

Лекция 9. Проводящая и ограждающая сети осушительной системы

1. Назначение и состав проводящей сети.
2. Расположение проводящей сети в плане.
3. Ограждающая сеть.
4. Увязка водотоков в вертикальной плоскости.
5. Поперечные размеры проводящих каналов.

1. Назначение и состав проводящей сети

Проводящая сеть предназначена для приема воды из регулирующей и ограждающей сетей для отведения за пределы осушаемой территории с целью обеспечения на ней за расчетный период требуемой нормы осушения.

Проводящая сеть может быть открытой и закрытой. Кроме того, в зависимости от числа обслуживаемых хозяйств проводящая сеть подразделяется на *межхозяйственную* и *внутрихозяйственную*. Межхозяйственная обслуживает мелиорируемые земли двух и более хозяйств, а внутрихозяйственная – земли одного хозяйства.

К *проводящей сети* относят транспортирующие собиратели, магистральные каналы и коллекторы. Их параметры (для открытой сети – ширина каналов по дну, их глубина, заложение откосов, для закрытой сети – диаметры коллекторов) определяются по формулам равномерного безнапорного движения жидкости.

Открытая проводящая сеть устраивается в виде каналов, размер которых зависит от величины пропускаемых расчетных расходов и условий производства работ. Главным водотоком проводящей сети является магистральный канал первого порядка. Он принимает воду из всей осушительной сети. При необходимости могут также проектироваться магистральные каналы второго и третьего порядков, которые впадают в каналы высшего порядка: второго порядка – в каналы первого порядка, третьего – в каналы второго порядка и т. д. Однако при проектировании целесообразно сокращать до минимума число порядков каналов проводящей сети. Это позволяет уменьшить их глубину и снизить влияние осушения на водный режим прилегающих территорий.

Проводящими каналами самого низкого порядка являются *открытые коллекторы и транспортирующие собиратели*. Открытые коллекторы принимают воду из открытых дрен (осушителей), а транспортирующие – из собирателей.

Открытая проводящая сеть предназначена для приема воды из регулирующей и ограждающей сетей и отвода ее в водоприемник.

Проводящие каналы подразделяются на следующие виды:

- каналы первого порядка, или магистральные, впадающие непосредственно в водоприемник;
- каналы второго и последующих порядков, впадающие в проводящую сеть высшего

порядка.

Закрытая проводящая сеть (закрытые дренажные коллекторы) предназначена:

– для сбора и транспортирования в открытые каналы воды, собираемой регулирующей сетью и поглощающими сооружениями в периоды избыточного увлажнения;

– подачи в регулирующую сеть воды для увлажнения мелиорируемых земель в засушливые периоды.

Закрытая проводящая сеть бывает коллекторной и собирательной. Коллекторная сеть принимает воду из закрытых дрен, а собирательная – из закрытых регулирующих собирателей и из отдельных замкнутых понижений. По взаимному плану расположению как закрытая, так и открытая проводящая сеть также может быть разных порядков.

Закрытая сеть, состоящая из взаимоувязанных элементов (дрен, проводящей сети, оградительных водотоков, сооружений на них), объединенных одним устьем, называется *дренажной системой*.

Площадь системы зависит от уклона и рельефа местности, расходов воды и требуемой скорости движения в трубах.

Для создания достаточно крупных контуров, удобных для использования высокопроизводительной сельскохозяйственной техники, допускается проводить коллекторы и собиратели проектировать из бетонных, железобетонных и асбестоцементных труб диаметром более 200 мм. Для устройства закрытой проводящей сети выбираются наиболее доступные, дешевые и надежные в эксплуатации материалы.

Дренажные системы площадью более 20 га проектируются при спокойном рельефе местности с уклоном поверхности больше 0,005. На этих системах открытые проводящие каналы желательно заменять водотоками, если стоимость устройства открытых каналов близка к стоимости закрытых коллекторов.

