

## Лекция 11. РЕКОНСТРУКЦИЯ ОТКРЫТОЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ

### 11.1. Реконструкция водоприемников

К открытой мелиоративной сети следует относить водоприемник, проводящую, регулирующую и оградительную сеть каналов. Водоприемники включаются в открытую сеть объекта при прохождении их по территории объекта от верхнего створа на границе объекта до нижнего створа, являющегося верхним для нижерасположенного по течению объекта.

При наличии подпора от водоприемника в вегетационный период в результате заилиения необходимо предусматривать его расчистку и углубление.

Задача водоприемника – прием воды с осушаемой территории и обеспечение бесподпорной работы осушительной сети.

При интенсивном сельскохозяйственном использовании земель к водоприемнику предъявляются следующие основные требования:

1. Уровни воды в водоприемнике не должны создавать подпор во впадающих в него осушительных каналах и коллекторах. Поэтому бытового уровня в водоприемнике должен быть на одном уровне или ниже бытового уровня впадающих в него каналов и на 30..40 см ниже дна устьев впадающих в него закрытых коллекторов.

2. Водоприемник должен обладать такой пропускной способностью, при которой предпосевные, летнепаводковые расходы проходили бы в нем с уровнями ниже на 20..30 см уровней соответствующих расходов в магистральных каналах.

3. Расчетные уровни в водоприемнике должны располагаться ниже (на 50..70 см) осушаемой поверхности, чтобы обеспечивались свободный отток с нее воды и понижение уровня грунтовых вод.

4. Максимально допустимая продолжительность весеннего паводкового затопления в зависимости от возделываемых культур не должна превышать 25 сут. Зависит от возделываемых культур.

5. Затопление осушаемых земель водами летних паводков, как правило, не допускается.

Мероприятия по реконструкции рек-водоприемников индивидуальны для каждой реки, но принципиальная направленность их должна определяться необходимостью решения следующих задач:

– поддержания определенного режима стока малых рек как действующих водотоков с учетом их рационального использования и охраны природной среды в современных условиях и в долговременной перспективе;

– восстановления эстетической и рекреационной значимости малых рек.

Первостепенное значение при регулировании рек имеет глубина русла, назначаемая в соответствии с рельефом местности, пропуском расчетного расхода, сопряжением горизонтов, соотношением ширины по дну и глубины потока для получения гидравлически наивыгоднейшего сечения, а также условиями устойчивости русла в залегаемых грунтах по трассе реки. Все эти факторы должны учитываться при выборе методов регулирования рек-водоприемников осушительных систем.

Основной гидравлический расчет рек-водоприемников и магистральных каналов проводится на посевной сток, т.е. на сток, соответствующий моменту наступления оптимальных условий сева, или на предпосевной сток, наступающий на 7-10 дней раньше посевного. Если предпосевной сток меньше летнего паводкового, то рассчитывают на летний паводковый сток, а поверочный – на посевной и предпосевной.

При расчетах осушительных систем необходимо также знать весенний максимальный, осенний паводковый и бытовой сток. Весенний максимальный необходим для установления ширины отверстий гидротехнических сооружений и поверочных расчетов весенних паводков, чтобы в затопляемых зонах не вводить в севооборот озимые культуры. Осенний паводковый сток нужен для проверочных гидравлических расчетов на затопление осенними паводковыми водами, бытовой – для расчетов сопряжений горизонтов воды в осушительной сети, а также определения скоростей ее течения.

Причины неудовлетворительного состояния водотоков-водоприемников:

- 1) недостаточная глубина вреза русла водотока, обуславливающая высокое положение уровней воды в нем;
- 2) высокое положение водотока по отношению к осушаемым землям;
- 3) малые размеры русла водотока, не обеспечивающие прием и отвод воды из осушительной сети;
- 4) малые уклоны дна водотока из-за извилистости;
- 5) высокая шероховатость русла при зарастании кустарником и водной растительностью, засоренности корягами, топляком и камнями;
- 6) неравномерное движение воды, ведущее к потерям напора и повышению уровней воды из-за резкого изменения глубины и ширины русла по длине водотока (плесы, перебаты);
- 7) подпор воды искусственными сооружениями – плотинами, мостами и трубами-переездами, заколами и язами, устраиваемыми для купания и рыбной ловли.

Причины неудовлетворительного состояния водоемов-водоприемников:

- 1) подпор воды плотинами на вытекающих из них реках;
- 2) недостаточный объем, малая глубина, высокое залегание уровней воды;

3) чрезмерный подъем уровня воды при стогно-нагонных движениях воды и приливах.

При использовании водоемов в качестве водоприемников уровни воды в них в расчетные периоды не должны подпирать уровни воды в магистральных каналах.

На основе анализа причин неудовлетворительного состояния водоприемника назначают мероприятия по его регулированию.

Очистка русла водоприемника – наиболее простая операция. Заращение русла кустарниково-древесной растительностью, засорение деловой древесиной (особенно на лесосплавных реках), хворостом и ко-рягами не только уменьшает поперечное сечение русла, но и во много раз увеличивает его коэффициент шероховатости. В результате уровень воды в реке повышается.

Для очистки водоприемников от растительности применяют смонтированные на моторных лодках и понтонах косилки, а для удаления хлама используют экскаваторы со специальными ковшами. Иногда одной очистки русла, включая устранение подпоров, достаточно для регулирования реки. При недостатке проводят углубление и расширение русла, а также его спрямление.

Углубление и расширение русла проводят на реках, когда необходимо понижение уровней воды.

