

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ГИДРОУЗЛОВ.....	7
1.1. Гидротехнические мелиорации, системы и сооружения	7
1.2. Расчет водопроводящих каналов и регулирования рек-водоприемников.....	10
2. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ.....	16
2.1. Методы и способы осушения земель.....	16
2.2. Мелиоративные осушительные системы, их элементы.....	17
2.3. Осушение почв при использовании регулирующей сети открытого типа	20
2.4. Закрытая осушительная регулирующая сеть.....	21
2.5. Параметры закрытой осушительной регулирующей сети	24
2.6. Плановое расположение закрытой осушительной регулирующей сети	25
2.7. Расчет открытых и закрытых дренажей.....	26
2.8. Расчет осушительных вертикальных и горизонтальных дрен для строительного водопонижения	37
2.9. Сооружения на осушительной и осушительно-увлажнительной системах	44
2.10. Гидротехнические сооружения осушительных систем	49
2.11. Расчет польдерных систем	50
3. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ.....	64
3.1. Виды и способы оросительных мелиораций	64
3.2. Оросительные системы.....	66
3.3. Сооружения, дороги и защитные лесные насаждения	69
3.4. Гидротехнические сооружения оросительных систем	83
3.5. Определение расходов оросительных каналов.....	89
3.6. Расчет многоступенчатого перепада	96
3.7. Расчет дюкера	98
3.8. Гидравлический расчет водосливов с широким порогом.....	99
3.9. Расчет быстотоков.....	106
Заключение.....	111
Библиографический список.....	112

ВВЕДЕНИЕ

По разным оценкам от 60 до 80 % территории России находится в зоне рискованного земледелия, к которой традиционно принято относить север Европейской части и почти всю территорию Сибири и Дальнего Востока. Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на этой территории связано с риском климатических аномалий, таких как засухи или, наоборот, переувлажнение, недостаточное количество тепла и др. Для существенного улучшения условий сельскохозяйственного производства в зоне рискованного земледелия предполагается использование дополнительных специальных мер. Как раз таким комплексным мероприятием является мелиорация.

Мелиорация — комплекс организационно-хозяйственных и технических мероприятий по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Под термином «инженерная мелиорация» понимают комплекс технических приемов (мероприятий) и сооружений для улучшения природных условий осваиваемых или эксплуатируемых участков земли.

Кроме того, сельское хозяйство является стратегической отраслью и от ее развития зависит продовольственная безопасность страны. Спрос на специалистов в области природоохранного и мелиоративного строительства растет по всему миру и тесно связан с климатическими изменениями и деградацией земельных и водных ресурсов.

Сельское хозяйство — ведущий водопользователь (водопотребитель) среди отраслей экономики по общим и, особенно, безвозвратным изъятиям (до 25 %) используемых водных ресурсов. Обеспечивающая его инженерная мелиорация является неотъемлемым участником водохозяйственного комплекса России. Только при рациональном и комплексном использовании водных ресурсов, их тщательной охране от загрязнения, засорения и истощения возможно дальнейшее согласованное и эффективное развитие как водного хозяйства, так и экономики в целом.

Учебное пособие стало результатом сбора, обобщения и актуализации разрозненной многочисленной информации о гидротехнических сооружениях мелиоративно-водохозяйственного комплекса. Содержание пособия весьма актуально в связи с возвращением интереса к инженерной мелиорации и гидромелиоративному строительству, дефицитом специалистов-гидротехников и перспективами реализации Программы развития мелиоративного комплекса России [13].

