоотливе на дне котлована по его периметру устраивается открытый дренаж в виде водосбросных канав, перехватывающих фильтрующую воду и отводящих её к водосборным колодцам (зумпфам) насосных станций. Дренажные канавы и зумпфы должны располагаться за пределами контура основания ГТС.

Очень важным требованием при организации водоотлива является его надёжность. Затопление котлована – чрезвычайный случай, поэтому должны быть приняты меры по его недопущению. Для открытого водоотлива применяют, как правило, самовсасывающие центробежные насосы, имеющие резервные мощности и резервные источники электроснабжения.

Способ грунтового водопонижения. Основными элементами грунтового водопонижения являются фильтровые скважины (колодцы) и водопонизительные насосные установки. Плановое положение скважин относительно перемычек и дна котлована, их глубина определяются по результатам фильтрационных расчётов из условия обеспечения требуемой производительности и снижения уровня грунтовых вод. Способы устройства и оборудования скважин, их глубина зависят от типа применяемой водопонизительной установки. В гидротехническом строительстве применяются в основном четыре типа водопонизительных установок: иглофильтровые установки мелкого понижения, иглофильтровые установки глубокого понижения, глубинные водопонизительные установки в виде фильтровых колодцев с глубинными насосами и установки электроосушения. Установки электроосушения применяются для осушения котлованов в коллоидных грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,1–0,05 м/сут, слабо отдающих воду, где применение других видов водопонижения не даёт эффекта.

Рекультивация

В данном пункте должны быть приведены виды и объёмы работ по каждому объекту рекультивации.

Рекультивация – это мероприятие по восстановлению земель в состояние, пригодное для их использования по целевому назначению. Она имеет два этапа, первый этап – техническая рекультивация, второй – биологическая рекультивация.

В соответствии с требованиями экологии и охраны окружающей среды нарушения, созданные в ходе строительства, должны быть максимально нивелированы. В этой связи все карьеры, отвалы грунта должны быть рекультивированы. Как правило, это техническая рекультивация, формирование безопасного рельефа. В некоторых случаях возможно восстановление плодородного слоя и посев трав. Эти работы связаны с затратами, которые должны быть учтены в смете строительства.

Общий календарный план (график) производства работ

После того как были составлены локальные (или пообъектные) планы (графики) производства работ по всем сооружениям гидротехнического

объекта, составляется общий календарный план (график) производства земельно-скальных работ по объекту в целом. В нём указываются: все сооружения гидроузла, на которых выполняются земельно- скальные работы; виды работ (выемка, насыпь) по каждому сооружению; календарные годы, месяцы; начало и окончание этих работ; месячные и годовые интенсивности. Карьеры, бурты и отвалы тоже вносятся в этот план (график).

Баланс грунтов

Даётся краткое описание баланса грунтов с приложением таблицы.

Баланс грунтов – это соотношение рабочих объёмов выемок и насыпей. Это документ, в котором устанавливается порядок распределения грунта, исключающий произвольную укладку в бурт, отвал или качественную насыпь, многократные перекладки, предусматривается перемещение грунта по кратчайшим расстояниям с учётом сроков и последовательности производства работ, осадок основания, насыпи и потерь грунта (0,5– 1,5 %) при транспортировке.

При проектировании грунтовых сооружений желательно стремиться к равенству объёмов выемки и насыпи, чтобы каждый кубометр грунта выемки был использован в насыпи. Вместе с тем разбросанность сооружений по РОР, непригодность грунтов выемок в ряде случаев для использования в качественных насыпях, несовпадение времени выполнения работ по выемке и насыпи приводят к тому, что иногда выгоднее брать грунт из близлежащих карьеров, а грунт выемок отправлять в отвал. Карьеры создаются и в случаях, когда объём грунта выемок меньше, чем объём насыпей. Баланс грунтов на строительстве объекта минимизирует перевозки грунта, а следовательно стоимость выполнения земельно-скальных работ.

Потребность в строительных машинах, механизмах и автотранспорте для производства работ

В данном пункте в табличной форме приводятся данные о том, какие строительные машины, механизмы и автотранспорт требуются для возведения гидротехнического объекта в разные периоды времени и в каком количестве.

Это не трудно сделать, так как при разработке технологических схем возведения грунтовой плотины, устройства других качественных насыпей, разработки котлованов и карьеров всех сооружений ранее были определены строительные машины, механизмы, автотранспорт и их потребное количество. На основании общего календарного плана (графика) производства земельно-скальных работ определяется в какой период времени, на каком сооружении, какое количество строительных машин, механизмов и автотранспорта требуется и их суммарная величина в каждый период времени.

Потребность в основном строительном оборудовании для производства бетонных, монтажных и специальных работ

Здесь в табличной форме приводятся данные о том, какие краны, строительные машины, механизмы и автотранспорт требуются для возведения гидротехнического объекта в разные периоды времени и в каком количестве.

Это не трудно сделать, так как при разработке технологических схем возведения бетонных сооружений гидроузла, монтажных и специальных работ ранее были определены краны, строительные машины, механизмы, автотранспорт и их потребное количество. На основании общего календарного плана (графика) производства бетонных работ, укрупнённых календарных планов (графиков) монтажных и специальных работ определяется в какой период времени, на каком сооружении, какое количество кранов, строительных машин, механизмов, автотранспорта требуется и их суммарная величина в каждый период времени.

Контроль качества бетонных, монтажных и специальных работ

Здесь указывается по каким нормативным документам (СП, СНиП, ГОСТ), ТУ, разработанным в составе ПД для конкретных сооружений и их конструктивов, и как должен осуществляться контроль качества бетонных, монтажных и специальных работ на сооружениях спроектированного объекта.

Потребные ресурсы для строительства.

Методы строительства

В данном пункте даются рекомендации по методам строительства (классический, экспедиционный, вахтовый, комбинированный), их обоснование, расчёт затрат на перевозку работников при строительстве экспедиционным или вахтовым методом от места постоянного проживания (пункта сбора) до места работы и обратно, периодичность этих перевозок и количество перевозимых работников в различные периоды строительства. Эти затраты должны быть включены в смету строительства объекта.

При возведении гидроузла в необжитом районе (вне близлежащего населённого пункта) возникает необходимость строительства посёлка для строителей и будущих эксплуатационников ГЭС. Условно его можно разделить на две части – постоянную и временную, или постоянный и временный посёлки. Количество жилья и объектов соцкультбыта (детские сады, школы, пункты общественного питания, магазины, медицинские учреждения и так далее) постоянного посёлка определяется в зависимости от численности персонала ГЭС по нормам градостроительства, а для временного посёлка – в зависимости от метода строительства.

Строительство гидротехнического объекта может осуществляться классическим, экспедиционным, вахтовым или комбинированными методами.

При *классическом методе* строительства все участники строительства (руководители организаций, ИТР, рабочие) постоянно проживают непосредственно в районе строительства во вновь возводимом посёлке вместе с членами своей семьи. При таком методе строительства необходимое количество жилья и объектов соцкультбыта определяется с учётом коэффициента семейности (в настоящее время для России он равен 2,7).

При значительной удалённости строящегося объекта от основного места расположения строительных организаций, выигравших конкурс на строительство, и постоянного проживания работников, участвующих в строительстве, может применяться экспедиционный либо вахтовый метод.

При *экспедиционном методе* строительство ведется мобильными подразделениями работников, которые направляются к месту производства работ, как правило, *на один сезон или квартал*. Эти работники размещаются во временных поселках, развернутых при постоянных посёлках (или отдельно от него), максимально приближенных к району основных работ. Цикл выездов к месту работы и возвращений в место постоянного проживания повторяется в заранее спланированной очередности. Организация социально- бытового обслуживания во временном поселке рассчитывается исходя из удовлетворения повседневных и периодических потребностей работников, проживающих, как правило, без членов семей, и включает в себя ограниченную по ассортименту торговлю и бытовое обслуживание, организацию досуга вне рабочего времени и в дни отдыха. Численность работников при экспедиционном методе строительства, одномоментно проживающих во временном посёлке, меньше численности работников, проживающих в посёлке при традиционном методе строительства.

Вахтовый метод строительства применяется при большем по сравнению с экспедиционным методом удалении строящегося объекта от мест проживания работников. При этом работающий персонал меняется через меньшие по сравнению с экспедиционным методом промежутки времени (*неделя, декада, 2 недели*). В период пребывания на стройке работники размещаются в специально созданных вахтовых поселках и систематически возвращаются к месту постоянного проживания (пункту сбора) по заранее спланированной очередности. Предпочтительным является сочетание постоянного посёлка для эксплуатационников, имеющего необходимую инфраструктуру и объекты соцкультбыта, и вахтового посёлка. Вахтовый посёлок рассчитывается на временное проживание работников без членов семей и удовлетворение их повседневных потребностей в ограниченном ассортименте (торговля, бытовое обслуживание, досуг).

Численность работников одной вахты, одномоментно проживающих в вахтовом посёлке, меньше численности работников, проживающих во временном посёлке, при экспедиционном методе строительства (*проживание одной вахты без членов семьи*). Для создания временного (вахтового) посёлка при строительстве экспедиционным или вахтовым методом рекомендуется использование мобильных зданий и сооружений.

Возможно применение *комбинированных методов* строительства. Сочетание вахтового и экспедиционного методов определяется как *экспедиционно-вахтовый метод*. По мнению автора наиболее предпочтительным и приемлемым для гидротехнического строительства является *сочетание традиционного и вахтового методов* строительства. В этом случае руководители строительных организаций, ИТР и наиболее квалифицированная часть рабочих проживают в посёлке постоянно (с членами

семьи), а остальная часть рабочих трудится по экспедиционному или вахтовому методу.

Для строительства экспедиционным и/или вахтовым методом характерен особый режим труда и отдыха, основанный на суммированном учёте рабочего времени, накоплении переработки (сверх восьмичасового рабочего дня) и систематическом возвращении на место постоянного проживания. При назначении конкретного режима труда и отдыха учитываются климатические и сезонные условия работы, удалённость от места постоянного проживания и условия доставки. Для этих методов характерно с одной стороны – снижение капитальных затрат на строительство временного (вахтового) посёлка, а с другой – наличие затрат на систематическую, частую перевозку работников в ходе строительства. Затраты на перевозку должны быть посчитаны и включены в смету строительства объекта. Они не должны превышать затрат на возможное возведение временного посёлка при строительстве классическим методом.

Потребность в строительных кадрах

Здесь в табличной форме, приводится потребность в строительных кадрах с распределением по периодам строительства (год, квартал, месяц). При строительстве экспедиционным и/или вахтовым методом показывается (в том числе) численность работающих по этому методу. Дается краткое пояснение как определялась численность работающих на строительстве объекта.

Определение потребности в строительных кадрах необходимо, в первую очередь, для определения размеров посёлка строителей. Для такого масштабного проекта, каковым является гидроузел энергетического назначения, имеющий множество временных зданий и сооружений 8 главы, несколько грандиозных гидротехнических сооружений, возводимых по разным и сложным технологиям, это непростая задача. Потребность в строительных кадрах можно определить различными способами, а именно:

- определением трудозатрат на основании ЕНиР;
- с использованием технологических схем, разработанных (см. выше) для земельно- скальных, бетонных, подземных и других видов СМР;
- на основании базы данных аналогичного строительства по выработке в физических объёмах на одного рабочего или работника.

Например, на основании ЕНиР можно определить трудозатраты на эталонный объём выемки, одну карту качественной насыпи, типовой для данного бетонного сооружения блок бетонирования, одну заходку при производстве подземных работ и так далее. После этого определяются трудозатраты на весь объём работ путём определения числа таких эталонов, карт отсыпки, блоков бетонирования в сооружении в целом. Численность рабочих определяется с учётом сменности (одна смена; две смены; непрерывный скользящий график, для которого необходимо иметь четыре смены, три работает, а одна отдыхает), сезонности работ (увеличение трудозатрат зимой), коэффициента эксплуатации строительных машин и механизмов. Введением повышающего коэффициент (K=1,1) следует учитывать отпуска и болезни рабочих. Суммарная численность рабочих

в определённый период строительства (год, квартал, месяц) определяется как сумма рабочих, параллельно выполняющих разные виды СМР в этот период. Число ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП) рекомендуется принимать равным 15 % от числа рабочих. Таким образом, для определения числа работающих необходимо вычисленное число рабочих умножить на 1,15.

По *технологической схеме* производства каждого вида СМР видно: какая продолжительность выполнения определённого объёма работы требуется, какие механизмы, какая численность и состав рабочих необходим. Чтобы определить численность работающих для возведения всего сооружения необходимо поступить по описанному выше алгоритму действий.

На предварительных стадиях проектирования можно рекомендовать определение потребности в строительных кадрах на основании *базы данных аналогичного строительства* по выработке в физических объёмах, однако необходимо учитывать наличие современных, более производительных машин и механизмов.

Мероприятия по охране окружающей среды в период строительства

В данном пункте приводится перечень мероприятий по охране окружающей среды в период строительства, разработанный на основании инженерно-экологических изысканий. Определяются объёмы и классы опасности образующихся отходов в процессе выполнения СМР, а также порядок их утилизации.

14 ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

В зависимости от сроков строительства объекта и объёмов работ по решению строительно-монтажной организации, осуществляющей строительство, ППР может разрабатываться на строительство здания или сооружения в целом или на возведение его отдельных частей (подземная и надземная часть, секция, пролёт, этаж и тому подобное), на выполнение отдельных технически сложных строительных, монтажных и специальных работ.