Углубление предпочтительнее уширения русла, так как оно приближает его к гидравлически выгоднейшему сечению. Однако это не всегда удастся, так как углубление лимитируется положением местного базиса эрозии: нельзя заглублять реку ниже дна реки, в которую она впадает.

При углублении и расширении русла исходят из существующего поперечного сечения с максимальным сохранением устойчивых задернованных откосов. Если русло распластанное и есть возможность углубить его, то обязательно сохраняют устойчивые откосы. Если такой возможности нет, русло уширяют с двух сторон или с одного берега. Наиболее распространен способ регулирования, основанный на одновременном углублении и уширении русла.

Спрявление русла проводят на извилистых участках реки с недостаточными уклонами и скоростями движения воды. Все реки, особенно протекающие на равнинах, имеют сильно извилистое русло. Коэффициент их извилистости (под ним понимают отношение длины реки к расстоянию между началом и концом участка реки по прямой) нередко достигает 3...5. Если бы реку удалось полностью спрямить, то значительно (в данном случае в 3...5 раз) увеличился бы ее уклон.

Существуют разные способы спрямления реки, которые применяют в зависимости от извилистости и размеров естественного и проектного русла, характера его слагающих грунтов.

Если русло образует много мелких излучин и размеры его небольшие, то новое русло проектируют по возможности прямолинейным с минимальным числом поворотов, не считаясь с положением существующего.

Если русло сильно извилистое и отдельные участки его имеют значительные размеры, спрямляют наиболее крупные излучины, устраивая короткие прокопы. В этом случае уменьшается объем земляных работ по регулированию. Однако это не всегда дает ожидаемый эффект, так как уклоны увеличиваются только на отдельных участках, а ниже их происходит заиливание русла. Более эффективны решительные спрямления. В этом случае сразу удастся исключить из реки крупные излучины.

Спрямления сопрягают с участками старого русла одной плавной изогнутой кривой с радиусом не менее  $(3...5)B$ , где  $B$  – средняя ширина русла поверху. Спрямления проводят только в устойчивых грунтах, при этом по возможности не пересекают прирусловые валы, сложенные песками. Спрямления не должны выходить в пределы притеррасной поймы, сложенной малостойчивыми грунтами (сильно разложившийся торф, сапропель) и тем более за пределы поймы. Трассы спрямлений рек не должны пересекать озера. Если невозможно провести спрямление в обход озера, то в целях защиты примыкающих к озеру участков реки от заиливания и образования баров предусматривают специальные мероприятия.

При спрямлении рек участки старого русла, исключенные из реки, засыпают. При недостатке местного грунта засыпку проводят на  $0,3...0,5$  м выше бытового уровня, а с верховой стороны старого русла устраивают перемычку. С низовой стороны перемычку не делают, в результате исключенное русло превращается в своеобразный отстойник и постепенно оно заилится.

Спрямление рек проводят экскаваторами, скреперами и землесосными установками. Вынимаемый грунт используют для отсыпки насыпей дорог, защитных дамб, перемычек и засыпки староречий.

Основные технические решения по реконструкции водоприемников должны обосновываться сравнением показателей возможных вариантов. Техничко-экономические расчеты следует выполнять по тем вариантам, достоинства и недостатки которых нельзя установить без расчетов.

Оптимальным следует считать вариант с наименьшей величиной затрат с учетом сокращения расходов материальных ресурсов, трудозатрат, электроэнергии и топлива.

Обоснование первоочередности работ по реконструкции рек-водоприемников необходимо проводить в соответствии с требованиями

ТНПА, регламентирующих использование малых рек в качестве водоприемников и водосточников по экологическим и рекреационным условиям, а также законодательных актов, схем комплексного использования водных и земельных ресурсов в бассейнах рек.

## **11.2. Реконструкция открытой проводящей и регулирующей сети**

Для восстановления работоспособности открытой регулирующей и проводящей сети следует предусматривать:

- удаление древесно-кустарниковой (ДКР) и травяной растительности на откосах и бермах,
- очистку от наносов,
- при необходимости – расширение и углубление каналов,
- крепление откосов посевом трав, специальное крепление откосов и дна каналов в местах сосредоточенных потоков поверхностных вод,
- строительство дополнительной регулирующей и оградительной сети.

Перед удалением древесно-кустарниковой и травяной растительности на откосах и бермах предусматривают:

- удаление посторонних предметов (камни, металлолом и пр.);
- сооружения, непреодолимые препятствия, опасные места на трассе и в русле каналов, если они мало заметны, обозначают вешками, чтобы не повредить эти сооружения и не поломать рабочие органы агрегатов. При наличии на берме и откосах древесно-кустарниковой растительности с диаметром стволов более 20 мм необходимо выполнить срезку надземной части растений, корчевку пней и корней, перетряхивание срезанной и выкорчеванной древесно-земляной массы, переработку собранной в кучи древесно-кустарниковой растительности (заготовка дров, измельчение в технологическую щепу и др.), погрузку продуктов переработки и древесных остатков в транспортные средства и вывоз потребителям или в места складирования;
- после удаления древесно-кустарниковой растительности проводят выравнивание куч грунта, оставшихся после перетряхивания древесно-земляной массы, и планировку берм;
- после окашивания берм и откосов каналов производится уборка скошенной травянистой растительности из русла на берму, сгребание ее в валки на берме, погрузка в транспортные средства и транспортировка потребителям или к местам хранения.