Учебное пособие включает три раздела. В разделе 1 «Гидротехнические сооружения мелиоративных систем и гидроузлов» рассмотрены основные виды гидротехнических мелиораций, типы гидромелиоративных систем и сооружений, приведены примеры расчетов водопроводящих каналов. В разделе 2 «Осушительные мелиорации» изложены методы и способы осушения земель, приведены примеры мелиоративных осушительных систем и их элементов, рассмотрены вопросы осушения почв открытой и закрытой регулирующей сетью, параметры и плановое расположение закрытой регулирующей сети, виды дорог, сооружений на осушительно-увлажнительной и осушительной системах, конструкции гидротехнических сооружений осушительных систем. Приведены методы расчетов открытых и закрытых дренажей, осушительных устройств строительного водопонижения, даны примеры расчетов польдерных систем. В разделе 3 «Оросительные мелиорации» рассмотрены виды и способы оросительных мелиораций, даны примеры оросительных систем, сооружений, дорог и защитных лесонасаждений, показаны конструкции гидротехнических сооружений оросительных систем. Изложены методы гидравлических расчетов оросительных каналов, многоступенчатого перепада, дюкера, быстротоков, водосливов с широким порогом.

Учебное пособие предназначено для обучающихся по специальностям и направлениям укрупненной группы подготовки 08.00.00 «Техника и технологии строительства» и изучающих дисциплины «Инженерная мелиорация» (08.03.01), «Гидромелиоративные сооружения» (08.03.01), «Сооружения речных гидроузлов» (08.03.01), «Инженерная мелиорация» (08.05.01) и др.

Данное учебное пособие дополняет учебные издания, рекомендованные в качестве основной литературы по указанным выше дисциплинам. Данное пособие будет также полезно преподавателям для подготовки и проведения учебных занятий, для самостоятельной подготовки студентов, а также аспирантам и специалистам, работающим в области водного хозяйства, гидротехнического и гидромелиоративного строительства.

1. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И ГИДРОУЗЛОВ

1.1. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ, СИСТЕМЫ И СООРУЖЕНИЯ

Мелиорацией («улучшением») называют систему организационно-хозяйственных, технических и других мероприятий, которые направлены на улучшение гидрологических, почвенных и агроклиматических условий с целью повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов в интересах сельского хозяйства, строительства и т.д. С другой стороны, мелиорация — это один из видов человеческой деятельности, направленный на обеспечение долговременного улучшения и сохранения потребительских свойств некоторых компонентов окружающей среды (земли (почвы) и воды). Мелиорация улучшает водный, воздушный, тепловой и солевой режимы почвы, повышает ее плодородие, регулирует микроклимат приземного слоя атмосферы, создает необходимые условия для роста и развития различных сельскохозяйственных и технических культур.

Под *инженерной мелиорацией* понимают [4] комплекс технических мероприятий и сооружений для улучшения природных условий осваиваемых и/или эксплуатируемых участков земли. Исходное природное состояние земель не всегда пригодно для их продуктивного использования, кроме того, потребительская деятельность человека также негативно влияет на состояние земель и природную, в том числе водную, среду. Для улучшения природных свойств земель, устранения отрицательных последствий антропогенной деятельности используют технологии инженерной мелиорации.

Виды мелиорации

Существует несколько основных видов (типов) мелиорации: гидромелиорация, агролесомелиорация, культуртехническая мелиорация и химическая мелиорация.

«Система мероприятий, при использовании которых возможно достижение в заданных пределах регулирования или улучшения (упорядочения) водного режима на определенной территории, называется *гидротехническими мелиорациями*» [18]. При их применении перераспределяется влага во времени и пространстве для целей рационального использования земельных и водных ресурсов, повышения плодородия почв и улучшения природно-климатических условий.

Гидромелиорация включает орошение, осушение, а также противопаводковую, противоселевую, противоэрозионную и противооползневую мелиорации.

Орошение земель предназначено для доставки и равномерного распределения поливной воды на сельскохозяйственных угодьях, испытывающих недостаток влаги в естественных условиях. С помощью орошения возможно сельскохозяйственное освоение новых, ранее не используемых, земель. *Осушение* — это мероприятия, направленные на снижение уровня грунтовых вод и уменьшение влажности верхних слоев почвы. *Обводнение* предназначено для перераспределения водных ресурсов и увеличения длины и густоты водотоков, для ликвидации дефицита воды в промышленных и сельскохозяйственных районах, на пастбищах и курортах.