2. Расположение проводящей сети в плане

При проектировании в плане учитывают, чтобы проводящая сеть: а) была прямолинейной с минимальным числом поворотов и пересечений с инженерными коммуникациями; б) имела минимальную длину; в) трассировалась по границам хозяйств или полей севооборотов (для уменьшения количества мелких участков) и наиболее низким местам.

Проводящая сеть на осушительных системах проектируется с учетом рельефа местности так, чтобы со всей осушаемой площади избыточную воду можно было бы отвести, не прибегая к механическому подъему. На минеральных землях каналы

трассируют по выраженным тальвегам и наиболее глубоким понижениям. Это позволяет запроектировать впадающие каналы с использованием естественного уклона поверхности земли.

На болотных землях с мощностью торфа более 1,5–2,0 м трассу канала необходимо размещать по тальвегам минерального дна болота или по возрастающей глубине торфяной залежи. При осушении торфа происходит осадка, величина которой зависит от мощности слоя торфа: с увеличением мощности увеличивается и осадка. При выполнении отмеченных выше требований можно избежать в дальнейшем ухудшения гидравлических условий течения воды в каналах из-за уменьшения их продольных уклонов.

Если осушаемый участок имеет равнинный рельеф, на котором трудно выделить тальвеги, проводящую сеть проектируют с учетом впадающих в нее других водотоков. В частности, расстояние между магистральными каналами определяется схемой расположения и длиной каналов второго порядка.

Длина магистральной сети зависит от многих факторов. Главными из них являются: рельефные условия, расчетные расходы и хозяйственное устройство осушаемой территории. Чтобы избежать слишком большого заглубления канала на малоуклонных и безуклонных участках, необходимо ограничивать его длину. Естественно, что параметры проводящих каналов должны обосновываться технико-экономическими расчетами.

Длина открытых коллекторов и транспортирующих собирателей, как правило, не должна превышать 1500 м (минимальная 700 м). Трассы каналов увязывают с границами землепользователей, полей севооборота, а также коммуникациями и дорожной сетью, добиваясь такого расположения водотоков, при котором создаются поля, удобные для обработки, и уменьшается количество переездных сооружений. Пересечения каналов с дорогами или другими коммуникациями устраиваются под прямым углом.

Каналы обычно трассируются прямолинейно с минимальным числом поворотов. Тем не менее с учетом экологических требований можно проектировать каналы с созданием излучин, углубленных участков. Такая форма позволяет улучшить условия обитания рыб и водоплавающей птицы.

Если на осушаемом объекте имеются озера, то проводящая сеть должна обходить их на расстоянии, не изменяя уровненный режим водоема. Это расстояние устанавливается путем решения при соответствующих краевых условиях двумерного уравнения фильтрации.

При необходимости проектируются специальные водохозяйственные мероприятия по компенсации влияния осушительной мелиорации на естественные водоемы.

В поймах рек проводящие каналы проектируют по возможности по направлению течения паводковых вод или под углом не более 30° к ним. Такая мера снижает заиливание каналов наносами во время паводка и уменьшает опасность размыва русла водотоков. Сопряжение каналов друг с другом осуществляют под углом $60\text{--}80^\circ$, а каналов с водоприемником – под углом $75\text{--}90^\circ$. Радиусы закруглений принимают в зависимости от расчетного расхода, но не менее 25 м.

Открытые коллекторы и транспортирующие собиратели размещают в зависимости от рельефа, как правило, под острым углом к горизонталям. Расстояние между этими каналами зависит от схемы размещения регулирующей сети и длины регулирующих линий.

Уклон дна проводящих каналов должен, по возможности, соответствовать уклону поверхности земли и быть не менее 0,0003. При осушении безуклонных территорий в порядке исключения допускается принимать уклон 0,0001. При этом каналы проверяются расчетом на незаиляющие скорости.

Верхним пределом уклона для незакрепленного канала является уклон, максимально допустимый на размыв, определяемый гидравлическим расчетом.