Чтобы предупредить заиливание каналов устраивают отстойники в местах поступления в канал (реку) сосредоточенных потоков воды с наносами с прилегающей территории водосбора.

Отстойником называется гидротехническое сооружение, предназначенное для осаждения взвешенных наносов заданных фракций и их удаления. Отстойники строят в тех случаях, когда мутность воды превышает транспортирующую способность потока. Их располагают на головном участке магистрального канала; на участках, удобных по рельефным условиям для промывки отстойников. Отстойники могут быть с периодической и непрерывной промывкой наносов, гидравлическим и механическим удалением их.

По конструкции отстойники бывают однокамерные с последовательным и параллельным присоединением к каналу, двухкамерные и многокамерные.

При промывке однокамерного отстойника канал не работает; в многокамерном одна камера промывается, остальные работают. Чем больше камер одновременно работают, тем меньше нужен промывной расход воды.

Отстойники с периодической промывкой обычно имеют ширину камер около 5...7 м, длину 15...20 м, глубину 4...6 м, уклон дна 0,02...0,005, время промывки камеры 0,5...1 ч и период заиления ее от 1 до 5 дней. Промывные отверстия располагают у дна, ширина их в 1.5...2 раза меньше ширины камеры.

При проектировании расчет отстойника состоит из:

- определения мутности и состава взвешенных наносов при входе и выходе из него;

- расчета размеров отстойника и объема наносов, отлагающихся в отстойнике;

- расчета гидравлической промывки при возможности ее проведения или определения мощности парка механизмов, размещения отвалов грунта и расчета транспортирования пульпы при невозможности гидравлической промывки.

Для предупреждения местных деформаций русел открытой сети при ее реконструкции необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- использовать крепления с дифференцированным выбором типов по высоте откоса для выравнивания размывающих допустимых средних скоростей для дна, откосов и бровок;

- предусматривать строительство подпорных, сопрягающих и регулирующих сооружений для поддержания в руслах скоростей воды в допустимых пределах;

- обеспечивать в открытой проводящей сети одинаковую по всей длине (или несколько возрастающую вниз по течению) транспортирующую способность потока;

– сохранять вдоль прилегающего водосбора у водоприемников существующие или создавать новые лесокустарниковые полосы, защищающие их от водной и ветровой эрозии;

– сопрягать в местах слияния потоков впадающий канал с принимающим под углом  $\alpha$  от  $30^\circ$  до  $60^\circ$ , так как при  $\alpha > 60^\circ$  имеют место большие подпоры, а при  $\alpha = 90^\circ$  они достигают максимального значения и наблюдается наибольшее отложение наносов;

– для участков с поворотами с недопустимыми радиусами закругления параметры русла следует приводить в соответствие с гидравлическим режимом или предусматривать крепление вогнутых берегов. В случаях, когда на таких участках предусмотрено возведение отстойников или экологических ниш, их рекомендуется совмещать с поворотами.

При необходимости дополнительного устройства открытую проводящую сеть при осушении минеральных почв размещают по наиболее низким отметкам поверхности, а при осушении болот – по наиболее низким отметкам минерального дна болота. Расположение проводящей сети в плане и в вертикальной плоскости увязывают с расположением существующих инженерных коммуникаций и сооружений (линий электропередачи, 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 под прямым или близким к прямому углом (от  $75^\circ$  до  $90^\circ$ ). Отступление от этого правила допускается, если такое пересечение невозможно по условиям рельефа, в связи с застроенностью 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  $30^\circ$  до  $60^\circ$ . 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 и глубины впадающей открытой и закрытой регулирующих сетей.

Минимальную глубину собирателей следует принимать, м:

- в минеральных грунтах – 1,0;
- в торфяных грунтах – 1,2 (после сработки торфа).

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

Уклоны дна каналов следует принимать не менее 0,0003 (как исключение, при плоском рельефе – 0,0002) и не более: для песчаных грунтов – 0,0005; для суглинистых грунтов – 0,003; для глинистых грунтов – 0,005. Принятые уклоны должны обеспечивать неразмывающие скорости при пропуске расчетных расходов. При размывающих скоростях необходимо предусматривать крепление русла или сооружения, позволяющие уменьшать уклон канала, – перепады, быстротоки.

Гидравлический расчет каналов выполняется по формулам равномерного движения воды для следующих створов: устье канала; выше и ниже впадения каждого гидравлически рассчитываемого канала; в местах изменения уклона дна (для обоих уклонов); на участках с постоянными уклонами при изменении площади водосбора более чем на 20%. В случае притока воды в проводящие каналы или поступления ее из каналов высшего порядка, что создает подпоры с изменением циркуляции потока или другие явления, влияющие на глубину и расход воды, гидравлический расчет необходимо производить по формулам неравномерного движения воды.

На каналах, где изысканиями отмечены места размыва откоса сосредоточенными поверхностными потоками воды с полей, следует проводить крепление откосов и дна каналов или устройство открытых или закрытых воронок. Подобные мероприятия следует предусматривать и при устройстве искусственных ложбин с расходом более 20 л/с.

На водотоках осушительной системы имеются в наличии гидротехнические сооружения различного назначения: мосты, трубы-перезезды, шлюзы, дамбы обволаживания и др.