ППР должен быть разработан и передан на строительную площадку не позднее чем за 2 месяца до начала работ, на которые он составлен. В составе ППР на возведение сложных и уникальных объектов должны разрабатываться программы необходимых исследований, испытаний и режимных наблюдений, включая методы технического контроля, организацию полигонов, измерительных постов и другие работы.

Стоимость разработки ППР входит в стоимость выполнения строительно-монтажных и специальных работ за исключением ППР на строительство зданий и сооружений с особо сложными конструкциями и методами производства работ. Такие ППР должны разрабатываться проектными организациями одновременно с разработкой рабочей документации.

15 ВИДЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОЙГЕНПЛАНОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Стройгенплан и его назначение

Строительный генеральный план (стройгенплан, СГП) представляет собой план площадки строящегося объекта или комплекса объектов (производственного или непроизводственного назначения), на который нанесены, кроме существующих и запроектированных объектов постоянного назначения, объекты временного строительного хозяйства: временные склады, дороги, коммуникации, необходимые для производства строительно-монтажных работ, а также временные здания и сооружения, места установки строительных и грузоподъемных машин. СГП является основным проектным документом, регламентирующим организацию строительной площадки.

Назначение стройгенплана состоит в научной организации работ на строительной площадке, которая должна обеспечить: наилучшие условия для труда рабочих, максимальную механизацию процессов выполнения строительно-монтажных работ, снижение затрат на временные здания и сооружения, выполнение требований техники безопасности, охраны труда и противопожарных мероприятий.

Стройгенпланы не являются постоянными на весь период строительства и составляются с учетом состояния строительной площадки и технологического этапа строительства.

Обычно стройгенпланы проектируются на следующие этапы работ:

- период подготовительных работ;
- сооружение подземной части здания;
- период возведения надземных конструкций.

Строительный генеральный план разрабатывается как в составе проекта организации строительства (ПОС), так и в составе проекта производства работ (ППР). Различия в проектировании между стройгенпланами в составе ПОС и ППР сводятся к степени детализации и точности расчетов.

Строительный генеральный план может быть разработан на ряд объектов (в случае застройки жилого квартала или строительства нескольких объектов, входящих в состав промышленного комплекса). В этом случае строительный генеральный план называют *общеплощадочным*. Общеплощадочный СГП всегда разрабатывается в составе ПОС, на нем показывают очередность строительства объектов комплекса (строящегося предприятия, жилого микрорайона), а также временные здания, сооружения и все виды коммуникаций, предназначенные для обслуживания всей строительной площадки.

Строительный генеральный план, разработанный на один объект, называют *объектным*. Объектный стройгенплан может входить как в состав ПОС, так и в состав ППР. На стройген плане объекта показываются: строящийся объект, дороги и проезды, используемые в период осуществления строительства; временные механизированные установки, пути и расположение рельсовых и безрельсовых кранов, зоны их действия; места приема

Масштаб общеплощадочного строительного генерального плана
авляет 1:1000 или 1:2000, масштаб объектного – 1:100, 1:200, 1:500.

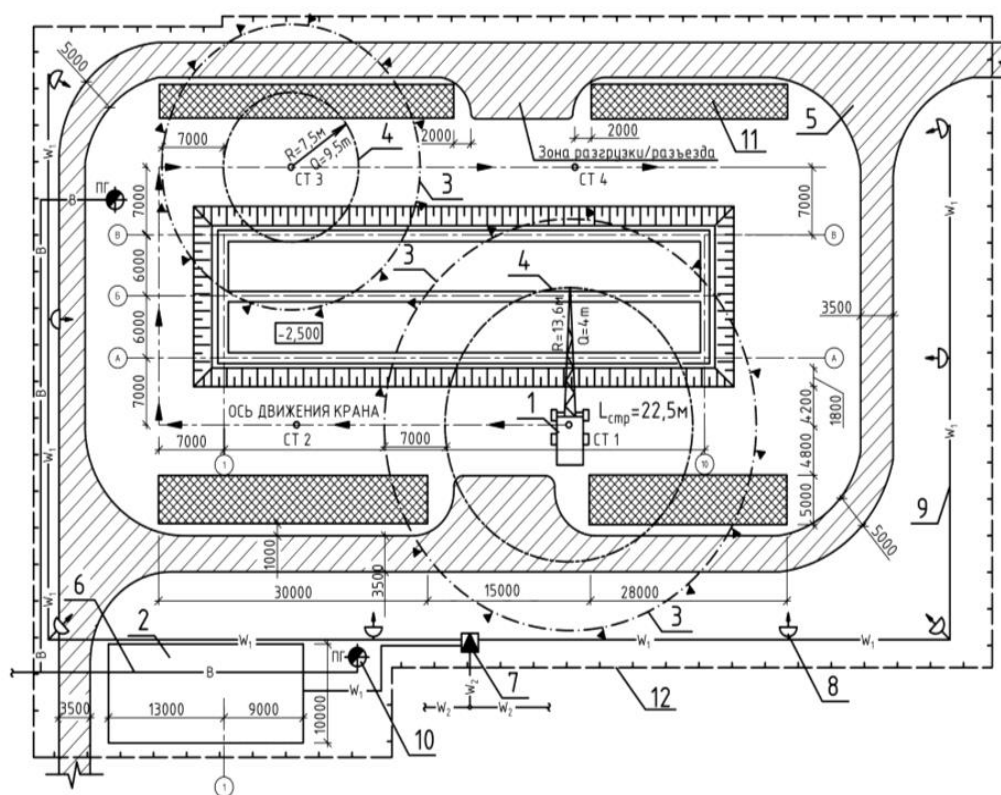


Рисунок 15.1 -. Строительный генеральный план на возведение подземной части здания: 1 – самоходный кран; 2 – место расположения бытового городка; 3 – граница опасной зоны; 4 – граница монтажной зоны; 5 – временная дорога; 6 – временный водопровод; 7 – временная трансформаторная подстанция; 8 – проекторная мачта или вышка; 9 – временная воздушная ЛЭП; 10 – пожарный гидрант; 11 – зона складирования материалов и конструкций; 12 – ограждение строительной площадки

состав временных зданий и сооружений; тип ограждения и другие объекты временного строительного хозяйства.

СГП на период нулевого цикла содержит, кроме элементов для возведения надземной части здания, места складирования грунта, предназначенного для обратной засыпки под полы и в пазухи фундаментов; временные дороги; ограждения и места сходов в котлован; существующие и перекладываемые коммуникации.

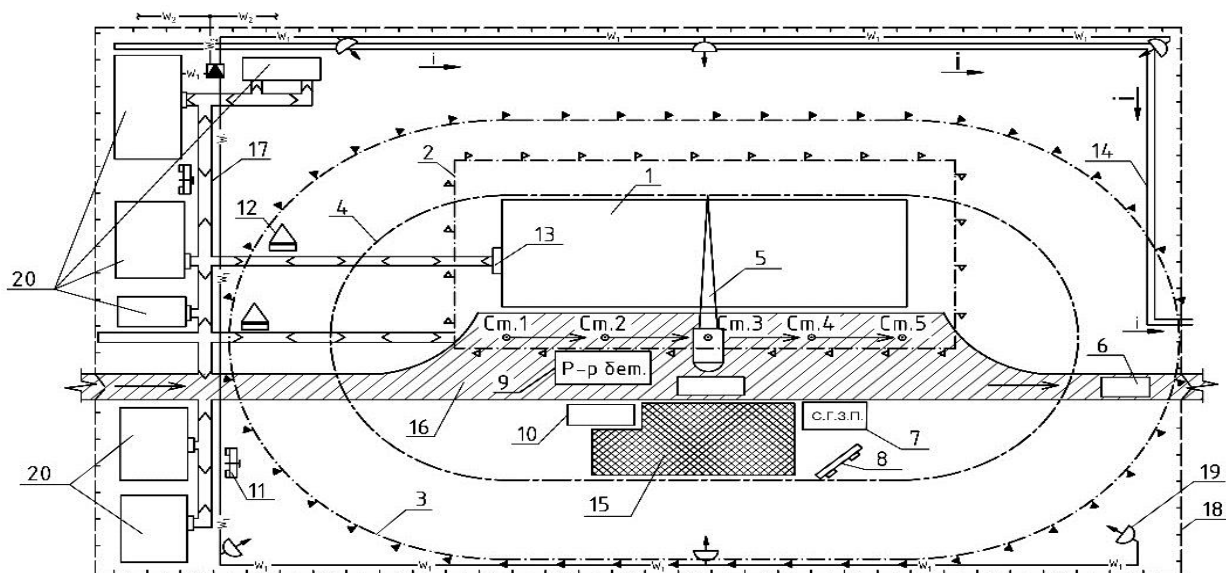


Рисунок 15.2 - Объектный строительный план на возведение надземной части здания: 1 – возводимое здание; 2 – граница опасной зоны вблизи строящегося здания; 3 – граница опасной зоны обслуживания краном (для всех стоянок крана); 4 – рабочая зона крана; 5 – самоходный кран; 6 – зона мойки автомобилей; 7 – площадка для грузозахватных приспособлений и тары; 8 – стенд со схемами строповки и таблицами масс грузов; 9 – площадка для приема раствора и бетона; 10 – площадка мусорных контейнеров; 11 – стенд с противопожарным инвентарем; 12 – знак и надпись, предупреждающие о работе крана; 13 – навес над входом в здание; 14 – водоотводная канава; 15 – зона складирования конструкций; 16 – временная автомобильная дорога; 17 – пешеходная дорожка; 18 – ограждение строительной площадки; 19 – прожектор; 20 – временные здания

На этапе возведения наземной части зданий на СГП показывают зоны работы монтажных и подъемно-транспортных машин, механизмов, установок, а также пути и площадки для подвоза и складирования, а при необходимости укрупнительной сборки строительных конструкций, деталей технологического оборудования. Пример объектного строительного плана на возведение надземной части жилого здания представлен на рисунке 15.2.

При разработке СГП на периоды кровельных или отделочных работ особое внимание уделяется установке грузовых и грузопассажирских подъемников; размещению штукатурных и малярных станций; агрегатов для подогрева и

подачи мастик; выделению мест для хранения огнеопасных материалов; соблюдению мер по пожарной безопасности и благоустройству территории строительства

Строительный генеральный план является частью комплексной документации на строительство (ПОС, ППР), поэтому все решения по его проектированию должны быть увязаны с остальными разделами проекта и прежде всего с принятой технологической последовательностью выполнения работ и сроками строительства, календарным планом, а также требованиями строительных нормативов.

Размещение на строительной площадке элементов временного строительного хозяйства предусматривает:

- расположение временных зданий и сооружений на свободной от застройки территории. Места их расположения должны оставаться постоянными на весь период строительства;

- оптимизацию схем прохождения грузов на строительной площадке путем сокращения числа перегрузок и уменьшения числа перевозок;

- минимизацию объемов временного строительства за счет использования постоянных зданий, дорог и инженерных сетей;

- максимально возможную прокладку всех видов временных инженерных сетей по постоянным трассам;

- максимальное использование мобильных (инвентарных) зданий и сооружений для создания нормальных производственных и бытовых условий работающих;

- рациональное размещение монтажных механизмов, мест укрупнительной сборки конструкций и размещение площадочных бетонно-растворных узлов;

- выполнение нормативных требований по бытовому обслуживанию работающих на строительной площадке, соблюдение требований по охране труда, технике безопасности и охране окружающей природной среды.

Этапы проектирования стройгенпланов

Проектирование стройгенпланов рекомендуется выполнять в три этапа:

- на первом этапе определяется состав временных сооружений;
- на втором – намечаются места расположения всех элементов временного строительного хозяйства;
- на третьем – выполняются все необходимые расчеты. Стройгенплан следует проектировать с учетом размещения существующих инженерных сетей. Это позволяет избежать размещения временных объектов на месте существующих коммуникаций и дает возможность использовать постоянные инженерные сети для нужд строительной площадки.

В строительную площадку кроме земельного участка, находящегося во владении застройщика, при необходимости могут быть включены дополнительно территории других (в том числе соседних) земельных участков. В таких случаях застройщик до получения разрешения на строительство должен получить согласие владельцев дополнительных территорий на их использование, или должны быть установлены необходимые сервитуты

(возможность на ограниченное пользование земель, находящейся в чужой собственности).

Виды автодорог в строительстве

Строительная площадка должна иметь удобные подъезды и внутрипостроечные дороги для осуществления бесперебойного подвоза материалов, машин и оборудования в течение всего периода строительства.

Перемещение грузов средствами автомобильного транспорта осуществляется по автодорогам. Автодороги строительства включают подъездные пути, соединяющие строительные площадки с общей сетью автомобильных дорог, и внутрипостроечные дороги, по которым перевозят грузы внутри строительной площадки. Подъездные пути, как правило, выполняют постоянными, а внутрипостроечные дороги – временными. Подъездные пути и внутрипостроечные дороги прокладывают до начала возведения основных объектов. До начала работ по устройству временной дороги необходимо выполнить вертикальную планировку с уплотнением грунта.

Проектирование временных дорог выполняется в следующей последовательности:

- 1) разработка схемы движения транспорта и расположение дорог на строительной площадке;
- 2) определение параметров дорог;
- 3) установление опасных зон действия машин и механизмов;
- 4) определение конструкции дороги.

Схемы внутрипостроечных дорог

Внутрипостроечные дороги (рис. 15.3) могут быть сквозными, тупиковыми и кольцевыми. Предпочтительно внутрипостроечные дороги выполнять по кольцевой схеме с двумя въездами-выездами. В стесненных условиях дороги проектируют сквозными. При невозможности устройства кольцевых или сквозных дорог временные дороги устраивают тупиковыми. В конце тупиковых дорог должны быть разворотные площадки, а в средней части, при необходимости, разъезды.