Для уменьшения отрицательного воздействия мелиоративных мероприятий на окружающую среду глубина проводящих каналов (с учетом осадки и сработки торфа) не должна превышать 2,5 м. Глубина более 2,5 м должна быть обоснована в проекте.

Расположение проводящей сети в плане увязывают с расположением существующих инженерных коммуникаций и сооружений (линий электропередач, наземных и подземных линий связи, газопроводов, нефтепроводов, теплофикационных и канализационных трубопроводов, дорог, автодорожных и железнодорожных мостов и т. п.). Число пересечений проводящей сети с инженерными коммуникациями и сооружениями должно быть минимальным.

Пересечение проводящих каналов с дорогами, трубопроводами и другими коммуникациями следует предусматривать, как правило, под прямым или близким к прямому углом (от 75 до 90°). Отступление от этого правила допускается, если такое пересечение невозможно по условиям рельефа, в связи с застройкой прилегающей территории, необходимостью дополнительного поворота канала и по другим обоснованным причинам.

Трассы проводящих каналов следует размещать за пределами охранных и санитарно-защитных зон производственно-хозяйственных объектов.

При сопряжении каналов низших порядков с магистральными необходимо предусматривать закругление устьевой части впадающего канала. Проводящие каналы

должны сопрягаться с магистральными под углом от 30 до 60°. При наличии дорог или проездов вдоль проводящего канала сопряжение обеспечивается конструкцией устьевого сооружения.

Глубину проводящей сети следует устанавливать минимально допустимой в зависимости от величины и условий пропуска расчетного расхода воды, глубины впадающей открытой и закрытой регулирующих сетей.

Строительную глубину проводящей сети, проходящей по болотам, следует принимать с учетом осадки и сработки торфа.

При осушении пойм трассы магистральных каналов должны совпадать с гидравлической осью движения весеннего потока или быть близкими к нему.

При осушении надпойменных участков земель магистральные каналы необходимо прокладывать под острым углом к гидроизогипсам (или горизонталям).

Проектирование закрытых коллекторов необходимо выполнять с учетом рельефа поверхности осушаемых земель. Закрытые коллекторы следует прокладывать по кратчайшему пути к принимающему каналу, обеспечивая, по возможности, двусторонний выпуск дрен и прямолинейность трасс.

При проектировании закрытых коллекторов следует избегать пересечения замкнутых понижений, торфяной (сапропелевой) залежи мощностью свыше 1,5 м, глубоких западин, существующих каналов и староречий глубиной свыше 1,5 м. При неизбежности такого пересечения необходимо предусматривать предварительное осушение.

Трассы закрытых коллекторов, проходящих по тальвегам с водосборной площадью 15 га и более, следует располагать на 0,2–0,3 м выше дна тальвегов, предусматривая мероприятия по отводу поверхностных вод в канал, минуя коллектор.

При малых уклонах поверхности земли (менее 0,005) и наличии в грунтовой воде железистых соединений площадь дренажной системы не должна превышать 20 га, а в плавунных фунтах она допускается не более 5 га. Чтобы избежать кольматации дренажной засыпки и возможного ее размыва, ось закрытого проводящего водотока смещают выше оси тальвега на 0,15–0,20 м. В связи с тем, что в полость коллекторов через стыковые зазоры труб могут проникнуть корни древесных насаждений, коллекторы и собиратели прокладывают на расстоянии 7–30 м от растительности в зависимости от ее вида.

Минимальные расстояния (м) от древесных и кустарниковых насаждений при прокладке трассы закрытых коллекторов должны приниматься следующими:

– лиственные деревья – 20;

- хвойные – 30;
- фруктовые – 7;
- ольха, ива, шиповник, смородина – 15;
- кустарники других пород – 10.