При проведении реконструкции сооружений допускается включать следующие виды работ:

*а) на регулирующих и переездных трубчатых сооружениях:*

- 1) очистку от заиливания тела трубы, плит крепления понура и рисбермы;
- 2) ремонт разрушенных участков бетона оголовков;
- 3) замену разрушенных звеньев труб, блоков оголовков, плит креплений, не подлежащих ремонту;
- 4) установку блоков оголовков в вертикальное положение и заделку стыков между ними, а также между звеньями труб;
- 5) ремонт затворов на трубчатых регуляторах, замену уплотнений и неисправных механизмов для маневрирования затворами;
- 6) подготовку и покраску металлоконструкций;

7) замену разрушенных и не подлежащих ремонту плит служебного мостика;

8) установку сигнальных столбиков и ремонт проезжей части;

*б) на шлюзах-регуляторах:*

1) ремонт разрушенных участков бетона на плите днища, стеновых, угловых блоках и блоках открьлков;

2) заделку стыков между блоками;

3) ремонт (замену) покрытия пролетного строения и гидроизоляции;

4) подсыпку обрушенных участков откосов на понуре, рисберме и прилегающих участках русла;

5) устройство гравийно-песчаной подготовки при укладке плит крепления;

6) ремонт затворов и замену уплотнений, а также перильного ограждения;

7) установку (замену неисправных) механизмов для маневрирования затворами;

8) подготовку и покраску всех металлоконструкций;

*в) на мостах:*

1) ремонт свайных опор и насадок;

2) ремонт (замену) пролетного строения, бетонного покрытия проезжей части, устройство гидроизоляции;

3) ремонт поврежденных участков конусов, подъездов;

4) ремонт перильных ограждений, установку сигнальных столбиков;

*г) на ограждающих дамбах:*

1) подсыпку грунта на гребне и откосах до проектных параметров;

2) устройство разъездов, съездов и покрытия проезжей части;

3) крепление откосов посевом трав;

*д) на насосных станциях:*

1) ремонт зданий и гидроизоляции;

2) ремонт водозаборных и водовыпускных сооружений;

3) ремонт (замену) сороудерживающих сооружений;

4) замену не подлежащего ремонту гидромеханического оборудования.

При переустройстве открытой сети на дренаж дрены следует располагать в без уклонном поперечном направлении трассы ликвидируемых открытых каналов. В местах пересечения дрен с ликвидирующими каналами устраивают поглотительные элементы. При продольном расположении дрен в слабопроницаемых почвогрунтах необходимо устраивать закрытые собиратели находящиеся на расстоянии 1,5 – 2,0 м от трассы ликвидируемых каналов с доведением засыпки фильтрующим материалом до подошвы пахотного слоя. Диаметр труб закрытого собирателя не должен быть менее 0,75 м. по возможности следует избегать разрыва элементов существующей сети. При пе-

реувлажнении на всей площади контура на безуклонных и малоуклонных участках применяется встречно-параллельная схема сопряжения вновь устраиваемой и существующих дренажных сетей, а на остальных участках устраиваются новые коллекторы на расстоянии 3 – 5 м от существующего.

Закрытый материальный дренаж при реконструкции открытой сети на торфяно-болотных и торфяно-глеевых почвах рекомендуется в первую очередь на тех объектах, где:

- имеется возможность обеспечить бесподпорную его работу (во время весеннего паводка подпор допустим на 5 – 10 дней, высотой за-топления устья не более 0,5 м);

- подпор со стороны водоприемников во время прохождения лет-них паводков не влияет существенно на осушительное действие дренажных систем;

- уклоны поверхности осушаемого участка не менее 0,0015;

- произошла усадка торфяной залежи в результате осушительного действия сети открытых каналов.

Целесообразен закрытый дренаж при осушении низинных болот с мелкой залежью торфа до 1,0 м, а также болот напорно-грунтового питания, подстилаемых слабоводопроницаемыми грунтами, и минеральных заболоченных и периодически переувлажняемых почв.

При замене открытой осушительной сети на закрытую с сохранением отдельных элементов и сооружений системы можно использовать следующие типовые схемы реконструкции:

1. Первоначальное осушение мелкозалежных торфяников осуществлено сетью открытых каналов. Продолжительность эксплуатации системы – до 30 лет, открытая сеть с расстоянием между каналами 200 м. Подпочва – мелкий пылеватый песок. Система используется в полевом севообороте.

Необходимо провести реконструкцию в связи с уменьшением глубины каналов, осадкой торфа, образованием мелких западин на поверхности почвы, невозможностью обеспечить равномерный водный режим по площади. Предлагаемая схема реконструкции представлена на рис. 11.1.

В этом случае остается существующая открытая сеть и собиратели через 400 – 500 м. Устраивается сеть систематического дренажа в межканальном пространстве.

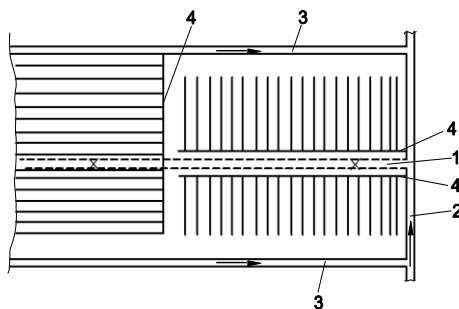


Рис. 11.1. Схема реконструкции открытой осушительной сети на систематический дренаж:

1 – каналы, подлежащие засыпке; 2 – проводящий канал;  
3 – открытые собиратели; 4 – дренажные системы.

2. Первоначальное осушение – открытая сеть каналов с расстоянием между ними 200 м. Мелкозалежный торфяник, подстилаемый пылеватым мелким песком с коэффициентом фильтрации от 1,0 до 3,0 м/сут. Используется в севообороте. Предлагается схема реконструкции, представленная на рис. 11.2, где выборочная закрытая дренажная сеть дополняется в понижениях колодцами-поглотителями.