Внутрипостроечные дороги должны обеспечивать удобные подъезды к следующим сооружениям:

- открытым и закрытым складам;
- мастерским и механизированным установкам;
- площадкам укрупнительной сборки конструкций;
- зоне действия монтажных механизмов;
- временным административно-бытовым зданиям и сооружениям.

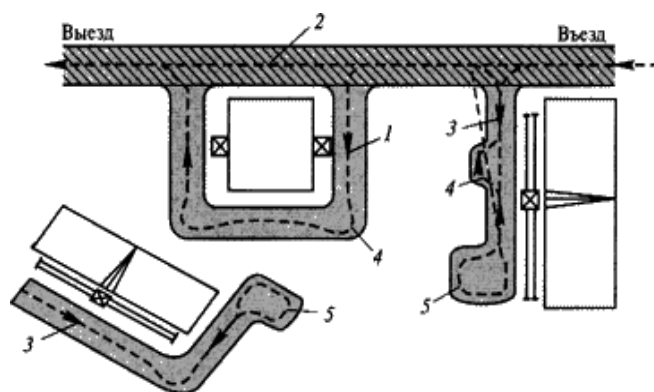


Рисунок 15.3- Схемы внутрипостроечных дорог: 1 – кольцевая дорога; 2 – тупиковая дорога; 3 – разъезд; 4 – разворот; 5 – уширенный поворот кольцевой дороги

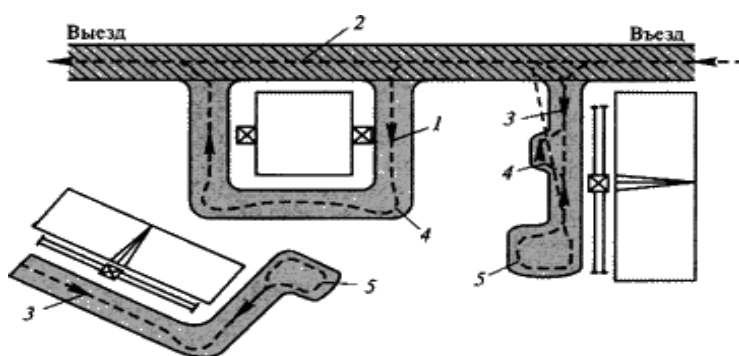


Рисунок 15.4- Схемы внутрипостроечных дорог: 1 – кольцевая дорога; 2 – тупиковая дорога; 3 – разъезд; 4 – разворот; 5 – уширенный поворот кольцевой дороги

При трассировке дорог должны соблюдаться следующие минимальные расстояния, м:

- между дорогой и складской площадкой – 0,5–1,0;
- между дорогой и подкрановыми путями – 6,5–12,5 (это расстояние принимают исходя из величины вылета стрелы крана и рационального взаимного размещения крана – склада – дороги);
- между дорогой и осью ж/д путей – 3,75 (для нормальной колеи) и 3,0 (для узкой колеи);
- между дорогой и забором, ограждающим стройплощадку – не менее 1,5.

Параметры временных дорог

Параметрами временных дорог являются: число полос движения, ширина полотна и проезжей части, радиусы закругления.

Исходя из нормативного габарита автомобиля, ширина дорожного покрытия (проезжей части) автомобильной дороги при однополосном движении должна быть не менее 3,5 м, а при двухполосном с уширением для стоянки машин при разгрузке – 6,0 м. При использовании тяжелых машин

грузоподъемностью 25–30 т и более ширина проезжей части увеличивается до 8 м.

На участках дорог, где организовано одностороннее движение по кольцу в пределах видимости, но не менее чем через 100 м, устраивают площадки шириной 6 м и длиной 12–18 м. Такие же площадки выполняют в зоне разгрузки материалов при любой схеме движения автотранспорта.

Разгрузочные площадки временных дорог должны иметь уширения в зону обслуживания крана. Длина разгрузочных площадок назначается в зависимости от числа автомашин, одновременно стоящих под разгрузкой, их габаритов и принимается в пределах 15–45 м.

Радиусы закругления временных дорог зависят от габарита грузов и транспортных средств, используемых для их доставки, и принимаются в пределах 12–18 м. В стесненных условиях строительной площадки при доставке грузов автомашинами грузоподъемностью до 5 т без прицепов допускается принимать радиус закругления временных дорог 9 м.

При радиусе закругления строительных проездов 12 м ширина проездов в 3,5 м оказывается недостаточной для движения автомобильных поездов, поэтому проезды в пределах кривых (габаритных коридоров) необходимо уширять минимум до 5 м. Недостаточный внешний радиус закругления ($R = 6...8$ м) приводит к разрушению проездов на поворотах.

При наличии тупиковых дорог предусматривается устройство разворотных площадок размером не менее 12×12 м.

Ширина временных дорог и площадок для установки стреловых самоходных кранов и кранов-манипуляторов определяется в зависимости от используемых марок машин.

Ширина временной дороги принимается на 0,5 м больше ширины гусеничного или колесного хода применяемой грузоподъемной машины.

Временные автотранспортные дороги могут быть совмещены с временными дорогами, на которых работают самоходные стреловые краны и краны-манипуляторы.

Временные дороги и пешеходные дорожки могут иметь покрытие из щебня, гравия или из железобетонных дорожных плит на песчаном основании. Ширина пешеходных дорожек принимается не менее 0,6 м.

Конструкции временных дорог

Автомобильные дороги состоят из земляного полотна и дорожной одежды (рис. 15.5). Для обеспечения поперечного отвода поверхностных вод земляному полотну и поверхности.

Одеждам на прямых участках пути придается двускатный уклон, а на криволинейных – односкатный (с уклоном внутрь закругления). Дорожная одежда покрывает земляное полотно и передает на него нагрузку от транспортных средств. В дорожной одежде различают несколько последовательных слоев: подстилающий песчаный слой, укладываемый по земляному полотну; основание, укладываемое поверх подстилающего слоя; покрытие. Покрытие может быть самым разнообразным – от

асфальтобетонного по железобетонному основанию до щебеночного по песчаному основанию. Иногда покрытие устраивают из двух слоев: несущего и слоя износа.

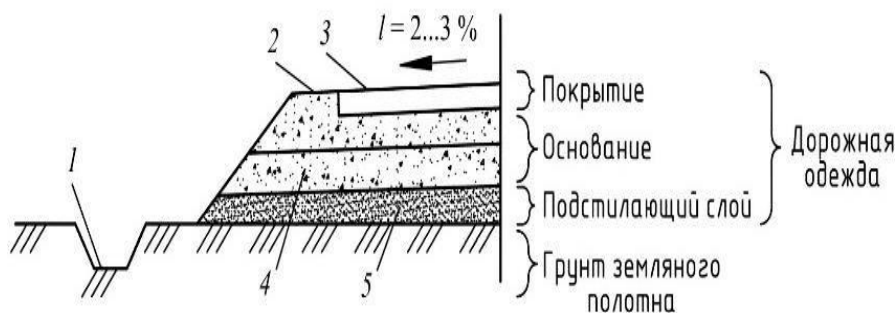


Рисунок 15.5- Детали автомобильной дороги (на насыпи): 1 – кювет; 2 – обочина; 3 – покрытие; 4 – основание; 5 – подстилающий слой.

Конструкции временных автодорог в зависимости от конкретных условий могут быть следующих типов: естественные грунтовые профилированные; грунтовые улучшенной конструкции; с твердым покрытием; из сборных железобетонных инвентарных плит. Выбор того или иного типа дороги зависит от интенсивности движения, типа и массы машин, несущей способности грунта и гидрогеологических условий и определяется в конечном счете экономическим расчетом.

Грунтовые профилированные дороги (рис. 2.5) устраивают при небольшой интенсивности движения (до 3 автомашин в час в одном направлении) в благоприятных грунтовых и гидрогеологических условиях. Грунтовые дороги могут быть построены в самые короткие сроки и с наименьшими затратами. Прочность их зависит от состава грунта – соотношения песчано-гравийной и глинистой частей.

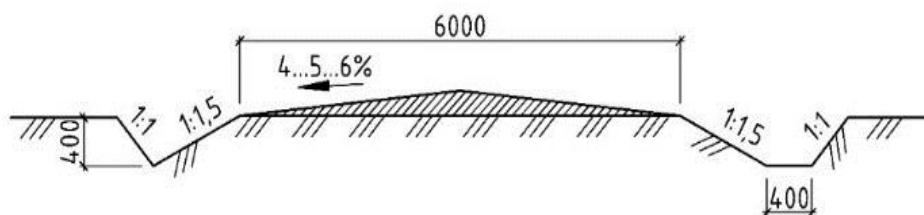


Рисунок 15.6 - Разрез построенной грунтовой профилированной дороги с двумя типами кюветов

Грунтовые дороги, испытывающие большие нагрузки или находящиеся в менее благоприятных условиях, укрепляют гравием, шлаком, оптимальной песчано-гравийно-глинистой смесью, обжигом глины, вяжущими и цементом. Отсыпку гравия или других добавок производят одним–двумя слоями с последующим уплотнением катком.

Поперечное сечение кюветов бывает треугольным и трапецевидным. Если земляное полотно возводят в сухих местах с обеспеченным быстрым стоком поверхностных вод, а грунтовые воды расположены глубоко, то кювет устраивают в виде треугольных лотков. Если условия поверхностного стока

недостаточно удовлетворительны и грунты слабоводопроницаемы, то боковым канавам придают трапецевидное сечение.

Временные дороги под установленную нагрузку 12 т на ось лучше всего сооружать из сборных железобетонных плит. Плиты укладывают на песчаную постель (рис. 15.7). Толщина слоя песка зависит от группы грунтов земляного полотна и степени увлажнения и назначается порядка 10–25 см.

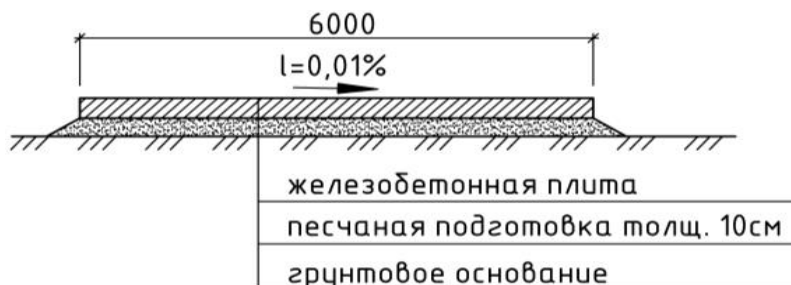


Рисунок 15.7- Конструкция временной дороги из плит длиной 6 м

В качестве железобетонных дорожных плит применяют плиты прямоугольной в плане и клиновидной форм.

Прямоугольные дорожные плиты (длиной 2,5–3,0 м, шириной 1,0–1,5 м, толщиной 0,14–0,22 м и массой 0,63–1,8 т) просты в изготовлении и в работе с ними на строительной площадке, могут воспринимать повышенные нагрузки, пригодны для эксплуатации сразу же после их укладки в любое время года и при любой погоде.

Клиновидные плиты позволяют устраивать покрытия проезжей части сразу на всю ширину дороги, радиус закругления на поворотах может быть любым. На прямых участках плиты чередуют, располагая их то широкой, то узкой стороной. Для таких плит нет надобности в устройстве отдельных участков дороги (особенно на поворотах) в монолитном исполнении.

Для удобного монтажа дорожные плиты могут иметь металлические петлевые захваты, которые спрятаны в теле монолитной конструкции и не выступают на поверхность дорожного покрытия. Сохранности и качеству автодорог из сборных плит в значительной мере способствует сварка или скрутка плит между собой. Это особенно важно, когда на объекте используются машины на гусеничном ходу.

Опасные зоны временных дорог

Опасные зоны строительной площадки – участки, где осуществляются работа монтажных кранов или других строительных механизмов и могут находиться люди, не участвующие в совместной с краном работе (рис. 15.9).

На местности границы опасных зон временных дорог должны быть обозначены специальными ориентирами, плакатами и соответствующими световыми сигналами, хорошо видимыми крановщикам, стропальщикам и машинисту крана в любое время суток. Места установки и их тип должны быть указаны на СГП.

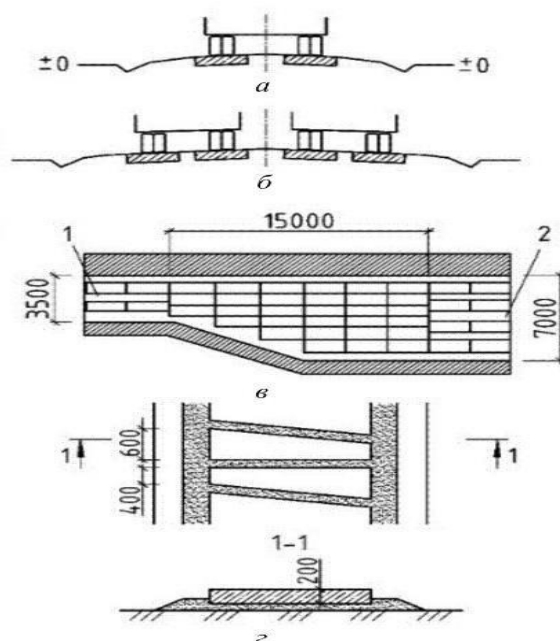


Рисунок 15.8- Временные дороги из железобетонных плит: *а* – колейная, однопутная из прямоугольных плит; *б* – то же, двухпутная; *в* – уширение дороги в месте разъезда транспорта; *г* – сплошная, из плит клиновидной формы; 1 – однопутный участок; 2 – двухпутный участок

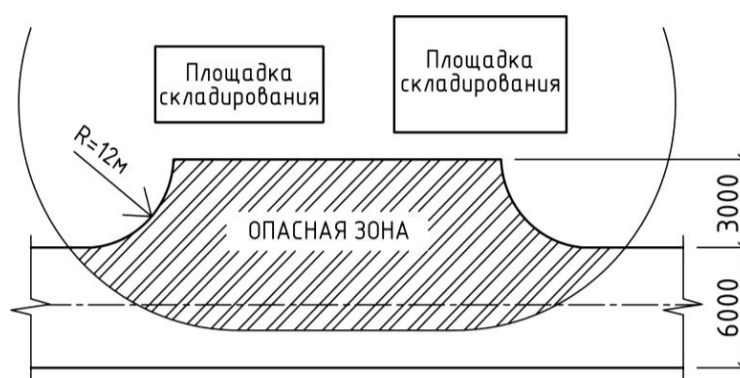


Рисунок 15.9- Опасная зона дороги

Методика расчета уширения дороги на повороте

При повороте автомобиля каждое его колесо движется по самостоятельной траектории, в результате чего ширина занимаемой автомобилем полосы проезжей части увеличивается. Ширина внутрипостроечной дороги на поворотах может быть запроектирована на основании практических рекомендаций или на основании расчета.