При пересечении закрытыми коллекторами древесных и кустарниковых насаждений должна быть предусмотрена глухая изоляция стыков керамических труб или прокладка коллекторов из асбестоцементных, канализационных керамических, железобетонных, бетонных труб. Длину глухих участков коллекторов следует определять с учетом требований к вышеуказанным минимальным расстояниям до древесных и кустарниковых насаждений.

Сопряжение коллекторов между собой необходимо проектировать внахлестку с применением соединительных деталей, колодцев-перепадов при разнице в глубинах сопрягаемых коллекторов более 0,3 м, колодцев-отстойников, когда скорость воды во впадающем коллекторе превышает скорость воды в принимающем более чем на 30 %, а также в пылеватых грунтах. При угле поворота коллекторов в плане более 60° допускается устройство смотровых колодцев.

Закрытые коллекторы должны быть оборудованы смотровыми колодцами или колодцами-отстойниками:

- в местах подключения к закрытому коллектору высшего порядка двух или более коллекторов низшего порядка;
- при длине коллектора 1 км и более – через каждые 500 м при уклоне более 0,0006 и через 200–250 м при уклоне менее 0,0006.

Сопряжения коллекторов с принимающими каналами и водоприемниками необходимо осуществлять с помощью устьев сооружений, располагаемых на участках, не подверженных размыву и заилению. Низ устьевой трубы коллекторов следует проектировать не менее чем на 0,10 м выше расчетного межвенного уровня в принимающем канале и водоприемнике, но не менее чем на 0,50 м выше их дна.

Диаметр коллектора рекомендуется принимать постоянным по всей длине или увеличивающимся от истока к устью. Уменьшение уклона от истока к устью допускается во избежание заглубления открытой сети при достаточном обосновании.

При закладке дренажа на предварительно осушенных глубоководных торфяниках строительный уклон коллектора следует назначать с учетом прогноза его изменения в процессе дальнейшей осадки торфяной залежи ниже дна коллектора.

Оптимальными для закрытых коллекторов являются уклоны в пределах от 0,006 до 0,015. Минимально допустимые уклоны, обеспечивающие незаиляющие скорости при безуклонной поверхности, принимаются по табл. 9.1.

Таблица 2.8. Минимально допустимые уклоны

Внутренний диаметр коллектора, мм	Минимально допустимый уклон	
	в плывунах, пылеватых песках и супесях	в остальных минеральных грунтах и торфяниках
75,100	0,0035	0,0020
125	0,0030	0,0015
150	0,0025	0,0010
175, 200	0,0020	0,0007

3. Ограждающая сеть

Ограждающая сеть предназначена для защиты мелиорируемой территории и отдельных сооружений от поступления к ним поверхностных и грунтовых вод с внешнего водосбора и проектируется, как правило, по их контуру.

Ограждающая сеть может быть *нагорной, ловчей, нагорно-ловчей, береговой и кольцевой*. С помощью нагорной сети защищают территорию от поступления поверхностных вод. Ловчая сеть служит для защиты от поступления грунтовых вод, а нагорно-ловчая – от поверхностных и грунтовых одновременно. Береговая сеть предусматривается при необходимости снижения уровней грунтовых вод на территории, подтапливаемой со стороны водоемов и водотоков. Кольцевая сеть защищает небольшие земельные участки, а также подземные части зданий и сооружений от подтопления грунтовыми водами.

В зависимости от источников водного питания и расчетных расходов воды оградительная осушительная сеть проектируется в виде открытых ловчих каналов, закрытых ловчих дрен, нагорных каналов, ложбин, линейного вертикального дренажа. Ловчие каналы при глубине до 3 м допускается совмещать с нагорными каналами. В этом случае они называются нагорно-ловчими.

Закрытую сеть предусматривают при небольших водосборных площадях (не более 5 га). В зависимости от рельефа местности и формы сопряжения водотоков друг с другом ограждающая сеть может прокладываться либо по всему контуру поступления воды на территорию, либо отрезками. В первом случае она называется сплошной, а во втором – прерывистой. Если же необходимо перехватить сток воды, поступающей по тальвегу, имеющему уклоны участков к его центру, ограждающая сеть проектируется У-образной.