3. Первоначальное осушение – открытая сеть каналов через 200 м. Мелкозалежный торфяник подстилается супесью или пылеватыми песками с илистыми прослойками при средневзвешенном коэффициенте фильтрации менее 1 м/сут. Предлагается заменить открытую сеть на дренаж с открытыми каналами-собирателями с расстоянием между ними от 350 до 400 м (рис. 11.3).

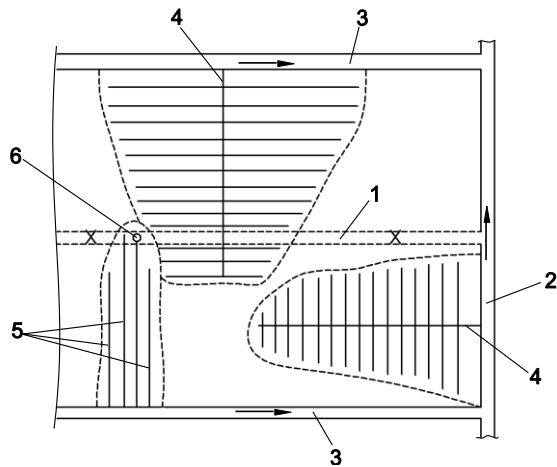


Рис. 11.2. Схема реконструкции открытой осушительной сети на системы выборочного дренажа:

- 1 – каналы, подлежащие засыпке; 2 – проводящий канал;  
 3 – открытые сборители; 4 – дренажные системы; 5 – одиночные дрены;  
 6 – колодец-поглотитель.

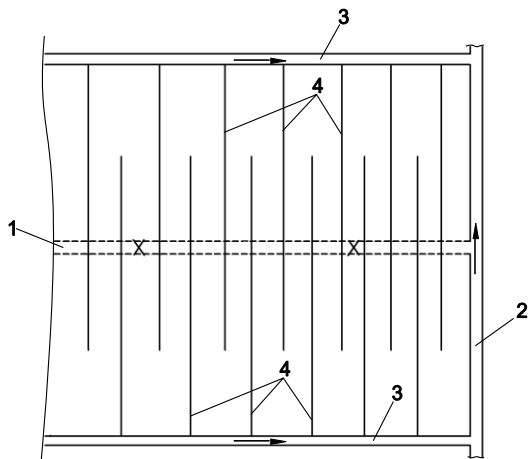


Рис. 11.3. Схема реконструкции открытой осушительной сети на разреженную систему одиночных дрен:

- 1 – каналы, подлежащие засыпке; 2 – проводящий канал;  
 3 – открытые сборители; 4 – одиночные дрены.

В средней части межканального пространства дренаж сгущен путем захождения концов дрен одних систем в междренное пространство других систем на 0,3 – 0,5 их длины. Во всех схемах нужно учитывать осушительное действие открытых каналов.

На участках с глинистыми и супесчаными грунтами, в дренажной засыпке которых при подпоре происходит разжижение комьев грунта с разрушением почвенных агрегатов и образование зоны низкой водопроницаемости, в зоне прогнозируемого подпора от открытого канала на дренах и коллекторе устраиваются фильтрующие колонки. Схема дренажной системы представлена на рис. 11.4.

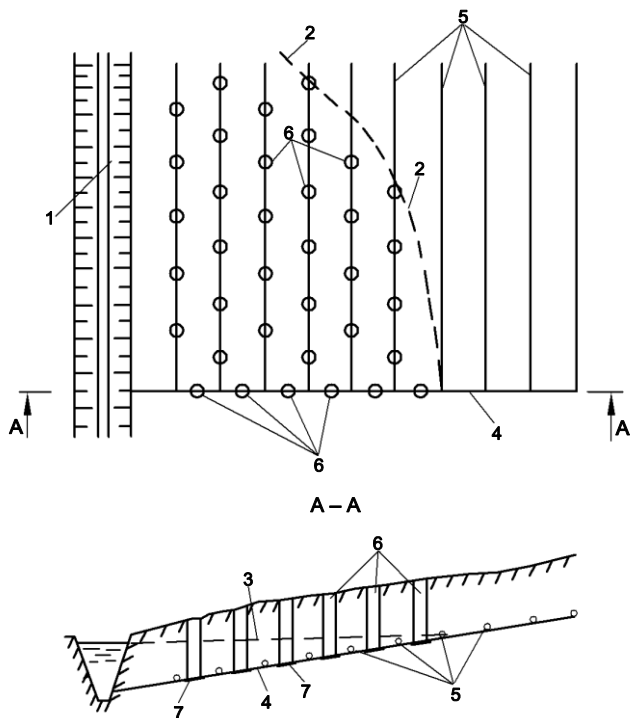


Рис. 11.4. Дренажная система:

- 1 – открытый канал; 2 – граница зоны подпора; 3 – уровень грунтовых вод при подпоре;
- 4 – коллектор; 5 – дрены; 6 – фильтрующие колонки;
- 7 – вставки дренажных труб с повышенной водопримной способностью.

Расстояния между колонками определяется фильтрационным расчетом, исходя из баланса притока воды к дрене и оттока при известных размерах колонок и проницаемости материала, используемого при устройстве колонок.