Радиус виража внутрипостроечных дорог назначается конструктивно 12–35 м (минимальный радиус виража устраивают в пределах 12–18 м при использовании автомобилей без прицепов). Внутрипостроечную дорогу шириной 3,5 м на поворотах, принятой конструктивно, увеличивают на 1,5 м по внешнему радиусу виража дороги (рис. 15.10).

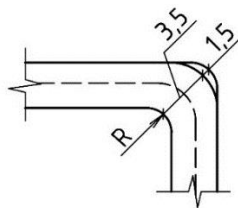


Рисунок 15.10- Конструктивное уширение дороги на повороте до 5 м

Расчет ширины внутрипостроечной дороги на поворотах выполняется с учетом длины завожимых конструкций и габаритов используемых транспортных единиц, например тягача с прицепом.

Определение ширины построечной дороги на поворотах в случае, когда груз не свешивается с платформы (рис. 15.11) выполняется по формуле

$$B = 0,7 L_{\text{Гр}} + 0,25 b_1 + 0,35 b_2,$$

где $L_{\text{Гр}}$ – длина платформы тягача с грузом, м; b_1 – ширина колесной пары тягача, м; b_2 – ширина колесной пары платформы, м.

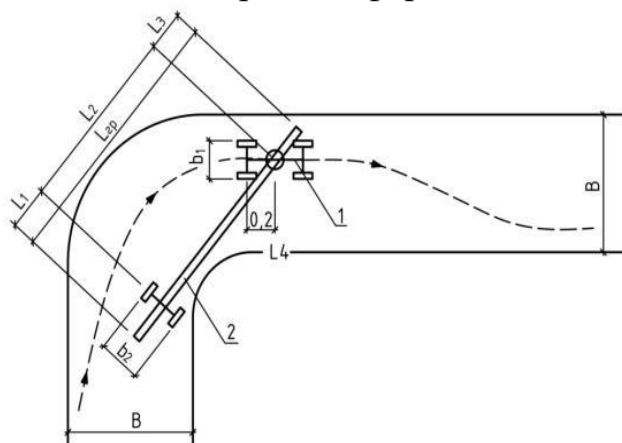


Рисунок 15.11- Расчетная схема автопоезда (тягача с платформой), используемого при доставке на объект конструкций максимальной длины: 1 – тягач; 2 – платформа; b_1 , b_2 – ширина колесной пары соответственно тягача и платформы, м; $L_{\text{Гр}}$ – длина платформы тягача с грузом, м; B – ширина построечной дороги

16 ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Складское хозяйство предназначено для обеспечения приемки материалов с определением их качества и количества; рационального размещения и укладки материалов с учетом их физико-химических свойств; совершенствования способов хранения материалов, конструкций и изделий; сведения до минимума потерь материалов при хранении; организации отпусков и учета материалов.

Организация складского хозяйства включает:

- расчет потребности в материалах и конструкциях и определение необходимых запасов материалов;
- расчет площадей складов, установление их размеров и величины

погрузочно-разгрузочных фронтов;

- выбор наиболее рациональных типов складов, целесообразных способов укладки и хранения основных строительных материалов и сборных конструкций;

- размещение складов на территории строительства;

- составление схемы складского хозяйства, а также разработка системы приемки, отпуска и учета материалов.

Независимо от вида складов и характера складироваемых материалов, конструкций и деталей важнейшими требованиями, предъявляемыми ко всем складам, являются: обеспечение сохранности материалов, конструкций и деталей, механизация погрузочно-разгрузочных работ, создание условий безопасной работы на складах.

Классификация складов

Склады материалов и конструкций различаются по принадлежности, по месту расположения, по назначению, по способу хранения материалов и конструктивному признаку.

Классификация складов по принадлежности

По принадлежности склады классифицируются на три группы: склады предприятий стройиндустрии, склады строительных организаций, склады снабженческих организаций.

Склады предприятий стройиндустрии располагаются на территории предприятий, производящих тот или иной вид строительной продукции.

Современные промышленные предприятия, в том числе и предприятия стройиндустрии, имеют в своем распоряжении разветвленное складское хозяйство, предназначенное для приема и хранения запасов готовой продукции, сырья, основных и вспомогательных материалов, топлива, оборудования, запасных частей, незавершенного производства, комплектующих изделий, отходов и других видов средств и предметов труда.

Размеры складских помещений определяются с учетом номенклатуры, объемов и габаритов материалов, хранящихся на складе. При этом следует исходить из максимального объема материальных запасов и нормативов полезной площади на единицу измерения материалов, подлежащих хранению (например, в тоннах на квадратный метр), одновременно предусматривая площади для возможного увеличения запасов.

Склады строительных организаций. Строительная организация, непосредственно осуществляющая строительство, чаще всего осуществляет складирование материалов на приобъектном складе.

Склады снабженческих организаций. В настоящее время обеспечение предприятия материальными ресурсами осуществляется через товарно-сырьевые биржи, аукционы, конкурсы, оптовые закупки, регулярные закупки мелкими партиями, закупки по мере необходимости, снабжение производства по запросам, а также собственное производство.

В строительстве различают две формы снабжения:

1) транзитная форма снабжения – строительная организация получает сырье и материалы непосредственно от предприятий, их добывающих, обрабатывающих или производящих;

2) складская форма снабжения – материальные ресурсы предприятие получает с баз и складов снабженческо-сбытовых организаций, оптовых и розничных торговых фирм.

Снабженческие склады обеспечивают приемку и хранение материалов, комплектующих изделий, сырья, необходимую подготовку их к производственному потреблению.

В ходе проектирования любых видов складов особое внимание следует уделять их оснащению средствами механизации и автоматизации складских операций: стеллажами и унифицированной тарой, мостовыми кранами, монорельсами, транспортерами, автопогрузчиками, автокарами, устройствами для вертикального перемещения грузов, средствами автоматического учета поступления и затрат материалов.

Классификация складов по месту расположения

По месту расположения существуют перевалочные, общеплощадочные и приобъектные склады. При проектировании организации строительства и производства работ в основном рассматриваются общеплощадочные и приобъектные склады.

Общеплощадочные склады организуются при строительстве комплекса объектов. Они обслуживают несколько строительно-монтажных организаций, участвующих в строительстве промышленного предприятия, микрорайона города или комплекса объектов гражданского назначения.

Приобъектные склады создаются непосредственно у строящихся зданий и сооружений.

На железнодорожных станциях, в аэропортах, на пристанях или в случаях, когда стесненные условия строительной площадки не позволяют складировать материалы непосредственно у объектов строительства, создаются *перевалочные*

склады. Данный вид складов предназначен для временного хранения материалов и изделий при перегрузке с одного вида транспорта на другой. При разработке СГП они не проектируются.

Для снижения затрат, создания более простой и четкой системы хранения, учета и отпуска строительных материалов, конструкций и деталей следует стремиться к максимальному сокращению числа ступеней складского хозяйства. Доставка материалов, конструкций и деталей непосредственно к объектам позволяет избежать дополнительных затрат на перегрузки на промежуточных складах, а также повысить сохранность материалов и деталей.

Классификация складов по назначению

Назначение склада зависит от вида хранящихся материалов: цемента, горюче-смазочных, химических, отделочных материалов и т. п.

По назначению склады можно разделить на универсальные и специальные

(специализированные).

Специальные склады, служащие для хранения горючесмазочных и легковоспламеняющихся материалов, взрывчатых веществ (ВВ), химических материалов, располагают на некотором удалении от строительных площадок. Эти склады проектируют *по взрывопожарной и пожарной опасности* в соответствии с нормами, учитывающими категории помещений.

К горюче-смазочным материалам (ГСМ) относятся все виды бензинов, дизельное топливо, автомасла, мазуты и т.п. Для хранения горюче-смазочных материалов, как правило, применяются специальные резервуары, покрытые изнутри эпоксидной смолой. Эти емкости конструируются с учетом циркуляции воздуха: резервуары оснащаются специальными клапанами, обеспечивающими доступ воздуха, но в то же время препятствующими попаданию влаги внутрь.

Легковоспламеняющиеся и взрывоопасные материалы поставляют на производственные и строительные объекты в таре или упаковке с яркими предупреждающими подписями «Огнеопасно» и «Взрывоопасно». Разгружают такие материалы не ближе 50 м от источников огня в месте, согласованном с представителями службы техники безопасности. На территории строительной или производственной площадки воспламеняющиеся и горючие жидкости (краски, растворители) допускается хранить не свыше 500 л в отдельно стоящих негорючих зданиях на расстоянии не менее 16 м от других зданий. Внутри и снаружи помещений, где хранят легковоспламеняющиеся материалы, делают надписи «Огнеопасно» и «Взрывоопасно».

Классификация складов по способу хранения материалов и конструктивному признаку

Конструктивно склады строительных материалов и изделий состоят из открытых площадок, навесов и закрытых помещений.

На *открытых* площадках складироваются материалы и конструкции, не требующие защиты от атмосферных осадков: бетонные и железобетонные конструкции, кирпич, щебень и т.п.

Навесы (полузакрытые склады) сооружаются для хранения материалов и изделий, требующих защиты от прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков (рулонные материалы, столярные изделия, лесоматериалы).

Закрытые склады могут размещаться в постоянных и временных зданиях. Постоянные здания используются под склады строительных организаций, перевалочные склады и склады производственных предприятий. Большинство складских зданий, размещаемых на строительной площадке, являются временными. Используются, как правило, сборно-разборные, контейнерные и передвижные складские помещения. Закрытые склады могут быть утепленные и неутепленные. В неутепленных складах хранят цемент, известь, красители, стекло, метизы, электрооборудование, кровельную сталь и др. В утепленных закрытых складах хранятся химикаты, краски, олифа, спецодежда и др.

Конструктивное решение складов

Склады, предназначенные для длительного использования снабженческих организаций, т.е. постоянные, строят по типовым проектам. Временные склады (участковые, приобъектные) должны быть контейнерными, сборно-разборными или передвижными. Закрытые и полузакрытые склады (навесы) на строительной площадке строят облегченного типа из сборно-разборных конструкций. Небольшие склады-кладовые устраивают во временных зданиях контейнерного типа или в передвижных (на колесах) зданиях. Площадки для открытых складов утрамбовываются, а для навалочных грузов, кроме того, ограждаются.

Складское хозяйство, создаваемое непосредственно на строительной площадке, носит временный характер и ликвидируется с окончанием строительства объекта.

Для материалов, требующих временного закрытого хранения, используются также постоянные здания и нижние этажи вновь строящихся объектов.

Требования к расположению складов на строительной площадке

После определения размеров и типов складов необходимо установить их расположение на стройгенплане.

Открытые склады на строительной площадке располагают в зоне действия монтажного крана, обслуживающего объект. Участки, выбираемые для размещения складов, должны быть по возможности ровными, с небольшим уклоном для водоотвода и не требовать затрат на осушение или понижение грунтовых вод. На недренирующих грунтах помимо планировки следует сделать небольшую подсыпку из щебня или песка (5–10 см). При необходимости производят поверхностное уплотнение. Участки складской площадки, куда материалы (раствор, песок) разгружают непосредственно с транспорта, должны выполняться в той же конструкции, что и временные дороги. Отводимые для складов участки должны находиться вблизи существующих или проектируемых постоянных и временных дорог.

Навесы для хранения массовых и тяжелых материалов или оборудования следует размещать в зоне действия монтажного механизма или непосредственной близости, что обеспечивает бесперегрузочную доставку в рабочую зону. К отдельностоящим складам подводят временные дороги.

На рис. 16.1 показан пример организации строительной площадки при монтаже со склада.