Агрохимические мелиорации предназначены для улучшения плодородия корнеобитаемого слоя почвы внесением удобрений. Этот вид мелиорации дополняет гидротехнические при осушении почв, имеющих низкую водопроницаемость. Осуществляются они для отвода избыточной воды по поверхности земли и пахотному слою, улучшения теплового режима почвы и повышения ее биологической активности, а также создания в подпахотном слое запасов влаги.

Культуртехнические мелиорации создают условия для окультуривания корнеобитаемого слоя почвы и производительного использования сельскохозяйственной техники. Они включают расчистку кустарников, планировку поверхности, уборку камней, выкорчевывание пней и деревьев, срезание кочек, а также другие мероприятия для сохранения и повышения почвенного плодородия.

Агролесомелиорации предназначены для улучшения почвенных, гидрологических и климатических условий выращиванием различных лесных насаждений.

Наиболее эффективно комплексное применение гидро-, агро-, культуртехнических и агрохимических мелиоративных мероприятий в зависимости от способа использования земель и существующих природных условий.

Виды (типы) объектов мелиорации и водного хозяйства

По назначению в мелиорации и водном хозяйстве выделяют следующие объекты.

Гидромелиоративные системы. Предназначены для осуществления гидротехнических, или водных, мелиораций сельхозземель при сочетании их с агротехническими, культуртехническими и другими видами мелиораций.

Гидромелиоративные системы классифицируют следующим образом:

- а) по регулированию почвенного водного режима — осушительно-увлажнительные, оросительные, осушительные, использующие животноводческие стоки;
- б) по конструкции мелиоративной сети — открытые или закрытые, а также комбинированные;
- в) по соединению с водоприемником — самотечного типа, с механическим водоотводом, с вертикальным дренажем, а также польдерные.

Объекты водного хозяйства (сооружения и системы). Предназначены для осуществления сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения территорий, гидроэнергетики и рыбоводства, создания зон отдыха (рекреации) и ландшафта. К подобным объектам относят: водозаборные гидроузлы (водохранилищные, речные); водозаборы для использования подземных вод; пруды, образованные земляными плотинами; обводнительные каналы; системы сельскохозяйственного водоснабжения; отдельные гидросооружения.

Объекты для обустройства сельских территорий. Предназначены для проведения комплексного обустройства сельских населенных пунктов и прилегающих к ним земель. Эти объекты можно классифицировать как площадные, линейные и локальные по характеру их расположения на местности.

Площадные объекты. Занимают значительную по площади территорию, которая может достигать нескольких сотен гектаров, имеющую длину и ширину приблизительно одного порядка. К площадным объектам относят водохранилища и пруды, мелиоративные системы и сельские населенные пункты, а также крупные площадки производственного назначения. Месторождения местных строительных материалов и участки для добычи торфа являются самостоятельными видами площадных объектов.

Линейные объекты (сооружения). Имеют большую протяженность, но сравнительно небольшие поперечные размеры. Примеры линейных объектов — каналы, дамбы, трубопроводы, дороги и коммуникационные инженерные сети. Реки можно отнести к естественным линейным объектам.

Локальные объекты. Это сооружения, располагающиеся на небольших участках территории. Изменение природных условий в пределах этой территории отмечается главным образом в вертикальной плоскости. К подобным объектам относят отдельно расположенные гидротехнические сооружения — здания насосных станций, шлюзы-регуляторы и трубы-регуляторы, жилые и производственные здания, водозаборные буровые скважины, скважины вертикального дренажа.

К локально-линейным объектам можно отнести плотины и мосты, которые имеют более специфическую конфигурацию.

Гидромелиоративная сеть — комплекс взаимодействующих гидротехнических сооружений гидромелиоративной системы, обеспечивающих подачу и отвод воды при мелиорации земель.