На лессовых почвах с западным рельефом и глубиной замкнутых понижений более 0,5 м предусматривается систематический или выборочный дренаж, выравнивание поверхности, устройство прудов-копаней для аккумуляции поверхностного стока.

Для повышения надежности осушительных систем выборочный дренаж должен устраиваться не менее чем из двух дрен с устройством фильтрующих окон или колодцев-поглотителей.

На объектах с почвами среднего и тяжелого механического состава и равнинным рельефом предусматривается систематический горизонтальный дренаж, планировку поверхности и глубокое рыхление.

На мелкозалежных торфяниках, подстилаемых песками, осушенных открытыми каналами, следует выполнять в первую очередь организацию поверхностного стока, планировку поверхности, засыпку или раскрытие понижений, устройство воронок, а также устройство выборочного дренажа для осушения понижений, раскрытие которых нецелесообразно.

На осушенных торфяниках с наличием слабопроницаемой прослойки на глубине от 0,3 до 0,5 м с коэффициентом фильтрации  $K_{\phi} \leq 0,5$  м/сут следует проводить рыхление этих прослоек в местах застаивания поверхностных вод.

При реконструкции осушительных систем с обильным грунтово-напорным питанием в дополнение к закрытой осушительной сети необходимо предусматривать в дне или откосах открытых каналов устройство вертикальных самоизливающихся скважин в местах разгрузки напорных вод. При особых условиях (близком расположении дорог, населенных пунктов, высоком качестве изливающихся вод) нужно производить каптаж родников с обеспечением доступа к ним для использования изливающейся воды. Возможно устройство прудов-копаней многоцелевого назначения.

На объектах с грунтово-напорным питанием и на торфяниках, подстилаемых сапропелями, необходимо предусматривать луговое использование осушенных земель.

На землях с холмистым рельефом предусматриваются мероприятия по снижению поверхностного стока со склонов и эрозии почв путем задержания воды в верхней части склона с помощью щелевых дрен, заполненных фильтрующим материалом. При расчетах дренажных систем в понижениях следует учитывать повышенную водную нагрузку на дренаж вследствие притока склоновых вод.

### 11.3. Реконструкция оградительной осушительной сети

Оградительная осушительная сеть предназначена для защиты мелиорируемой территории от затопления и подтопления грунтовыми и поверхностными водами, поступающими с территории внешнего водосбора, и располагают по ее контуру. В зависимости от источников водного питания и расчетных расходов воды оградительную осушительную сеть выполняют в виде открытых ловчих каналов, закрытых ловчих дрен, нагорных каналов.

Ловчие каналы и дрены для перехвата подземных вод необходимо устраивать параллельно гидроизогипсам по линии выклинивания или наиболее высокого стояния грунтовых вод, вблизи подошвы склонов, по возможности в границах грунтов, не подверженных оплыванию. Минимальную глубину ловчих каналов и дрен для перехвата подземных вод следует назначать из условия их вреза под уровень грунтовых вод или в напорный водоносный пласт не менее чем на 0,3 м. Максимальная глубина определяется из условия их влияния на прилегающую к осушаемому массиву территорию расчетом с учетом геотехнических свойств грунтов и гидрогеологических условий.

Нагорные каналы для перехвата поверхностных вод необходимо рассчитывать на пропуск в бровках расходов воды расчетной обеспеченности. Ловчие каналы и дрены для перехвата поверхностных и подземных вод должны рассчитываться на пропуск расходов, определяемых на основании фильтрационных расчетов с учетом гидрогеологических условий осушаемой территории.

При сопряжении оградительной осушительной сети с принимающими каналами необходимо учитывать:

- гидравлически рассчитываемые каналы – «уровень в уровень»;
- гидравлически не рассчитываемые каналы – «дно в дно»;
- гидравлически не рассчитываемые каналы с рассчитываемыми – дно впадающего канала на 0,1 м ниже расчетного среднемеженного уровня в принимающем канале.

Минимальный уклон оградительной осушительной сети должны приниматься 0,0003 – для открытых каналов и 0,003 – для закрытых дрен. На безуклонных территориях допускается принимать уклоны 0,0002 для открытых каналов и 0,002 – для закрытых дрен.

Гидравлический расчет ловчих дрен следует выполнять на пропуск суммарного расхода грунтовых и поверхностных вод, поступающих в дренаж с прилегающего водосбора. При расчетном диаметре ловчей дрены, превышающей 200 мм, необходимо предусматривать несколько параллельных дренажных линий меньшего диаметра, рассчитанных на пропуск суммарного расхода.

**Нагорные каналы** перехватывают поверхностные, делювиальные воды, стекающие с водосбора во время снеготаяния, дождей и верховодки. Их располагают в плане по границе объекта реконструкции и водосбора. Согласно классификации А.Д. Брудастова, можно выделить четыре основных типа нагорных каналов:

1. Непрерывные (рис. 11.5), когда каналы располагаются непрерывно вдоль всего склона и непосредственно впадают в магистральный канал или водоприемник.

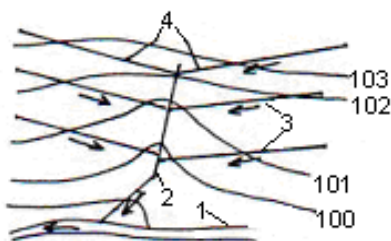


Рис. 11.5. Схема расположения непрерывных нагорных каналов:

1 – водоприемник; 2 – магистральный канал;  
3 – транспортирующие собиратели; 4 – нагорные каналы.