Ловчие каналы и дрены для перехвата подземных вод необходимо проектировать параллельно гидроизогипсам по линии выклинивания или наиболее высокого стояния

грунтовых вод, вблизи подошвы склонов, по возможности в границах грунтов, не подверженных оплыванию.

Ограждающей сети может придаваться также и компенсационная функция (увлажнительная) в целях снижения зоны влияния осушения на прилегающие территории.

Глубину нагорных каналов и дрен принимают равной 1,0–1,5 м, а ловчих – 1,5–2,0 м. На торфяно-болотных почвах для определения строительной глубины необходимо учитывать осадку и сработку торфяной залежи. При этом ловчую сеть на торфяниках мощностью до 3,0 м рекомендуется врезать в подстилающие грунты. Так, в песках и супесях величина врезки должна составлять 0,3–0,5 м, а в суглинистых и глинистых грунтах – 0,2–0,3 м.

Минимальные уклоны оградительной осушительной сети должны приниматься:

- для открытых каналов – 0,0003;
- для закрытых дрен – 0,003.

На безуклонных территориях допускается принимать уклоны 0,0002 для открытых каналов и 0,002 – для закрытых дрен.

Минимальную глубину ловчих каналов и дрен для перехвата подземных вод следует назначать из условия их вреза под уровень грунтовых вод или в напорный водоносный не менее чем на 0,3 м.

Максимальная глубина определяется из условия их влияния на прилегающую к осушаемому массиву территорию.

Поперечное сечение каналов соответствует форме неравнобокой трапеции с коэффициентом заложения внешнего откоса (в сторону водосборной площади) на 0,5 больше низового. Ширина каналов по дну выбирается с учетом размера рабочего органа землеройной техники, что в минимальных пределах составляет 0,4–0,6 м. Грунт, вынимаемый при строительстве оградительных каналов, укладывают на низовую берму канала. В целях предотвращения размыва верхних откосов в пониженных местах устраивают водопропускные укрепляемые воронки.

Минимальный диаметр закрытой оградительной сети допускается не менее 0,1 м, а максимальный устанавливается гидравлическим расчетом. Однако, если расчетный диаметр получается более 0,2 м, ограждающую сеть устраивают в две или больше нитей меньшего диаметра. Для повышения эффективности перехвата воды траншейную засыпку закрытых ограждающих линий необходимо устраивать из хорошо водопроницаемых материалов. На ловчих дренах, как правило, должен устраиваться круговой гравийно-песчаный фильтр (обсыпка) толщиной 20–25 см.

При оценке ловчей сети интерес представляет зона ее воздействия на грунтовые воды или дальность ее влияния в направлении водосборной площади и в сторону осушаемого массива. Это необходимо знать для установления величины возможного понижения уровня грунтовых вод на водосборе (например, в шахтных колодцах), а также для определения положения первой дрены (от оградительной сети) на осушаемом массиве.

4. Увязка водотоков в вертикальной плоскости

Увязка водотоков в вертикальной плоскости осуществляется для обеспечения самотечного отвода воды с осушаемой площади и выполняется путем построения *продольных профилей*, под которым понимается вертикальный разрез местности по оси канала или коллектора.

Для того чтобы правильно установить глубины проводящих водотоков, необходимо знать общие правила их увязки в вертикальной плоскости. Исходным параметром, который определяет глубину водотока, служит норма осушения или соответствующая ей величина. С ней, как было показано ранее, связана глубина регулирующей сети. Эта характеристика также является основной при определении глубины проводящей сети. Глубина проводящих открытых коллекторов и транспортирующих собирателей принимается на 0,1 м больше глубины регулирующей сети. Такой же перепад принимается и для определения предварительной глубины закрытой проводящей сети, который затем уточняется гидравлическим расчетом.