Гидромелиоративные системы служат для:

- подачи воды к территориям сельскохозяйственного использования для орошения;
- отвода избыточной воды с территорий в случае их избыточного переувлажнения.

Гидротехнические сооружения на гидромелиоративных системах служат для управления движением воды в них.

Например, вода для орошения земель подается из водных источников (рек, водохранилищ, озер) с помощью каналов, лотков, трубопроводов и т.п. Пример участка оросительной системы с размещением на нем разных видов гидротехнических сооружений показан на рис. 1.1.

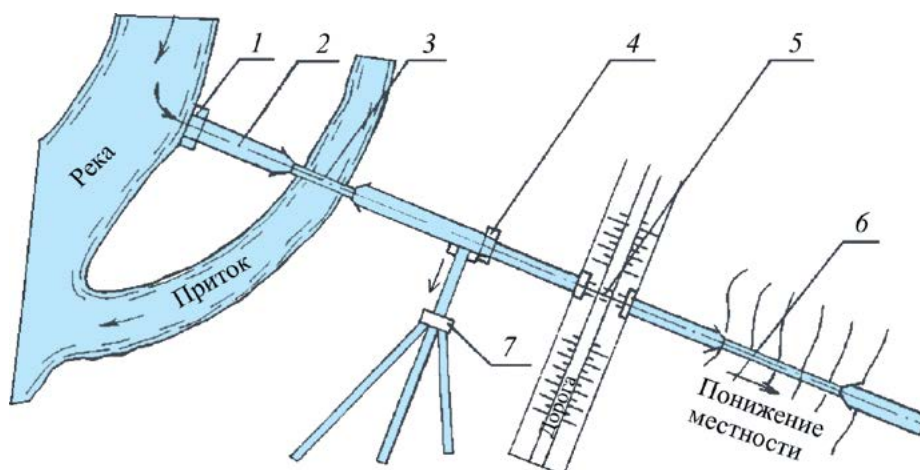


Рис. 1.1. Участок оросительной системы:
 1 — водозабор (регулятор); 2 — магистральный канал; 3 — акведук;
 4 — перегораживающее сооружение (регулятор); 5 — дюкер;
 6 — сопрягающее сооружение; 7 — вододелитель (регулятор)

Самым популярным гидротехническим сооружением, предназначенным для перенаправления потока воды или сокращения водных маршрутов, является водный канал.

Канал — искусственный водовод в земляном русле или из сборных элементов, уложенных на поверхности земли или на опорах (лоток).

В мелиорации каналы — это открытые искусственные водоводы, которые устраивают в грунте. Каналы призваны обеспечить водопотребителей необходимым количеством воды.

По своему основному назначению каналы делят на оросительные, осушительные, обводнительные и комплексного назначения; они также бывают открытыми и закрытыми (см. разд. 2.4).

Открытые каналы по конструкции бывают грунтовые необлицованные, грунтовые облицованные, лотковые; по условиям использования — постоянные и временные; по условиям трассировки — в выемке и в насыпи, в полувыемке и полунасыпи; по технологии эксплуатации — работающие с непрерывным и прерывистым циклами.

Оросительные (ирригационные) каналы служат для подачи воды из водного источника к орошаемым полям.

Осушительные — для сбора и отвода воды при осушении территории.

Основные виды каналов по форме поперечного сечения представлены на рис. 1.2.