2. Прерывистые (рис. 11.6), служащие как бы продолжением открытых проводящих каналов. Такое расположение нагорных каналов возможно, когда притекающие поверхностные воды не содержат большого количества наносов и не представляют сосредоточенных потоков.

3. Y-образные каналы (рис. 11.7) устраивают в тех случаях, когда прилегающие склоны имеют большую изрезанность отдельными тальвегами.

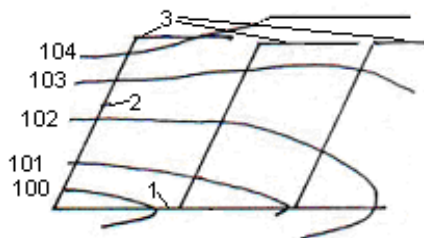


Рис. 11.6. Схема расположения прерывных нагорных каналов:  
1 – магистральный канал; 2 – сбросная часть нагорного канала;  
3 – рабочая часть нагорного канала.

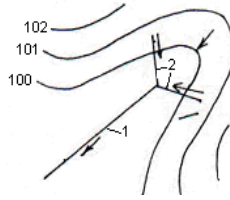


Рис. 11.7. Схема расположения Y-образных нагорных каналов:  
1 – сбросная часть нагорного канала; 3 – рабочая часть нагорного канала.

4. Пограничные (рис. 11.8), перехватывающие воду из примыкающих к осушаемому массиву залесенных водосборов. При осушении болот такие каналы располагают по границе залежи торфа.

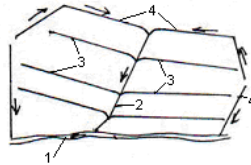


Рис. 11.8. Схема расположения пограничных нагорных каналов:  
1 – водоприемник; 2 – магистральный канал;  
3 – транспортирующие собиратели; 4 – пограничные нагорные каналы.

Трасса нагорных каналов в плане должна иметь плановое очертание, а дно – однообразный уклон. Нагорные каналы выполняют трапециевидного профиля с несимметричным сечением (рис. 11.9): верховой откос делают пологим (в 2...5 раз положе низового) и засевают травами, заложение низового откоса принимают в зависимости от характера грунта. Глубина нагорных каналов должна быть не более 1...1,2 м, причем грунт выемки следует размещать только на низовой стороне. Устройство такого обвалования значительно увеличивает площадь живого сечения канала. Чтобы предупредить заиление каналов наносами, поступающими вместе с водой, целесообразно вдоль верховой стороны их делать посадки кустарников.

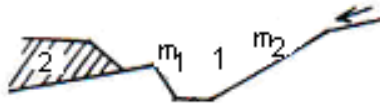


Рис. 11.9. Конструктивная схема поперечного сечения нагорного канала:  
1 – сечение канала; 2 – ковалер.

Если трасса нагорного канала проходит через культурные сельскохозяйственные угодья (пашня, пастбище), то вместо открытых нагорных каналов можно применить закрытый собиратель, который для увеличения водозахватной способности можно совместить с ложбиной. Диаметр труб для такого собирателя подбирают расчетом.

**Ловчие каналы** или дрены предназначены для перехвата и понижения уровня грунтовых и грунтово-напорных вод, притекающих к объекту реконструкции со стороны внешнего водосбора. Обычно их располагают в зоне выклинивания грунтовых вод в виде родников, а при наличии напорных грунтовых вод – вдоль линии наибольших пьезометрических напоров.

Для того чтобы ловчий канал наиболее эффективно перехватывал грунтовые воды и способствовал уменьшению их напора, нижняя часть его сечения должна врезаться в грунты, насыщенные водой. Поэтому, если ловчий канал трассирует по болоту или минеральным землям, то его глубину устанавливают в пределах 1,5–2 м, но с обязательным условием заглубления в подстилающие, хорошо водопроницаемые водоносные грунты не менее чем на 0,5 м.

При глубоком залегании напорного водоносного горизонта устройство открытых ловчих каналов по технико-экономическим соображениям нецелесообразно. В этом случае возможно применение самоизливающихся трубчатых колодцев, установленных через 20 – 40 м, устройство закрытого горизонтального головного дренажа, а в приемлемых гидрогеологических условиях – вертикального дренажа (рис. 11.10).

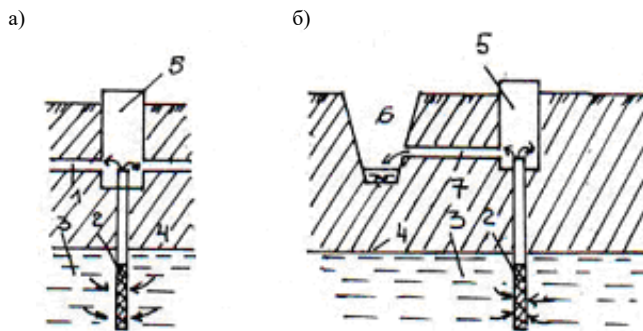


Рис. 11.10. Конструкция ловчих дрен с вертикальными самоизливающимися колодцами:

а) с закрытой ловчей дренажной; б) в сочетании с открытым ловчим каналом;

1 – закрытый коллектор (дрена); 2 – фильтр самоизливающейся скважины (колодца);

3 – водоносный (напорный) пласт; 4 – слабопроницаемый слой; 5 – колодец;

6 – открытый канал; 7 – сбросная труба.

Сопряжение ловчих каналов с проводящими в случае, когда ловчий канал является последним впадающим каналом, может осуществляться дно в дно, то есть дно принимающего канала служит продолжением дна ловчего канала.