Решение задачи расположения складов на стройплощадке сводится в основном к установлению кратчайших внутренних путей грузопотоков и минимума перегрузок, а также к устранению встречных перевозок. Расположение складов на стройплощадке должно удовлетворять следующим основным требованиям:

- отводимые для складов участки должны находиться вблизи существующих или проектируемых постоянных или временных дорог, при этом предусматривается их местное уширение;

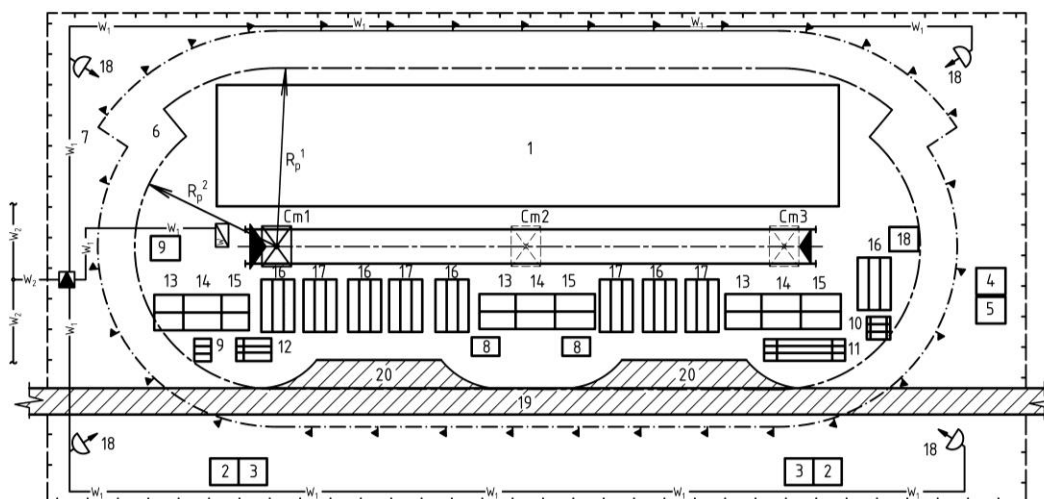


Рисунок 16.1- Организация строительной площадки: 1 – строящееся здание; 2 – навес для сантехнических материалов и заготовок; 3 – навес для столярных изделий; 4 – склад для инвентаря и инструмента; 5 – мастерская для специальных работ со складом; 6 – зона крана; 7 – граница опасной зоны; 8 – площадка для приема раствора; 9 – открытая площадка для складирования отдельных элементов; 10–17 – склады сборных элементов; 18 – прожекторы; 19 – автодорога; 20 – разгрузочная площадка.

- склады основных строительных материалов должны располагаться вблизи от места потребления этих материалов;
- штабеля с тяжелыми и массовыми элементами (колонны, балки и т. п.) следует размещать ближе к крану, а с более легкими и немассовыми элементами – в глубине склада;
- одноименные конструкции, детали и материалы следует складировать по захваткам, равномерно или в нескольких местах по длине здания;
- при размещении складов, требующих капитальных вложений, необходимо выбирать площадки, которые длительное время будут свободны от застройки наземными или подземными сооружениями, чтобы возведенные складские объекты можно было эффективно эксплуатировать в течение длительного срока;
- временные склады должны находиться в таком месте строительной площадки, где они не мешали бы производству строительных работ, при этом количество перемещений к местам потребления должно быть наименьшим;
- участки, выбираемые для размещения складов, должны быть по возможности ровными и не требовать затрат на осушение или понижение уровня грунтовых вод.

Требования к проходам на приобъектном складе

Между штабелями (стеллажами) на складах должны быть предусмотрены проходы шириной не менее 1 м и проезды, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад. Во избежание повреждения складированных грузов

между штабелями одноименных конструкций предусматривается просвет не менее 200 мм (рис. 16.2).

Проходы между штабелями должны устраиваться не реже чем через каждые два штабеля в продольном направлении и не реже чем через 25 м в поперечном направлении.

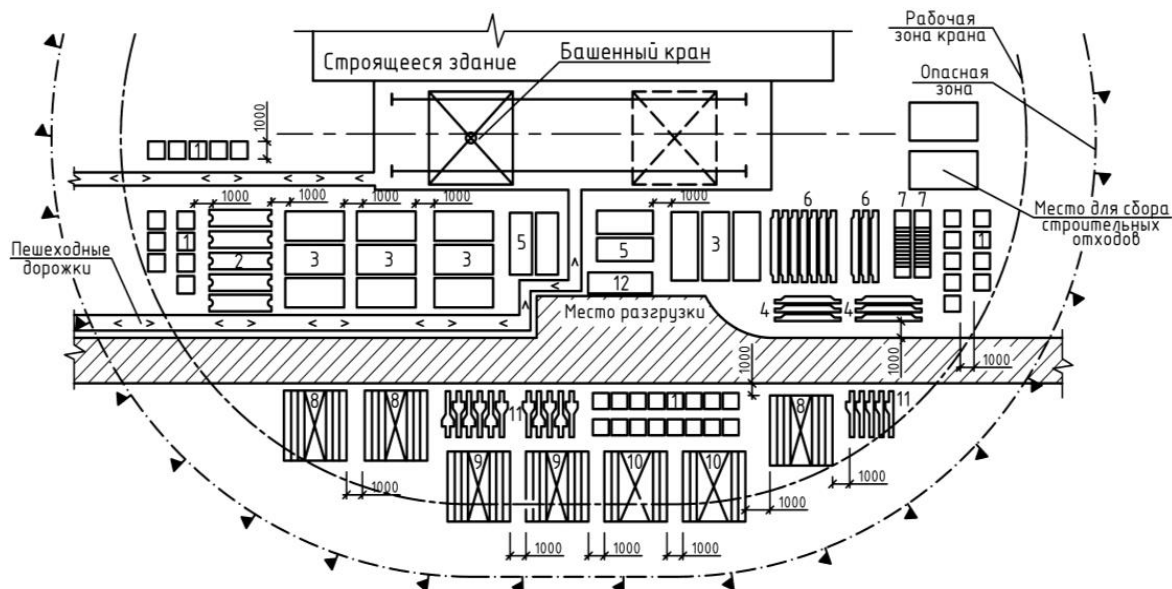


Рисунок 16.2- Примерный план размещения грузов на приобъектном складе: 1 – кирпич на поддонах; 2 – распорные плиты перекрытия (h до 2,5 м); 3 – пролетные плиты перекрытия (h до 2,5 м); 4 – распорные плиты крайние (h до 2,5 м); 5 – стены жесткости (h до 2,5 м); 6 – ригели (h до 2 м); 7 – лестничные марши (h до 2 м); 8 – стеновые панели в пирамиде (h до 2 м); 9 – витражи в пирамиде; 10 – перегородки в пирамиде с укрытием от атмосферных осадков; 11 – колонны (h до 2 м); 12 – площадка для кантовки конструкций

17 ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Временными зданиями называют подсобно-вспомогательные и обслуживающие объекты, необходимые для обеспечения производства строительно-монтажных работ. Временные здания сооружают только на период строительства. Стоимость временных зданий наряду с временными дорогами является одной из основных статей затрат на временное строительное хозяйство, и сокращение их является важной задачей при проектировании СГП.

На практике существуют следующие способы сокращения расходов на устройство временного хозяйства:

- 1) на крупных объектах проектируется опережающее возведение отдельных зданий постоянного типа, которые временно переходят в распоряжение строителей;
- 2) для временных нужд могут использоваться здания, подлежащие сносу.

Снижению расходов на временные здания способствуют:

- точный расчет потребности во временных зданиях;

правильный выбор типа зданий и рациональное размещение их на строительной площадке.

Главными критериями отличия временных строительных объектов от постоянных конструкций являются:

- функциональное назначение – складские, производственные, санитарно-бытовые, административные, жилые и общественные здания;
- используемые конструктивные решения – инвентарные и неинвентарные временные сооружения;
- категория мобильности – временные здания могут быть контейнерными, сборно-разборными и передвижными;
- методы строительства;
- специфика эксплуатации.

Виды временных зданий по назначению

Временные здания по назначению подразделяются на производственные, складские, административные, санитарно-бытовые и общественные.

К *производственным зданиям* относятся различные виды производственных мастерских (ремонтно-механические, арматурные, опалубочные, укрупнительной сборки трубопроводных узлов и оборудования, сантехнических и вентиляционных заготовок и др.), бетонно-растворные узлы, асфальтобетонные установки, объекты энергетического хозяйства (котельные, бойлерные, трансформаторные подстанции и др.), объекты для строительного транспорта и механизмов (гаражи, теплые стоянки, профилактории).

К *объектам складского хозяйства* относятся склады материалов и оборудования (теплые и холодные), навесы, кладовые, помещения для раскроя стекла и обоев и проч.

Административные объекты – различные конторы управления строительством, конторы начальника участка, прораба, диспетчерские, проходные.

К *санитарно-бытовым помещениям* относятся бытовки, сушилки, душевые, здравпункты, столовые, буфеты, туалеты.

К *жилым и общественным зданиям* относятся общежития, магазины, бани, комнаты отдыха, клубы, спортивные сооружения и другие социальные объекты временных поселков строителей (при вахтовом методе строительства).

Конструктивные особенности временных зданий

Временные здания в зависимости от конструкции и планировочного решения делятся на передвижные, контейнерные, сборно-разборные. Применение той или иной конструкции зависит от срока их эксплуатации:

- передвижные временные здания используют при общем сроке их эксплуатации до 6 месяцев; контейнерные временные здания, если эксплуатируются от 6 до 18 месяцев;
- сборно-разборные временные здания целесообразно применять при

общем сроке эксплуатации более 18 месяцев.

При проектировании временных зданий учитывается обслуживающий потенциал (количество рабочих, привлеченных к строительству заданного объекта), удельные показатели по затратам энергоресурсов, стоимость и трудоемкость монтажа.

Передвижные временные здания

Передвижные временные здания (рис. 17.1) – автофургоны, железнодорожные вагоны, состоящие из кузова и ходовой колесной части. Их преимущество заключается в большой маневренности, минимальных затратах времени, труда и средств на привязку к месту работ. Однако их применение ограничено в связи с малой полезной площадью и высокой стоимостью.

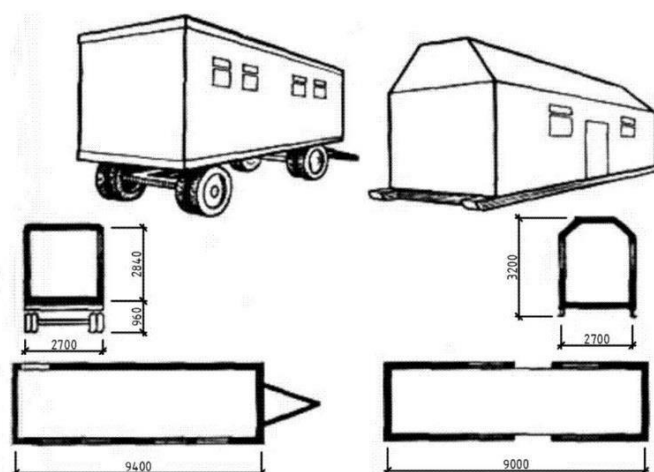


Рисунок 17.1- Унифицированные типовые секции передвижного типа: а – с подкаткой тележкой (серия 420-01); б – на полозьях (серия 420-03)

Контейнерные временные здания

Контейнерные временные здания (рис. 17.2) не имеют ходовой части. Их транспортируют с одной строительной площадки на другую на автомашинах, трейлерах, универсальных площадках и железнодорожных платформах. Погрузочно-разгрузочные работы, монтаж и демонтаж контейнерных зданий выполняют с применением кранов. Здания контейнерного типа имеют те же преимущества, что и передвижные, к тому же они дешевле благодаря отсутствию ходовой части, стоимость которой в среднем составляет до 30 % стоимости всего сооружения. Контейнеры можно блокировать, соединяя их. Площадь одиночного контейнера до 25 м², а блокируемых контейнеров – до 300 м².

Основным недостатком временных сооружений контейнерного типа по сравнению с передвижными является необходимость в специальных транспортных средствах для их перемещения и кранах для погрузки и разгрузки.

Сборно-разборные временные сооружения

Сборно-разборные временные сооружения (рис. 17.3) – здания, которые

транспортируются и собираются отдельными конструктивными элементами. Их изготавливают заводы по типовым проектам унифицированных зданий одно-, двух- и трехпролетных секций в основном высотой 3 м (здания жилого, общественного, административного и санитарно-бытового назначения) и высотой 4,2 и 6 м (здания производственного и складского назначения).

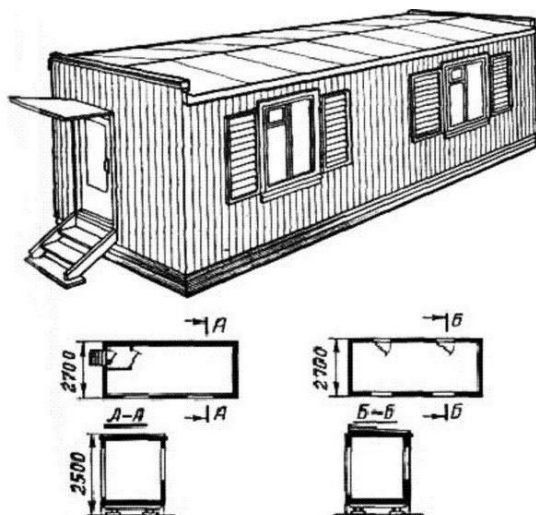


Рисунок 17.2 Унифицированные типовые секции контейнерного типа (серия 420-04): *а* – одиночный контейнер марки КСО; *б* – блокируемый контейнер марки КСБ

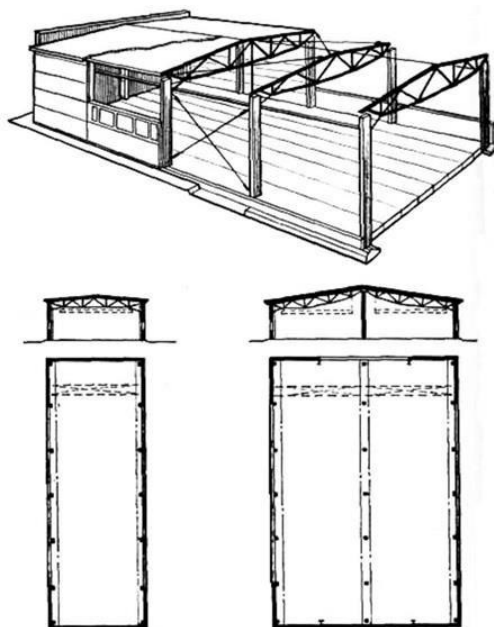


Рисунок 17.3 - Унифицированные типовые секции сборно-разборного типа (серия 420-06) с деревянным каркасом и стальной опорной рамой: *а* – однопролетная (пролет по 9–12 м); *б* – двухпролетная (2 пролета по 9–12 м)

Сборно-разборные здания имеют преимущественно каркасно-панельное или панельное конструктивное решение разных вариантов.