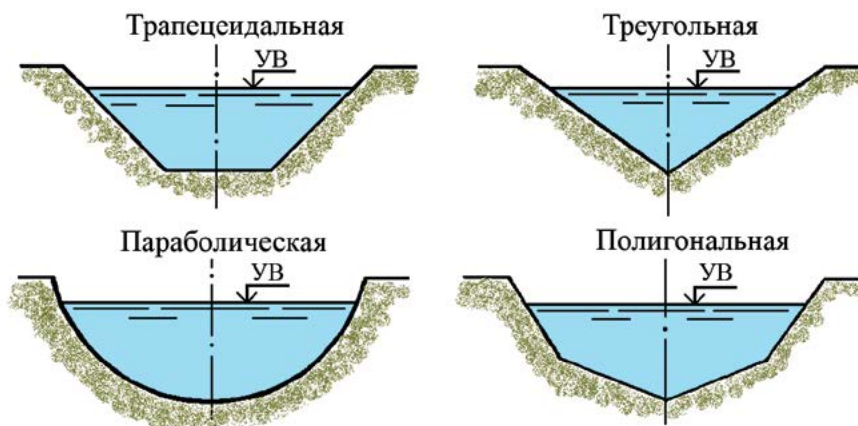


Рис. 1.2. Основные формы поперечного сечения каналов в земляном русле

Параметры и формы поперечного сечения каналов определяют гидравлическим расчетом в зависимости от схемы водораспределения или водосбора для установившегося (равномерного или неравномерного) или нестационарного режима движения воды.

Поперечное сечение и продольный профиль канала должны обеспечивать бесперебойную подачу воды на поля, неразмываемость и незаиляемость их русла, минимальную фильтрацию, возможность строительства существующими машинами и механизмами.

1.2. РАСЧЕТ ВОДОПРОВОДЯЩИХ КАНАЛОВ И РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕК-ВОДОПРИЕМНИКОВ

Пропускную способность русел водопроводящих каналов рассчитывают по формулам для равномерного движения воды:

$$v = C\sqrt{RI} \text{ и } Q = \omega C\sqrt{RI}, \quad (1.1)$$

где v — средняя скорость потока воды, м/с; C — коэффициент Шези, м^{0.5}/с; R — гидравлический радиус, м, $R = \omega/\chi_{\text{п}}$ (ω — площадь живого сечения потока, м², $\chi_{\text{п}}$ — смоченный периметр живого сечения параболы, м); I — гидравлический уклон, равный уклону русла при равномерном движении воды; Q — пропускная способность канала, м³/с; χ — смоченный периметр живого сечения.

Для основных форм поперечного профиля каналов такие характеристики канала, как ω и χ , определяют по зависимостям, приведенным в табл. 1.1, коэффициенты m заложения откосов водопроводящих каналов приведены в табл. 1.2, параметры параболы p устойчивого русла для несвязных грунтов — в табл. 1.3, типы крепления и соответствующие им коэффициенты шероховатости — в табл. 1.4.

Таблица 1.1

Формулы для определения гидравлических элементов поперечного сечения каналов [10]

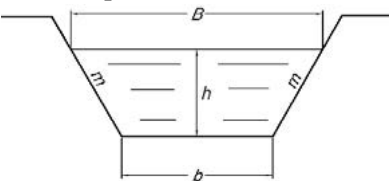
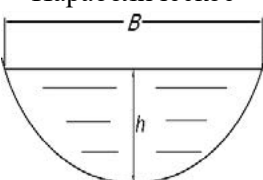
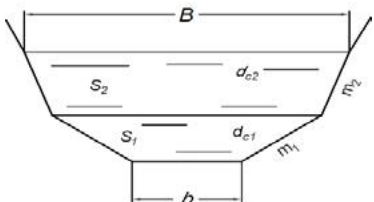
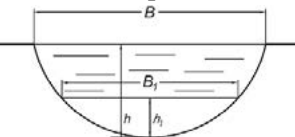
Поперечное сечение	Площадь ω , м ²	Смоченный периметр χ , м
<p>Трапецидальное</p> 	$\omega = (b + mh)h$	$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$
<p>Параболическое</p> 	$\omega = \frac{2}{3} Bh$	$\chi_{\text{п}} = p \left[\sqrt{\frac{2h}{h} \left(1 + \frac{2h}{p} \right)} + \ln \left(\sqrt{\frac{2h}{p}} + \sqrt{1 + \frac{2h}{p}} \right) \right]$
<p>Полигональное</p> 	$\omega = h_1(b + m_1 h_1) + (h - h_1)[B_1 + m_2(h - h_1)]$	$\chi = b + 2h_1\sqrt{1 + m_1^2} + 2(h - h_1)\sqrt{1 + m_2^2}$
<p>Комбинированное</p> 	$\omega = \frac{2}{3} B_{\text{п}} h_{\text{п}} + [B_{\text{п}} + m(h - h_{\text{п}})(h - h_{\text{п}})]$	$\chi = \chi_{\text{п}} + 2(h - h_{\text{п}})\sqrt{1 + m^2}$