Параметры открытой проводящей и ограждающей сетей в зависимости от размера водосборной площади принимаются конструктивно или гидравлическим расчетом. Водоводы, имеющие относительно расчетного сечения водосборную площадь до 5 км², не рассчитываются, а водотоки с водосборной площадью более 5 км² требуют гидравлического расчета.

Сопряжение в вертикальной плоскости проводящих каналов между собой и водоприемниками следует проектировать по уровням воды с учетом следующих требований для каналов:

- гидравлически рассчитываемых водотоков – «горизонт в горизонт»;
- гидравлически не рассчитываемых (для дна) – не более чем на 10 см ниже межвенного (бытового) уровня в принимающем гидравлически рассчитываемом канале;
- гидравлически не рассчитываемых водотоков – «дно в дно».

Закрытую проводящую сеть различного порядка можно соединять внахлест, впритык или с помощью специальных сооружений (смотровых колодцев). Такие же виды сопряжений применяют и на поворотах линий. Внахлест сопрягают проводящие водотоки

в тех случаях, когда это позволяет сделать рельеф местности. На малоуклонных участках, когда нет возможности использовать естественный рельеф местности, трубы сопрягают впритык с использованием фасонных соединительных деталей, например, тройников.

С помощью колодцев соединяют закрытые водотоки в следующих случаях:

- когда в одной точке сходятся три и более линии;
- при наличии хотя бы одной линии диаметром 175 мм и более;
- при изменении уклона коллектора (собирателя) с большего на меньший в 2–3 раза;
- при наличии перепада между соединяемыми линиями (или участками ее) более 0,3

м.

Угол сопряжения закрытых коллекторов и проводящих собирателей друг с другом, если они соединяются внахлест или с помощью колодцев, должен превышать 45° . При уменьшении угла установка в забой землеройного механизма усложняется и качество устройства траншей в месте соединения ухудшается. Тройники позволяют сопрягать линии под углом 90° .

Место соединения труб внахлест или впритык обкладывают вкруговую стеклохолстом или пластмассовой пленкой, а при их отсутствии – мхом слоем 5–7 см (в песчаных, супесчаных и торфяных грунтах) или боем (отходами) трубок (в суглинистых и глинистых грунтах). Слой траншейной засыпки толщиной не менее 0,3 м трамбуется на протяжении 0,5 м в каждую сторону от узла сопряжения.

Если закрытая проводящая сеть пересекается с дорогой, необходимо выполнить следующие требования. На отрезке, равном ширине дороги и полосы отчуждения, должны быть применены «глухие» трубы – асбестоцементные, железобетонные на муфтах. Если для укладки сети применяют керамические трубы, стыки их должны бетонироваться. В случаях пересечения дорог на закрытой сети устраивают смотровые колодцы. Слой насыпи дорожного полотна над трубами должен быть не менее 1 м, а дно кювета должно быть выше труб не менее чем на 0,6 м.

При сопряжении в вертикальной плоскости закрытой проводящей сети (коллекторов) с открытой (каналами) учитывают, что для обеспечения безподпорного движения воды из коллекторов в канал дно его должно быть не менее 20 см выше бытового горизонта в канале. Если глубина воды в канале расчетами не устанавливается, то проектная глубина канала принимается на 0,5–0,7 м больше глубины залегания впадающего в него коллектора (рис. 9.1).