Поперечное сечение ловчих каналов глубиной до 2 м во всех грунтах, а в устойчивых и более 2 м обычно имеет трапецеидальную форму. Поскольку ловчие каналы, как правило, необходимо закреплять, то форма их сечения зависит от конструкции крепления. Если ловчий канал имеет глубину более 2...2,5 м и проходит в хорошо разложившихся торфяниках (степень разложения торфа более 50%) или в смешанных, легких, иловатых и разжиженных грунтах, форма его сечения должна быть параболической.

Если прилегающий к ловчему каналу водосбор покрыт кустарником, а поступающие поверхностные воды имеют небольшие расходы и вода не содержит наносов, то нагорный канал совмещают с ловчим каналом. Он перехватывает поверхностные и грунтовые воды и называется нагорно-ловчим.

Теорию расчета осушительного действия ловчего канала, дно которого лежит на наклонном водоупоре, при внешнем питании грунтовых вод предложил Н. Н. Павловский (рис. 11.11).

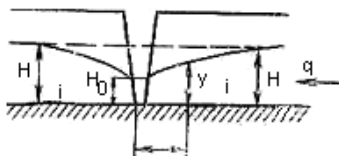


Рис. 11.11. Схема действия ловчего канала при наклонном водоупоре.

Форма кривой депрессии выше канала (по течению потока) определяется уравнением

$$ix = H_0 - y + H \ln \frac{H - H_0}{H - y},$$

ниже канала выражением

$$ix = y - H_0 + H \ln \frac{H + H_0}{H + y}$$

где  $i$  – уклон дна водоупора или  $i_1$  и  $i_2$  если разные уклоны;

$H$  – толщина потока грунтовых вод при равномерном движении ( $H = q / k$  – приток ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ) грунтовых вод на 1 м длины канала с одной из сторон);

$k$  – коэффициент фильтрации, м/сут.

Когда дно ловчего канала не доходит до водоупора, то расчет ведут по способу Гопера и Треффтца (рис. 11.12).

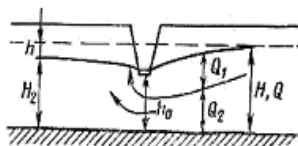


Рис. 11.12. Схема действия ловчего канала, когда дно не доходит до водоупора.

Между расходами  $Q_1$ , поступающим в канал  $Q_2$ , протекающим под каналом, глубиной паточа  $H$  выше канала, соответствующей расходу  $Q = Q_1 + Q_2$  и глубиной  $H_2 = H - h$  ниже канала имеется соотношение

$$\frac{Q}{Q - Q_1} = \frac{H}{H_1 - h}; \quad h = H - H_2; \quad \frac{Q}{Q_2} = \frac{H}{H_2}.$$

Для случая глубокого положения водоупора и установившегося потока имеется формула В.И. Аравина, не учитывающая испарение и осадки:

$$x = q \left( \operatorname{ch} \frac{\pi y}{2q} - 1 \right); \quad y = \frac{2q}{\pi} \operatorname{arch} \left( \frac{x}{q} - 1 \right); \quad q = \frac{Q_1}{k},$$

где  $x, y$  – координаты кривой депрессии;

$\operatorname{ch}$  – гиперболический косинус;

$k$  – коэффициент фильтрации;

$q$  – расход грунтового потока на 1 и его ширины.

Расчет ловчих каналов и головных дрен по способу С.Ф. Аверьянова (рис. 11.13) состоит в том, что по известному исходному положению уровня грунтовых вод или пьезометрическому уровню находят положение их при действии ловчего канала и определяют дальность действия канала.

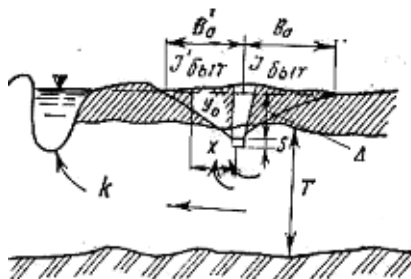


Рис. 11.13. Схема действия ловчего канала по С.Ф. Аверьянову.

Дальность действия ловчего канала определяют выше него ( $B_0$ ) и ниже ( $B'_0$ ).

Для притока грунтовых вод выше канала

$$B_0 = 1,5\sqrt{L\Delta / I_{\text{бгт}}},$$

ниже канала

$$B'_0 = 1,5\sqrt{L\Delta / I'_{\text{бгт}}},$$

или приближенно

$$B'_0 = \frac{1}{2} \frac{\Delta}{I'_{\text{бгт}}},$$

где  $I_{\text{бгт}}$ ,  $I'_{\text{бгт}}$  – уклон грунтовых вод выше и ниже канала;

$L$  – длина канала;

$\Delta$  – расстояние от исходного положения припой депрессии до уровня воды в канале.

Ординаты кривой депрессии выше канала

$$y_0 = \Delta \left( 1 - \frac{x}{B_0} \right)$$

и ниже канала

$$y'_0 = \Delta \left( 1 - \frac{x}{B'_0} \right).$$

Этот способ расчета применим для ловчих каналов и глубоких дренажей в потоке любой мощности и в потоке со свободной поверхностью грунтовых вод при конечном залегании водоупора (при  $T/\Delta > 5$  с ошибкой 10% и для  $T/\Delta > 2$  с ошибкой 25%), где  $T$  – глубина залегания водоупора от неподвижной поверхности грунтовых вод;  $\Delta$  – искусственное понижение.