Таблица 1.2

Коэффициент m заложения откосов водопроводящих каналов

Грунты	Строительная глубина русла $H_{стр}$, м		
	1,0...1,5	1,5...2,5	2,5...4,0
Крупные и гравелистые пески; торф со степенью разложения более 50 %	1,25...1,5	1,5...1,75	1,75...2,0
Мелкие и средние пески, пылеватые супеси	1,75...2,0	2,0...2,5	2,5...3,0
Мелкозернистые и пылеватые пески	2,0...2,5	2,5...3,0	3,0...3,5
Средние и тяжелые глины и суглинки; торф со степенью разложения менее 50 %	1,0...1,25	1,25...1,5	1,5...1,76
Легкие суглинки, супеси	1,25...1,5	1,5...1,75	1,75...2,25

Таблица 1.3

Параметры параболы p устойчивого русла для несвязных грунтов

Коэффициент внутреннего трения грунта в воде f	Глубина русла H , м					
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
0,4	12,5	18,8	25,0	31,2	37,5	43,8
0,5	8,0	12,0	16,0	20,0	24,0	27,0
0,6	5,6	8,3	11,2	13,9	16,7	19,4
0,7	4,1	6,1	8,2	10,2	12,2	14,3

Таблица 1.4

Типы крепления и соответствующие им коэффициенты шероховатости

Тип крепления	Коэффициент шероховатости n
Бетонная облицовка с хорошо отделанной поверхностью	0,012...0,014
Сборные железобетонные плиты и лотки	0,013...0,015
Облицовка бетонная с грубо отделанной поверхностью, плиты и блоки из пористого бетона	0,015...0,018
Булыжная мостовая	0,020...0,025
Покрытие из асфальтобитумных материалов	0,013...0,016
Одерновка, залужение (в нормальных условиях эксплуатации)	0,030...0,035
Пригрузка (наброска) из гравия и щебня	0,025...0,031
Наброска из камня	0,030...0,035
Фашины, хворостяные канаты и плетевые стенки	0,028...0,034

Коэффициент шероховатости креплений каналов

Коэффициент Шези C определяют по формуле Н.Н. Павловского (при $R = 0,1...3,0$ м и $n = 0,011...0,04$):

$$C = \frac{1}{n} R^y, \quad (1.2)$$

где $y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R}(\sqrt{n} - 0,10)$.

В упрощенном виде (погрешность до 2...3 %) $y = 1,5\sqrt{n}$ при $R < 1$ м и $y = 1,3\sqrt{n}$ при $R > 1$ м.

При $R > 3$ м коэффициент C можно рассчитывать по формуле Г.В. Железнякова:

$$C = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{n} - \frac{\sqrt{g}}{0,13} (1 - \lg R) \right] + \sqrt{\frac{1}{4} \left[\frac{1}{n} - \frac{\sqrt{g}}{0,13} (1 - \lg R) \right]^2 + \frac{\sqrt{g}}{0,13} \left(\frac{1}{n} + \sqrt{g} \lg R \right)}. \quad (1.3)$$