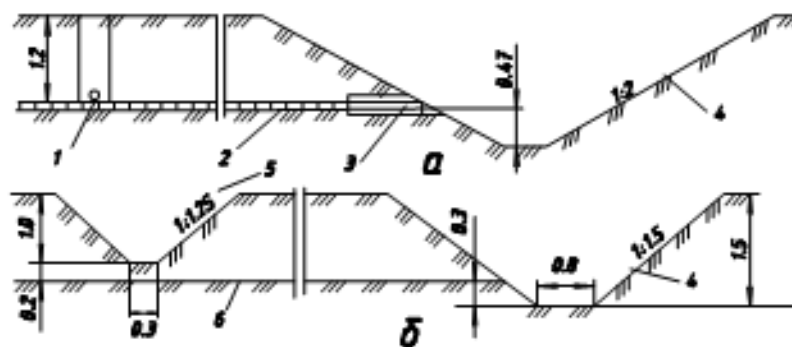


Рис. 9.1. Схема вертикального сопряжения элементов закрытой (а) и открытой (б) осушительных систем:
 1 – дрена; 2 – коллектор; 3 – устье; 4 – магистральный канал;
 5 – регулирующий канал; 6 – дно коллектора

Сопряжение оградительной осушительной сети с принимающими каналами следует проектировать:

- гидравлически рассчитываемых каналов – «уровень в уровень»;
- гидравлически не рассчитываемых каналов – «дно в дно»;
- гидравлически не рассчитываемых каналов с рассчитываемыми – дно впадающего канала на 0,1 м ниже расчетного среднего меженного уровня в принимающем канале.

Имея плановое расположение элементов осушительной системы, можно приступить к увязке водотоков в вертикальной плоскости и построению продольных профилей. При этом следует иметь в виду, что параметры гидравлически не рассчитываемых водотоков, которые получаются в результате вертикальной увязки, являются окончательными. Главное условие заключается в том, что они должны отвечать требованиям осушения земель.

Предварительные параметры гидравлически рассчитываемых водотоков (глубина, ширина по дну, коэффициент заложения откосов, уклоны) устанавливаются в результате увязки водотоков, соблюдая изложенные выше требования. Однако окончательные значения параметров проверяются и уточняются гидравлическими расчетами. Наглядное представление о проводящих и ограждающих водотоках дает продольный профиль. *Продольный профиль водотока* – это чертеж, представляющий продольный разрез по оси будущего водотока с указанием впадающих элементов сети и имеющий всю информацию, необходимую для строительства данного водотока.

При построении продольных профилей следует выполнять следующие рекомендации:

- уклоны дна проводящей сети должны производиться в допустимых пределах и по

возможности быть одинаковыми по всей длине;

– фактические их глубины на отдельных сечениях должны незначительно отличаться от проектных.

5. Поперечные размеры проводящих каналов

Форма поперечного сечения проводящей сети зависит от грунтов, в которых прокладывается канал, и расчетного пропускаемого расхода воды.

Все проводящие каналы имеют, как правило, трапецеидальное сечение. Трапецеидальное сечение без ограничений величины расчетного расхода можно принять в устойчивых грунтах (глины, суглинки), а также в торфах со степенью разложения до 50 %. В песках, супесях, торфах со степенью разложения выше 50 % трапецеидальное сечение канала можно принять для пропуска расчетного расхода до 20 м³/с.

Однако такое сечение каналов сравнительно быстро деформируется под действием различных причин: на дне и откосах появляется водная и надводная травянистая растительность; на отдельных участках каналов, где скорость движения воды мала, наблюдается отложение илистых наносов; на других участках с большими скоростями движения воды дно размывается. Заиление и размыв дна можно полностью предотвратить при правильном гидравлическом расчете каналов, т. е. не допуская в них скоростей движения воды, вызывающих эти явления.

Но наиболее сильные *деформации русла* открытых осушительных каналов происходят в результате разрушения их откосов, поэтому правильный выбор заложения откосов осушительных каналов имеет очень большое значение. При несоответствии принятого заложения откосов устойчивости данного грунта в первые же годы эксплуатации осушительной сети происходит их деформация.