Достоинствами этого типа зданий являются большие площади и относительно меньшая стоимость по сравнению с передвижными и контейнерными. Наряду с этим они имеют и недостатки: значительные затраты труда и времени на монтаж и демонтаж, а также усложнение и удорожание привязки зданий на строительной площадке.

Размещение временных зданий на территории строительной площадки

На последнем этапе проектирования строительного генерального плана определяется место размещения на строительной площадке временных зданий. Учитываются следующие рекомендации:

- здания административного типа должны быть расположены непосредственно у въезда на стройплощадку;
- санитарно-бытовые строения размещаются в максимальной близости от мест, где сконцентрирована рабочая сила;
- все временные здания размещаются на участке, где не планируется застройка основных (капитальных) объектов.

Кроме того, при размещении временных объектов должны быть соблюдены правила техники безопасности, противопожарные нормы и санитарно-медицинские требования.

Временные здания допускается располагать группами числом не более 10. Расстояние между зданиями в противопожарных целях и для удобства прохода должно быть не менее 1 м. Расстояние между группами сооружений принимается равным 10–15 м.

На СГП должны быть показаны: габариты помещений, привязка в плане, подключение их к коммуникациям, подходы и подъезды к временным зданиям.

Для обеспечения безопасного прохода в бытовые помещения должны быть устроены пешеходные дорожки из щебня, гравия или плиток шириной не менее 0,6 м.

Санитарно-бытовые и административные здания должны располагаться вне зоны работы монтажных механизмов, как можно ближе к инженерным коммуникациям. При прочих равных условиях приближение временных зданий к коммуникациям предпочтительнее производить в следующей последовательности:

- 1) канализация;
- 2) теплоснабжение;
- 3) водопровод;
- 4) электроснабжение;
- 5) слаботочные сети.

Также при проектировочных работах особое значение имеет район ведения строительства и порядок освоения территории.

Бытовые городки строительной площадки

Бытовые городки – форма санитарно-бытового обслуживания непосредственно на объекте.

Бытовые городки состоят из подсобно-вспомогательных, санитарно-бытовых, медицинских зданий, необходимых для организации и производства строительно-монтажных работ. Бытовые городки сооружают до начала производства основных строительно-монтажных работ (СМР).

Как правило, бытовые городки выполняют в виде набора контейнерных одно- и двухэтажных зданий, размещенных на тщательно подготовленных площадках, и обслуживают специализированными подразделениями.

Одиночные контейнеры (или секции) проектируются исходя из условий перевозки их автомобильным или железнодорожным транспортом, поэтому они имеют максимальные габариты 2,8×2,7×9 м.

Можно выделить следующие принципы проектирования административно-бытовых городков:

- 1) зонирование территории городка (по функциональному назначению: группа служебных зданий, группа санитарно-бытовых зданий);
- 2) минимизация отводимой под застройку территории;
- 3) компактное и простое по форме размещение объектов на территории городка;
- 4) минимизация протяженности дорог, тротуаров и инженерных сетей.

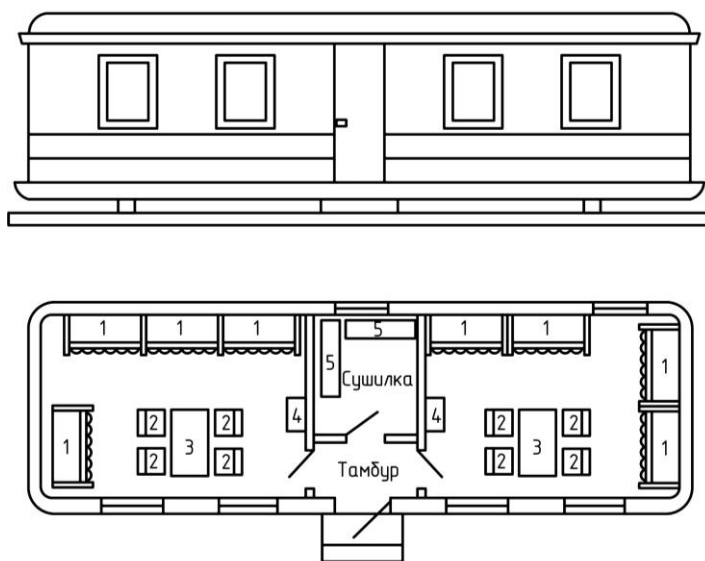


Рисунок 17.4 - Гардеробная на 24 человека: 1 – секция гардероба; 2 – стулья; 3 – стол; 4 – раковина; 5 – вешалка

Площади санитарно-бытовых помещений принимают по этапам строительства с учетом динамики движения рабочей силы на каждом этапе. Комплекс помещений должен быть подобран для всех рабочих, занятых на стройплощадке, включая рабочих субподрядных и наладочных организаций, которые располагаются в отдельных бытовках.

Бытовые городки размещаются на строительной площадке или непосредственной близости от нее (при вахтовом методе строительства), в зоне наибольшей концентрации работающих с максимальным приближением к основным маршрутам их передвижения.

Временные здания должны располагаться на спланированной площадке вне опасной зоны работы крана или других строительных машин и механизмов.

К санитарно-бытовым помещениям должны быть подведены водопровод, канализация, отопление и вентиляция, а также электроэнергия, холодная и горячая вода. Горячая вода подается в душевые, умывальные, комнату для приема пищи, а также горячая вода может быть использована для отопления бытовых помещений.

Гардеробные, умывальные, душевые, помещения для сушки одежды желательно размещать в одном здании, обеспечив сообщение между ними. При размещении в вагончиках или контейнерах их располагают рядом и по возможности блокируют. Помещения для сушки и хранения одежды рассчитывают на списочный состав рабочих (на всех рабочих, работающих в первую и вторую смену).

Помещение для обогрева располагают в зоне работы бригады и рассчитывают на весь персонал максимальной смены, работающей на открытой площадке при температуре воздуха 0° С и ниже. Минимальная площадь помещения 8 м².

Уборные со смывом следует располагать около канализационных колодцев. При отсутствии смывной канализации используют передвижные уборные с герметическими емкостями. Уборные с выгребными ямами можно устраивать только с разрешения органов Госсаннадзора. Уборные вне зданий следует располагать на расстоянии не более 150 м от наиболее удаленного рабочего места.

Кантора производителя работ, диспетчерская должны располагаться у въезда на строительную площадку.

При численности работающих до 50 чел. в прорабских должны быть медицинские аптечки с медикаментами, фиксирующими шинами и другими средствами для оказания первой медицинской помощи.

На строительной площадке должно быть выделено место для курения, находиться щит со средствами пожаротушения.

18 ВРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

Требования к электроснабжению строительной площадки

Надежное снабжение строительной площадки электроэнергией является одним из обязательных условий обеспечения нормального хода выполнения строительных работ.

Для организации бесперебойного электроснабжения строительства при проектировании стройгенплана необходима разработка специального раздела проекта. Существуют следующие общие требования к проектированию электроснабжения:

- обеспечение электроэнергией в потребном количестве и необходимого качества (напряжения, частоты тока);

- гибкость электрической схемы – возможность питания потребителей на всех участках строительства (приведение в действие электродвигателей строительных машин, электросварка, освещение строительных площадок, электропрогрев бетона, оттаивание мерзлого грунта);

- надежность электропитания;

- минимизация затрат на временные устройства и минимальные потери в сети.

На строительной площадке электроэнергия расходуется на производственные нужды и на освещение.

В производстве и передаче электроэнергии участвуют электроустановки различного назначения. Совокупность источников и систем преобразования, передачи и распределения электрической энергии образуют систему электроснабжения (рис. 18.1).

Потребители электрической энергии в строительстве получают ее по распределительным сетям от энергетических систем, от систем электроснабжения промышленных предприятий и городов, к которым примыкают строительные площадки, и собственных электростанций. Система внутриобъектного электроснабжения строительной площадки представляет собой электрические сети напряжением 380/220 В.

Источники электроснабжения строительной площадки

Основными и наиболее надежными источниками электроснабжения являются существующие городские электростанции (ГРЭС, ГЭС, ТЭЦ) и сети энергосистем.

При подключении к городским системам электроснабжения стоимость электроэнергии будет меньше, чем при выработке электроэнергии непосредственно на строительной площадке. Подключение к существующим сетям высокого напряжения осуществляется через понижающие комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

Собственные временные передвижные электростанции устанавливаются непосредственно на строительных площадках в том случае, когда строительство ведется в удаленных районах, не имеющих связи с энергосистемой населенных пунктов или при недостаточной мощности в энергосистеме данного района.

Иногда целесообразно применять смешанный вариант электроснабжения, когда, например, основные строительные объекты на площадке обслуживаются от постоянных сетей, а удаленные от строительной площадки объекты – от временных передвижных электростанций. Последние используют также для электроснабжения строительства в начальный его период до того времени, когда будет обеспечено электроснабжение от основного источника.

На строительных объектах чаще всего используются комплектные трансформаторные подстанции. Комплектная трансформаторная подстанция (КТП) позволяет принимать электрическую энергию трехфазного тока с переменной частотой в 50 Гц, а также напряжением в 6 либо 10 кВ. Затем оно преобразуется в 380 В и поступает к потребителям строительной площадки.

КТП имеют, как правило, заводскую сборку и поступают на место установки в собранном состоянии или в виде блоков. КТП выпускаются в стационарном и передвижном исполнении.

Питание трансформаторов, обслуживающих строительные площадки, производится обычно от сетей напряжением 6 и 10 кВ. При этом напряжение на низкой стороне трансформатора составляет 380/220 В. Силовые потребители подключаются к линейным сетям напряжением 380 В, осветительные – напряжением 220 В.

Электрические сети строительной площадки

Электрические сети служат для передачи и распределения электрической энергии. Они подразделяются на воздушные линии, кабельные линии и электропроводки.

Воздушные линии (ВЛ) прокладываются на открытом воздухе и состоят из изолированных или неизолированных проводов, прикрепленных линейной арматурой к опорам, изоляторам или кронштейнам, к стенам зданий и инженерным сооружениям.

Кабельные линии прокладываются преимущественно под землей, в траншеях, каналах, коллекторах и состоят из одного или нескольких совместно проложенных кабелей.

Электропроводки прокладывают внутри зданий и сооружений или по их наружным стенам. Они выполняются изолированными проводами различных марок и кабелями с резиновой изоляцией.

На строительных площадках для питания электроэнергией строительных механизмов и электроосветительных установок сооружаются в основном временные электрические сети, состоящие преимущественно из воздушных линий, как более дешевых и легко выполнимых. Внутри строящихся зданий выполняются временные электропроводки. Кабельные подземные линии применяют только в отдельных случаях, когда по тем или иным причинам использование воздушных линий на данном участке строительства невозможно.

Электрические сети на строительных площадках имеют специфические особенности, связанные с питанием электроэнергией передвижных строительных машин и механизмов. При изменении типа этих машин, их расположения и количества меняется и местоположение центров электрической нагрузки на территории строительства. Отсюда и вытекает основная особенность сетей на строительных площадках: они должны быть мобильны (подвижны), способны быстро следовать за изменениями электрической нагрузки. В связи с этим в строительстве играют большую роль переносные участки электросетей, выполняемые преимущественно шланговыми (гибкими) кабелями, и так называемые инвентарные электротехнические устройства разного рода, легко перемещаемые с места на место.

К инвентарным электротехническим устройствам строительной площадки относятся:

- передвижные трансформаторные подстанции;

- передвижные и переносные распределительные шкафы для присоединения отдельных линий;
- подключаемые пункты для строительных механизмов и электроинструмента;
- осветительные вышки;
- пусковые ящики для электродвигателей.

Переносные участки электросетей и инвентарные устройства в сочетании с временными воздушными линиями обеспечивают подачу электроэнергии в различные точки строительной площадки в короткие сроки и с минимальными затратами.

Временная трансформаторная подстанция должна располагаться в центре электрических нагрузок и не далее 250 м от потребителей электроэнергии. От нее прокладывается электросеть непосредственно к потребителям. Сеть может быть кольцевой или радиальной.

Временные электрические сети на территории строительства рекомендуется устраивать на опорах. В зоне действия крана, пересечения автомобильных дорог возможно применение подземной проводки силового кабеля. Трансформатор следует располагать в центре зоны электрических нагрузок с радиусом действия 400–500 м.