Определение коэффициента C

$R, \text{ м}$	Значения C при коэффициенте шероховатости n									
	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,04	0,05	0,08	0,1	0,2
0,5	94,0	61,2	44,9	35,3	28,9	21,1	16,5	9,73	7,54	3,29
1,0	100	66,7	50,0	40,0	33,3	25,0	20,0	12,5	10,0	5,0
1,6	104	70,5	53,6	43,4	36,5	26,9	22,7	14,8	12,1	6,55
2,0	106	72,4	55,4	45,1	38,1	29,4	24,1	16,0	13,2	7,43
2,5	108	74,3	57,1	46,8	39,8	31,0	25,6	17,2	14,4	8,41
3,0	110	75,8	58,6	48,2	41,1	32,2	26,8	18,3	15,4	9,28
3,5	111	77,1	59,9	49,4	42,3	33,3	27,8	19,3	16,3	10,1
4,0	112	78,3	61,0	50,5	43,3	34,3	28,8	20,2	17,1	10,8
4,5	113	79,3	61,9	51,4	44,2	35,2	29,6	20,9	17,9	11,5
5,0	114	80,2	62,8	52,2	45,1	36,0	30,4	21,6	18,6	12,0
5,5	115	81,0	63,6	53,0	45,8	36,7	31,1	22,3	19,2	12,7
6,0	116	81,8	64,4	53,7	46,5	37,4	31,7	22,9	19,8	13,2
6,5	117	82,5	65,0	54,4	47,2	38,0	32,3	23,5	20,4	13,8
7,0	117	83,1	65,9	55,0	47,8	38,6	32,9	24,0	21,0	14,2
8,0	119	84,3	66,8	56,1	48,8	39,6	33,9	25,0	22,0	15,2

Коэффициент C по формуле Железнякова. Значения коэффициента C по формуле (1.3) приведены в табл. 1.5. Расчетный (приведенный) коэффициент шероховатости n_p при неоднородной шероховатости русла (разные материалы креплений, различия в грунтах, частичное крепление русла) определяют по формуле Павловского

$$n_p = \sqrt{\frac{\chi_1 n_1^2 + \chi_2 n_2^2 + \dots + \chi_n n_n^2}{\chi_1 + \chi_2 + \dots + \chi_n}}, \quad (1.4)$$

где $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ — длины расчетных участков смоченного периметра с однородной шероховатостью, м; n_1, n_2, \dots, n_n — коэффициенты шероховатости на расчетных участках смоченного периметра.

При расчете пропускной способности русла могут решаться два основных типа задач: 1) определить расход воды, пропускаемой руслом с заданными его размерами, уклоном и шероховатостью; 2) по заданному расходу и другим параметрам потока найти размеры (или один из них) поперечного сечения русла, способного пропустить заданный расход. Задачи первого типа решают непосредственно, в явном виде, а второго — путем подбора. При расчете водопроводящих каналов задачи второго типа решают, когда параметры русла подбирают путем сравнения текущих модулей расхода $K = \omega C \sqrt{R}$ с требуемым модулем заданного расхода $K_0 = Q \sqrt{I}$.

Для гидравлически наивыгоднейшего профиля (поперечного сечения), при трапецидальном сечении, должно соблюдаться соотношение между шириной по дну b и глубиной потока h :

$$\beta_{г.н} = (b/h)_{г.н} = 2(\sqrt{1 + m^2} - m). \quad (1.5)$$

Модуль расхода K для русел гидравлически наивыгоднейшего сечения можно определить по формуле

$$K = \frac{0,707}{n} 0,5^y (\beta_{г.н} + m) h^{2,5+y}, \quad (1.6)$$

где y — показатель степени в формуле (1.2).