Устойчивость откосов осушительных каналов зависит от связности грунта, в котором проходит канал, но еще больше – от степени его увлажнения. Откосы хорошо сохраняются, пока в грунте содержится только капиллярно-подвижная вода, но быстро разрушаются, как только в нем появляется гравитационная вода. При этом вследствие неоднородности гранулометрического состава и физических свойств грунта и большой неравномерности его увлажнения разрушение откосов осушительных каналов обычно проходит весьма неравномерно. Значительные по длине участки с хорошо сохранившимися откосами чередуются с участками, где наблюдается разрушение откосов различной степени вплоть до катастрофического их обвала. При этом происходит большое увеличение ширины каналов по верху и заиление их дна на высоту более 1 м.

Для гарантийного предупреждения разрушения откосов можно или на всем протяжении устроить пологие откосы, которые не разрушались бы при самых

неблагоприятных свойствах грунта и условиях его увлажнения, или заранее предусмотреть капитальное крепление откосов на всем протяжении канала. Однако в обоих случаях стоимость строительства проводящих каналов будет сильно и неоправданно завышена.

Поэтому при строительстве проводящих каналов принимают заложение откосов, обеспечивающее устойчивость их при средних условиях увлажнения данного грунта, с таким расчетом, что после обнаружения участков с неустойчивыми откосами они будут закреплены с помощью специальных сооружений.

Рекомендуемые значения заложения неукрепленных откосов проводящих каналов для различных грунтов приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Коэффициенты заложения откосов проводящих и ограждающих каналов

Грунты	Глубина канала, м		
	До 1,5	1,5–2,5	Более 2,5
Глина, суглинок тяжелый и средний, торф мощностью до 1,0 м, подстилаемый этими грунтами	1,0	1,5	1,50–1,75
Суглинок легкий, супесь, торф мощностью до 1,0 м, подстилаемый этими грунтами	1,25–1,50	1,50–1,75	1,75–2,00
Песок крупно- и среднезернистый, торф мощностью до 1,0 м, подстилаемый этими грунтами	1,5	1,75–2,0	2,0–2,25
Песок мелкозернистый, торф мощностью до 1,0 м, подстилаемый этим грунтом	1,50–1,75	2,00–2,25	2,25–2,50
Песок пылеватый	2,0	2,5	2,00–2,25
Торф со степенью разложения более 50 %	1,25–1,50	1,75	2,0
Торф со степенью разложения до 50 %	1,00–1,25	1,5	1,50–1,75

Параболическое или комбинированное сечение каналов устраивают в слабоустойчивых грунтах (песках, супесях, торфах со степенью разложения более 50 %) для пропуска расчетных расходов более 20 м³/с.

Ширина проводящих гидравлически не рассчитываемых каналов по дну принимается, как и для ограждающей сети, равной 0,4–0,6 м, а гидравлически рассчитываемых каналов устанавливается расчетом, но не менее 0,4–0,6 м. Уклон дна назначают таким же, как и у ограждающего канала. Каналам целесообразно придавать уклон, увеличивающийся к устью, что способствует возрастанию скорости движения воды и препятствует заилению каналов. Если этого сделать нельзя, дно выполняют прямолинейным по всей длине.

Грунт, который при строительстве канала вынимают землеройной техникой, разравнивается вдоль канала. Зачастую этот грунт используется для засыпки понижений и возведения насыпи дорог. Если вблизи каналов земля не используется под сельскохозяйственные угодья, кавальеры благоустраивают, создавая из них насыпи

высотой до 1,5 м. При этом расстояние от бровки канала до благоустроенного кавальера должно быть не менее 5 м. Это даст возможность очищать и ремонтировать каналы с помощью машин и механизмов в период эксплуатации.

Известно, что глубина закрытого проводящего водотока определяется глубиной закладки регулирующей сети. На транзитном участке глубина его должна быть такой, чтобы слой грунта над верхом труб был не менее 1,1 м. При пересечении локальных понижений на минеральных грунтах допускается уменьшение глубины от поверхности земли до верха труб до 0,8 м. Однако, когда на тяжелых грунтах планируется проведение глубокого рыления, глубина должна увеличиваться до 0,9 м.