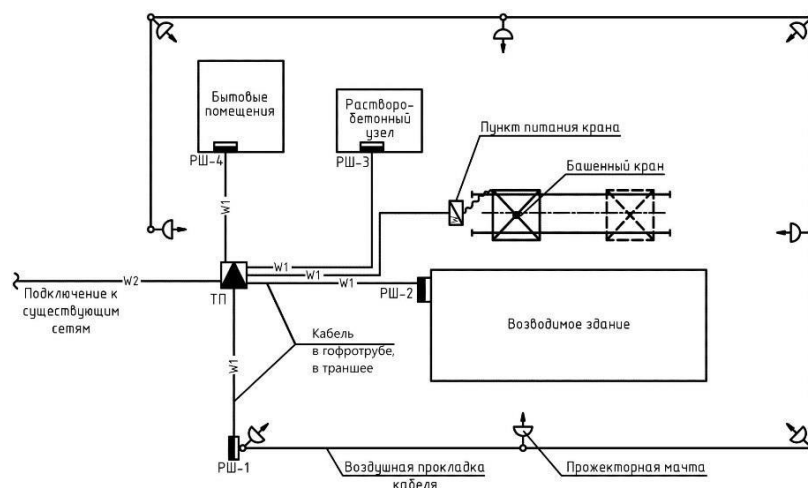


Рисунок 18.1- Пример схемы электроснабжения строительной площадки:
ТП – трансформаторная подстанция; РШ – распределительный шкаф

Существует несколько классификаций сетей электроснабжения по различным признакам. По напряжению сети делятся на высоковольтные (напряжением выше 1000 В) и низковольтные (напряжение до 1000 В). По роду тока выделяют переменного и постоянного. Переменный вид тока является основным родом тока, применяемым в условиях строительства (трехфазный и однофазный). Постоянный ток частично применяется для питания электродвигателей ручного инструмента. На постоянном токе работают сварочные преобразователи, сварочные выпрямители и сварочные агрегаты.

Если строящийся объект имеет значительную мощность потребления либо возводимые объекты расположены на значительном удалении друг от друга и

имеют повышенные требования к надежности электроснабжения, то питание целесообразно подводить по кольцевой схеме от двух и более трансформаторных подстанций.

Если объект потребления электроэнергии невелик, мощность потребления небольшая, производственные подразделения не разбросаны и нет особых требований к надежности электроснабжения, то электроэнергия может быть подведена по радиальной схеме от одной трансформаторной подстанции.

Общие принципы расчета электроснабжения строительной площадки

Система временного электроснабжения строительства проектируется в следующей последовательности:

1. Определение необходимой трансформаторной мощности.
2. Выбор источников электроснабжения.
3. Разработка принципиальной схемы электроснабжения с нанесением потребителей и основных сетей на стройгенплан.

В зависимости от стадии проектирования методика расчета электрических нагрузок на строительной площадке разная.

При предварительных расчетах при большом объеме строительства и при расчетах для ПОС при любом объеме строительства производится расчет нагрузок по удельной электрической мощности.

Данный расчет основан на обобщении статистических данных о фактической электрической мощности, потребляемой строительными объектами на 1 млн руб. годового объема СМР.

При разработке ППР применяют расчет нагрузок по установленной мощности электроприемников и коэффициентам спроса с дифференциацией по видам потребителей. Данная методика обеспечивает наиболее точный результат. При данном методе по графику определяют период «пик» и уточняют список потребителей. Расчет мощности потребителей для силовых и технологических нужд производят по перечню машин, механизмов и устройств. Данные берут из паспортов агрегатов, каталогов и справочников.

В рамках настоящего пособия более подробно будет описана методика расчета нагрузок по установленной мощности электроприемников и коэффициентам спроса с дифференциацией по видам потребителей.

Требования к освещению строительных площадок

Для освещения стройплощадки и временных зданий предусматривают независимую воздушную электросеть. Расстановку прожекторов на строительной площадке производят с учетом особенностей планировки освещаемой территории и назначением отдельных участков производства работ. Мачты могут быть расположены по периметру строительной площадки или непосредственно на освещаемой территории.

Для организации охранного освещения устанавливают прожекторы на высоте 8–10 м через каждые 150–200 м. Расстояние между прожекторными

мачтами в зависимости от мощности прожекторов составляет 80–250 м.

Освещение рабочих площадок бывает рабочее, аварийное и охранное. Различают рабочее освещение общее и местное. В практике обычно применяется комбинированное освещение, сочетающее элементы обоих способов. Аварийное освещение осуществляется по независимой линии в местах основных проходов и спусков и принимается не менее 0,2 лк. Освещенность охранной зоны должна быть не менее чем 0,5 лк.

Проектирование временного освещения строительной площадки

Проектирование освещения строительных площадок состоит в определении необходимой освещенности, подборе и расстановке источников света, расчете потребной для их питания мощности. Необходимая освещенность и требуемая для этого мощность источника определяются в соответствии с нормативами в зависимости от назначения системы освещения и вида строительно-монтажных работ.

Источниками света служат прожекторы с лампами накаливания мощностью до 1,5 кВт, устанавливаемые группами по 3, 4 и более, и осветительные приборы с лампами единичной мощности 5, 10, 20 и 50 кВт. Лампы должны использоваться только с применением соответствующей арматуры – прожектора, светильника. Промышленность выпускает галогенные лампы единичной мощностью 5, 10 и 20 кВт на напряжение 220 В.

Для установки источников света используют имеющиеся строительные конструкции, стационарные и инвентарные мачты и опоры и переносные стойки, а также естественные возвышенности местности. Предпочтение следует отдавать мобильным осветительным установкам – передвижным прожекторным мачтам. Мачта монтируется на автоприцепе, железнодорожной платформе, а также может быть установлена стационарно на фундаменте. Инвентарную переносную прожекторную мачту для освещения мест строительно-монтажных работ устанавливают на покрытии монтируемого этажа строящегося здания и переставляют с этажа на этаж с помощью башенного крана.

Особое внимание при проектировании освещения строительных площадок следует уделять сокращению количества световых опор для них, протяженности электрических сетей и соответственно сокращению сроков монтажа, облегчению условий эксплуатации и снижению стоимости осветительной системы в целом. Для повышения эффективности системы освещения источник следует размещать с соблюдением определенных правил:

Для площадок при ширине до 150 м рекомендуются прожекторы ПЗС с лампами накаливания до 1,5 кВт.

При ширине площадок более 150 м – прожекторы с лампами накаливания и осветительные приборы с ксеноновыми лампами.

При ширине площадок более 300 м – осветительные приборы с галогенными или ксеноновыми лампами большой мощности (10, 20, 50 кВт).

Высота установки приборов принимается максимальной, по возможности

на уровне крыши возводимого здания.

Требования по ограничению слепящего действия источника света сводятся к регламентации минимально допустимой высоты установки осветительного прибора над освещаемой территорией, которая принимается по результатам расчета в зависимости от силы тока света ламп и требуемой освещенности; ориентировочно это расстояние составляет 7 м при лампах 0,2 кВт, 25 м при лампах 1,5 кВт и 37 м при лампах 20 кВт.

Расстояние между прожекторами не должно превышать четырехкратной высоты их установки (30–300 м).

При отсутствии мощных источников света обычно устанавливаются группы соответствующей суммарной силы света.

Световой поток должен быть направлен в нескольких направлениях, предпочтительно в трех, минимально в двух.

Проект освещения строительной площадки должен разрабатываться в составе ППР. Однако часто, особенно на небольших объектах, схема и источники света определяются в рабочем порядке производителем работ и энергетиком управления или участка.

19 ВРЕМЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ

На строительных площадках применяют различные схемы и системы водоснабжения, выбор типов которых прежде всего зависит от местных условий строительства.

Система водоснабжения – комплекс инженерных сооружений и установок, взаимосвязанных между собой и предназначенных для забора воды, подъема и создания требуемого напора, очистки и подготовки воды, хранения и транспортировки ее к месту потребления.

Схема водоснабжения – конкретные решения расположения всех сооружений и устройств системы водоснабжения, увязанные с планом строительной площадки и с имеющимся населенным пунктом с учетом существующего рельефа.

Система водоснабжения включает в себя:

- водозаборные сооружения,
- насосные станции для подъема воды на очистные сооружения и к потребителям,
- очистные сооружения,
- емкость для хранения чистой воды,
- водоводы и водопроводную сеть.

В строительстве применяют мобильные установки, смонтированные на авто- или пневмоходу (насосные или очистные станции), а также плавучие водозаборные устройства.

Источники временного водоснабжения

Для обеспечения водой строительных площадок используют:

-существующие системы водопроводов населенных мест

и промышленных предприятий с устройством в необходимых случаях дополнительных сооружений (резервуаров, станций подкачки, водонапорных башен или вышек) (рис. 19.1, а);

-постоянные сооружения и коммуникации строящегося объекта; для этой цели обеспечивают первоочередной их ввод в действие (в постоянную или временную эксплуатацию).

Специально устраиваемые системы временного водоснабжения допускаются при соответствующем их обосновании только в тех случаях, когда иное решение невозможно.

Если городской водопровод не может подать необходимое количество воды на строительную площадку, то из него берут воду только на хозяйственно-питьевые нужды. Воду для технологических целей подают из ближайших поверхностных источников (рис. 19.1, б)

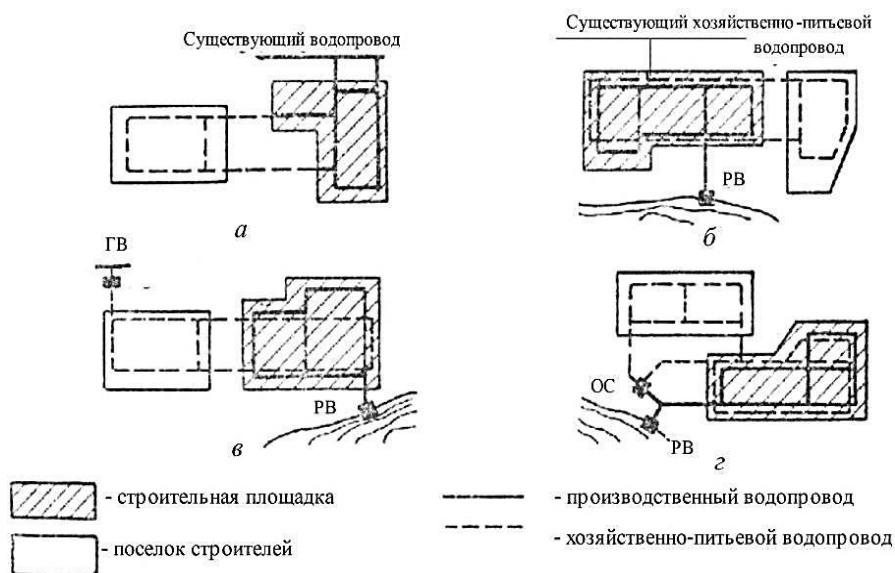


Рисунок 19.1 - Источники и схемы водоснабжения строительной площадки: РВ – речной водозабор; ГВ – водозабор грунтовых вод; ОС – очистные сооружения

При необходимости устройства самостоятельных систем временного хозяйственно-питьевого водопровода с собственным источником водоснабжения допускают к использованию без предварительной обработки напорные подземные воды (артезианские), глубинные безнапорные подземные воды, перекрытые мощными водонепроницаемыми пластами, и родниковые (ключевые) воды (рис. 19.1, в).

Поверхностные воды из открытых водоемов и грунтовые воды неглубокого залегания используют для хозяйственно-питьевых нужд только при условии их очистки и обеззараживания (рис. 19.1, г).

Для временных систем водоснабжения целесообразно применение передвижных установок (насосных, очистных и пр.), монтируемых на автомашинах или прицепных автофургонах на пневмоколесном ходу, а также плавучих и передвижных водозаборных сооружений с размещением насосных агрегатов на платформе, перемещаемой в зависимости от изменения уровня воды в водоеме при помощи лебедок (рис. 19.2).

При самостоятельных источниках хозяйственно-питьевого водопровода организуют зону санитарной охраны в районе расположения водозаборных и водозахватных сооружений и предусматривают защитные санитарные мероприятия, согласованные с органами Госсанинспекции.

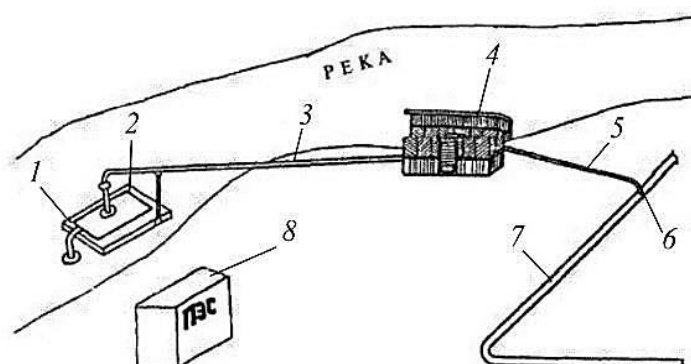


Рисунок 19.2. Схема простейшего водозабора: 1 – плот; 2 – насос; 3 – шланг или труба; 4 – временная хлораторная; 5 – стальная труба; 6 – место врезки в существующий трубопровод; 7 – существующий трубопровод; 8 – передвижная электростанция

Схемы временного водоснабжения

Для нужд строительства устраивают, как правило, объединенную сеть водопровода (хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного).

Основными требованиями к схемам, типам и конструкциям временных систем водоснабжения являются:

- максимальное использование существующих систем водоснабжения;
- простота строительства и наименьшие эксплуатационные расходы;
- возможность быстрого демонтажа и повторного использования оборудования и материалов на других объектах.

Схема разводящей водопроводной сети на строительной площадке может быть тупиковая (разветвленная), кольцевая и смешанная (рис. 19.3).

Тупиковая схема имеет меньшую протяженность и, следовательно, меньшую стоимость, но не обеспечивает бесперебойного водоснабжения в случае аварии на каком-либо участке.

Кольцевая схема является более дорогой, но не имеет недостатков первой. Аварийные участки могут выключаться без прекращения подачи воды остальным потребителям, что имеет существенное значение в противопожарном отношении.

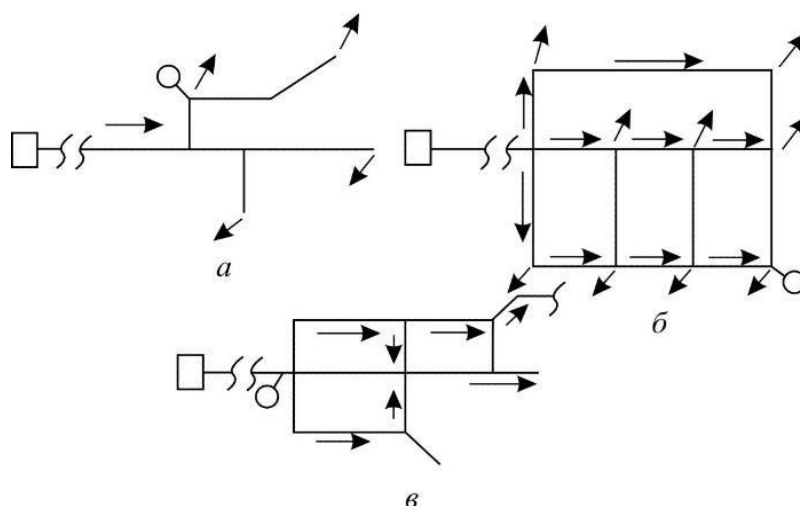


Рисунок 19.3. Схемы водопроводных сетей: *а* – тупиковая; *б* – кольцевая; *в* – комбинированная

Смешанная (комбинированная) схема представляет собой одно или несколько колец с тупиковыми ответвлениями. Постоянные сети прокладываются по кольцевой схеме, временные – чаще по тупиковой и смешанной.

Обеспечивать строительную площадку водой лучше по постоянным сетям, которые войдут в систему водоснабжения объектов после окончания строительства.

Временные водопроводные сети обычно устраиваются из стальных (газовых) труб диаметром 25–150 мм, реже – из чугунных или асбестоцементных или полиэтиленовых. Способ их укладки зависит от принятого срока эксплуатации. При сроке более одного года временные водопроводные линии укладываются так же, как и постоянные, т.е. ниже глубины промерзания грунта. При меньшей глубине предусматривается соответствующее их утепление (укладка в короб с засыпкой шлаком, обертывание войлоком и толем и пр.). При эксплуатации в течение одного летнего сезона достаточно уложить трубы на глубине 30 см или прямо по поверхности с защитой их от механических повреждений. Для быстрой прокладки гибких линий на строительных площадках используются также резиновые шланги и гибкие пеньковые рукава на быстроразъемных соединениях. Для учета расходуемой воды на строительных площадках устанавливается водомер в утепленном помещении или в колодце.

Требования к воде на строительной площадке

Одна из первоочередных задач проекта водоснабжения строительной площадки – определение требований отдельных потребителей к качеству воды.

Забор воды для нужд временного водоснабжения может осуществляться из поверхностных и подземных источников. Для хозяйственно-бытовых нужд подземным источникам следует отдать предпочтение, так как они в редких

случаях требуют улучшения качества воды. Однако подземные воды по своему качеству могут оказаться неприменимыми для технологических целей, так как они сильно минерализованы и могут оказаться агрессивными по отношению к бетону. В этих случаях приходится прибегать к отдельной системе водоснабжения и для технологических целей использовать поверхностные источники воды.

Для промывки заполнителей бетона нельзя применять воду с высокой мутностью, содержащую глинистые частицы. Вода, используемая для приготовления растворов, бетонов и ухода за бетоном, не должна содержать веществ, разрушающих бетоны, и растворы (нефть, жиры, масла, кислоты, щелочи и т.д.); рН воды не должен быть ниже 6,5. Запрещается для гашения извести применять воду с содержанием красителей.

Вода, используемая для охлаждения двигателей внутреннего сгорания и компрессорного оборудования, должна иметь меньшую жесткость (не более 4,5–5 мг-экв/л) и мутность (не более 20–25 мг/л). Для питания паровых котлов временных силовых установок может быть использована вода с жесткостью не более 3,5 мг-экв/л и количеством растворенного кислорода не более 1–2 мг/л.

Для мойки машин может быть использована вода из любого поверхностного источника с довольно высокой мутностью. Для заливки радиаторов можно использовать воду с невысокой мутностью (20–25 мг/л) и минимальной жесткостью (3,5–4,5 мг-экв/л).

Водоотведение строительных площадок

При расположении строительной площадки на территории города или вблизи от трассы городской водоотводящей сети можно спускать сточные воды в городскую сеть. Для отвода сточных вод с территории строительной площадки сеть проектируют таким образом, чтобы ее можно было легко присоединить к сети централизованной системы водоотведения. Участки сети, которые в дальнейшем будут присоединены к стационарной водоотводящей сети, проектируют с учетом пропуска сточной жидкости на расчетный период. Для строительства участков водоотводящей сети, которые не будут использованы в дальнейшем при присоединении к централизованной системе, могут быть применены керамические и бетонные трубы.

Наилучшим в санитарно-гигиеническом отношении видом санитарно-технического оборудования строительной площадки является применение передвижных вагонов-уборных и вагонов-душевых на четыре сетки с двумя изолированными отделениями – мужским и женским с выпуском сточной воды из уборной и душевой в люк колодца на водоотводящей сети.

При продолжительном сроке строительства на площадке устанавливают сборно-щитовые дома, в которых оборудуются туалетные комнаты. Если в здании имеется внутренний водопровод, а на строительной площадке водоотводящая сеть, то устраивают промывные уборные. При значительном удалении строительной площадки от города и невозможности отвести сточные воды на городские очистные сооружения наиболее экономичным является

устройство так называемой малой системы водоотведения, т.е. полной системы с очистными сооружениями, но простейшего типа. Особенно целесообразно устраивать малую систему на гидротехнических строительных площадках.

Потребители воды на строительной площадке

Вода на строительной площадке предназначена для следующих целей: хозяйственно-питьевых нужд рабочих и населения рабочих поселков при строительной площадке; производственные нужды строительного производства; нужды пожаротушения.

Хозяйственно-бытовые нужды связаны с обеспечением водой рабочих и служащих во время работы (работа столовых и буфетов, душевых и др.). Ориентировочную потребность в воде (без учета на пожаротушение) для технологических нужд определяют по расчетным нормам.

При возведении объекта вода на строительной площадке используется на *производственные нужды*. На различных этапах строительства вода расходуется на производство земляных, бетонных, штукатурных, малярных работ, мойку машин и тракторов и другие процессы.

При производстве земляных и свайных работ вода идет на обеспечение нормальной эксплуатации землеройных машин, оборудованных двигателями внутреннего сгорания. Вода необходима для работы системы охлаждения, предназначенной для поддержания оптимального теплового состояния двигателя в пределах 80–90 °С. Сильный нагрев может вызвать нарушения нормальных рабочих зазоров и, как следствие, усиленный износ, заклинивание и поломку деталей, а также снижение мощности двигателя, за счет ухудшения наполнения цилиндров горючей смесью. Вода расходуется также на охлаждение компрессорного оборудования и питание паровых и водогрейных котлов на временных силовых и компрессорных станциях.

При устройстве насыпей прибегают к искусственному уплотнению грунта насыпей. Степень уплотнения и толщина уплотняемого слоя зависят не только от способа уплотнения, но и от влажности грунта. Оптимальную влажность глины принимают 23–28 %, а легких суглинков – 15–17 %. Требуемое количество воды для увлажнения грунта определяют лабораторным путем в соответствии с естественной влажностью грунтов.

При производстве бетонных работ вода используется для промывки заполнителей бетона, для приготовления бетона, а также поливки поверхности бетона в летнее время. Вода необходима для приготовления штукатурного и кладочного раствора.

В период благоустройства вода необходима для посадки деревьев и зеленых насаждений.

Пожарный водопровод строительной площадки

Строительная площадка – место повышенной пожарной опасности. На стройплощадках ведутся огневые, сварочные, покрасочные работы, постоянно присутствуют различные горючие жидкости и легковоспламеняющиеся материалы. При возникновении пожара ущерб может быть нанесен не только

строящемуся объекту, но и соседним зданиям и сооружениям. Поэтому при работе на строительных площадках приходится соблюдать целый ряд требований.

Чтобы защитить людей, материалы, оборудование, технику и строительный объект от пожара, помимо соблюдения общих требований пожарной безопасности строительной площадки, необходимо также следить за исправностью водоснабжения от пожарных гидрантов на водопроводной сети или из резервуаров (водоемов).

Пожарный гидрант – устройство на водопроводной сети, позволяющее подключать оборудование, обеспечивающее подачу воды для тушения пожара.

Противопожарный внутренний водопровод и автоматические системы пожаротушения монтируются параллельно с возведением объекта.

На водопроводной сети располагают пожарные гидранты, к которым в случае необходимости подключаются пожарные машины. Пожарные гидранты следует располагать на расстоянии 100–150 м друг от друга, 5–50 м от возводимого здания и не далее 2,5 м от края дороги.

Пожарные гидранты желательно располагать на постоянном хозяйственно-питьевом водопроводе диаметром не менее 200 мм.

На практике сети временного водоснабжения врезаются в существующий водопровод (как правило, в одном месте, так как это достаточно дорого и требует необходимых согласований), затем тянут от этого места постоянный водопровод, предусмотренный проектом, до места установки первого пожарного гидранта. В этой точке постоянный водопровод обрывают и от него тянут временные сети на нужды строительства. Постоянный водопровод к строящемуся зданию чаще всего проводят, когда уже возведена коробка здания и начинаются работы по прокладке внутренних сетей (так как сети могут быть повреждены, они мешают установке башенного крана, работе строительных машин).

При проектировании организации строительной площадки необходимо соблюдать следующие противопожарные требования:

- размещение всех объектов, как производственных, так и вспомогательных, должно соответствовать плану строительства;
- к каждому из объектов, расположенных на территории строительства, нужно обеспечить возможность подъезда специализированных машин;
- если площадь участка превышает 5 га, необходимо устроить не меньше двух въездов, размещенных с противоположных концов;
- ширина ворот для въезда не может быть меньше 4 м;
- покрытие дороги, ведущей к рабочему участку, должно быть достаточно устойчивым для проезда спецтехники;
- у въезда на строительную площадку вывешиваются схемы размещения зданий, складов, мест расположения водоисточников, средств пожаротушения и связи, схема сети дорог.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. Балабанов В.И., Журавлева Л.А., Мартынова Н.Б. Инженерная защита окружающей среды. Учебник. М. 2022. 233с
2. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: Учебник. – Ростов н/Д: Феникс, 2003 - стр. 278-302.
3. Бенин Д.М., Снежко В.Л., Михеев П.А., Журавлева Л.А. Проектирование монолитных железобетонных конструкций. Москва, 2022. 144с.
4. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник для строит. вузов. – М.: Изд-во АВС, 2020. – 588 с.
5. Журавлева Л.А., Карпов М.В. Технология и организация работ по природообустройству и водопользованию. Краткий курс лекций для бакалавров IV курса направления подготовки 20.03.01 «Природообустройство и водопользование», 03.01 Строительство, 35.03.11 Гидромелиорация, Техносферная безопасность, 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / Москва, 2022. 80с
6. Михайлов А.Ю. Технология и организация строитель- ства. Практикум: учеб. пособие. – 2-е изд., доп. – Вологда: Ин- фра-Инженерия, 2020. – 200 с.
7. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация строительного производства: подготовка и производство строительно- монтажных работ: учеб. пособие. – 2-е изд. – М.: МИСИ – МГСУ, 2020. – 96 с.
8. Кирнев А.Д. Организация в строительстве. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М., 2020. – 528 с.
9. Ясинецкий В.Г., Фенин Н.К. Организация и технология гидромелиоративных работ. –М.: Колос, 1986 - стр. 21-30, 108-116.

Нормативной и справочной

1. ГОСТ Р ИСО 6707-1–2020. Здания и сооружения. Общие термины. – М., 2020.
2. СП 48.13330.2019. Организация строительства СНиП 12-01–2004. – М., 2019.
3. СП 49.13330.2010. СНиП 12-03–2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М., 2010.
4. СП 68.13330.2017. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 3.01.04–87. – М., 2017.
5. СП 246.1325800.2016. Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений. – М., 2016.
6. СТО НОСТРОЙ 2.33.14–2011. Организация строительного производства. Общие положения. – М., 2011
7. СТО НОСТРОЙ 2.33.51–2011. Организация строитель- ного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ. – М., 2011.

8. СТО НОСТРОЙ 2.33.52–2011. Организация строительного производства. Организация строительной площадки. Новое строительство. – М., 2011.
9. СТО НОСТРОЙ 2.33.53–2011. Организация строительного производства. Снос (демонтаж) зданий и сооружений. – М., 2011

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр
1	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ.....	4
2	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРАВЛИКИ И ГИДРОЛОГИИ	5
3	ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ.....	13
4	ОСУШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ.....	23
5	ДРЕНАЖ.....	30
6	СПЕЦИАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ.....	36
7	ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ.....	41
8	ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ.....	42
9	ВОДОЗАБОРЫ И ВОДОВОДЫ.....	68
10	ВОДОПРОВОДЯЩИЕ СООРУЖЕНИЯ.....	70
11	СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ.....	74
12	ПРОЕКТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	76
13	СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА (на примере гидротехнического объекта)..	78
14	ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.....	92
15	ВИДЫ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРОЙГЕНПЛАНОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	93
16	ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА.....	103
17	ВРЕМЕННЫЕ ЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ	109
18	ВРЕМЕННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ.....	115
19	ВРЕМЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ.....	121
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	128