Допустимые скорости течения воды в каналах, м/с, прокладываемых в песчаных грунтах, с расходом $Q \leq 50$ м³/с, следует определять отдельно для дна и откосов русла, например по формулам Э. И. Михневича:

для дна

$$v_{\text{доп}} = a \left(\frac{R}{d} \right)^x \sqrt{\frac{n_y}{\rho_B} P_S}, \quad (1.7)$$

где R — гидравлический радиус, м; d — расчетный диаметр частиц грунта, м; для однородных песчаных грунтов (коэффициент неоднородности $\eta_H = d_{85}/d_{10} \leq 2,5$) принимают $d = d_{50}$ (средняя крупность частиц), для неоднородных ($\eta_H > 2,5$) — $d = d_{85}$ (крупная фракция, которая образуется в результате естественной отмостки русла); n_y — коэффициент условий работы при содержании в потоке наносов в коллоидном состоянии, при $s < 0,1$ кг/м³ $n_y = 1$, при $s \geq 0,1$ кг/м³ $n_y = 1,3 \dots 1,5$ для мелких и средних песков и $n_y = 1,5 \dots 1,7$ для крупных и гравелистых; ρ_B — плотность воды, кг/м³; P_S — показатель прочности грунта, Па:

$$P_S = gCdf + C_p, \quad (1.8)$$

$$C_p = \frac{0,0032}{d}, \quad (1.9)$$

здесь g — ускорение силы тяжести, м/с²; C_p — удельное расчетное сцепление грунта при разрыве в воде, Па.

для откоса (при $m \geq 1/f$)

$$v'_{\text{доп}} = a \left(\frac{R}{d} \right)^x \left(\frac{g\rho_1 dn_y h}{\rho_B h_{\text{от}}} \right)^{0,5} \left[f^2 - \frac{1}{m^2} + \frac{C_p}{g\rho_1 d} \left(2f + \frac{C_p}{g\rho_1 d} \right) \right]^{-0,25}, \quad (1.10),$$

где ρ_1 — плотность грунта, взвешенного водой, кг/м³,

$$\rho_1 = (\rho_s - \rho_B)(1 - n_s),$$

здесь ρ_s — плотность частиц грунта, кг/м³; n_s — пористость грунта в долях единицы;

$h_{\text{от}}$ — глубина от уреза воды до точки откоса, в которой определяется допустимая скорость, м; для наиболее неустойчивой низовой части откоса $h_{\text{от}} = h$; h — глубина воды, м; f — коэффициент внутреннего трения грунта в воде; m — коэффициент заложения откоса;

значения коэффициента a и показателя степени x в зависимости от стадии движения наносов принимают: для стадии начала влечения отдельных зерен грунта $a = 2,06$, $x = 0,17$; для стадии начала образования гряд $a = 3,18$, $x = 0,14$; для начала взвешивания грунта $a = 5,96$, $x = 0,10$.

Для снижения капитальности *креплений откосов* от размыва русловым потоком рекомендуется назначать их типы различными по высоте откоса с учетом распределения средних на вертикалях и допустимых скоростей по ширине русла. Распределение средних по вертикали скоростей v_B , м/с, по ширине откоса может быть получено по формуле

$$v_B = I^{0,5} h_{\text{от}}^{0,5+y} \cos^{0,5+y} \frac{\alpha}{n}, \quad (1.11)$$

где I — уклон свободной поверхности потока; $h_{\text{от}}$ — глубина погружения точки под поверхность воды, м; y — показатель степени (в формуле Павловского); α — угол наклона откоса к горизонту; n — коэффициент шероховатости.

Для построения эпюры распределения по ширине откоса средних на вертикалях фактических скоростей потока задаются различными значениями глубины $h_{\text{от}}$ в формуле (1.11), выбрав определенный шаг ее изменения (например через 0,2...0,4 м) в пределах от $h_{\text{от}} = 0$ до $h_{\text{от}} = h$, и при каждом $h_{\text{от}}$ определяют среднюю на данной вертикали скорость v_B . На этой эпюре находят то значение средней скорости на вертикали, которому соответствует допустимая скорость для менее капитального типа крепления, который принимают по откосу выше этой вертикали.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru