

Лекция 12. Пolderные системы. Увлажнение осушаемых земель

1. Пolderы

1.1. Виды пойм

1.2. Способы защиты пойм от затопления

2. Осушительно-увлажнительные системы

2.1. Способы увлажнения земель

2.2. Водоборотные системы

1. Пolderные осушительные системы

1.1. Виды пойм

Под поймой понимается часть дна долины реки, затопляемая во время паводков и паводков. Она формируется в результате отложения переносимых потоком воды наносов в ходе плановых деформаций русла реки. Различают поймы двусторонние, односторонние и чередующиеся. В поперечном сечении поймы выделяют следующие части: прирусловую, центральную и притеррасную.

Поймы рек, затапливаемые весенними полыми водами, являются ценными сельскохозяйственными угодьями и служат хорошей базой для обеспечения животноводства травяными кормами. Однако многие поймы рек, особенно на Полесье, не используются в полной мере вследствие длительного затопления и произрастания на пойме малоценных видов трав. При этом значительные площади пойм и других затапливаемых территорий заносятся рыхлопесчаными отложениями, которые существенно снижают плодородие пойменных земель. Поэтому луга на естественной пойме часто требуют коренного улучшения, проведения комплекса мероприятий, включающих осушение отдельных участков поймы и защиту их от затопления.

Мелиорация таких участков должна решить следующие основные задачи: упорядочить режим затопления пойм полыми водами по длительности и равномерности, а также отрегулировать количество и качество наносов, поступающих на пойму с полыми водами. После прохождения паводков на поймах необходимо поддерживать водный режим, требуемый для растений и проведения полевых сельскохозяйственных работ.

В естественных условиях из-за изменчивости гидрологических условий водный режим на поймах подвержен значительным колебаниям во времени и пространстве. В многоводные годы поймы затапливаются на длительное, в маловодные – на непродолжительное, а иногда выхода воды на пойму вообще не наблюдается.

Водный режим в период вегетации в значительной степени обуславливается метеорологическими условиями. Если с весны после паводка пойменные почвы и растения почти всегда обеспечены влагой, то в засушливые периоды (летом) они могут испытывать ее недостаток. Это приводит к снижению продуктивности лугов и

неустойчивости обеспечения скота травяными кормами.

Для обоснования мелиорации поймы необходимо установить причины, обусловившие формирование неудовлетворительного водного режима, определить условия заболачивания, типы водного питания, состояние водоприемника и возможность использования его как водоисточника для увлажнения, а также ряд показателей, характеризующих природные условия мелиорируемой поймы.

1.2. Способы защиты пойм от затопления

Для защиты от затопления водой при разливах рек и озер в период половодья и паводков применяют обвалование – ограждение дамбами (валами), регулирование русла и разгрузку рек (мероприятия на водосборном бассейне, сооружение водохранилищ, переброска части стока в бассейн другой реки и т. д.). В строительные противопаводковые мероприятия включают размещение строений и посевов ценных культур вне затопляемых земель, своевременный прогноз паводков, извещение о них с эвакуацией населения из зоны затопления и страхование посевов.

На практике для регулирования продолжительности затопления пойм и низменностей могут применяться польдерные мелиоративные системы. Польдерная мелиоративная система представляет собой совокупность гидромелиоративных сооружений, предназначенных для регулирования водного режима на периодически или постоянно затапливаемых землях.

Отличительным элементом польдерной системы являются дамбы обвалования. Их необходимо располагать так, чтобы они в минимально возможной степени влияли на водный режим водотока. Для этого на плане намечают несколько вариантов трассировки дамб относительно водоприемника. Для каждого варианта определяют объем работ с учетом требований охраны окружающей среды и проводят технико-экономические расчеты. За окончательный вариант принимают тот, который имеет наименьшие приведенные затраты.

Оградительные дамбы размещают с учетом расположения прирусловых валов и возвышенных участков поймы. Это позволяет уменьшить объемы земляных работ. Расстояние от водоприемника до основания дамбы назначают с учетом требований земледельцев, водопользователей и обеспечения нормального функционирования природных экосистем. Однако во всех случаях это расстояние должно превышать ширину прибрежной водоохранной полосы.

Поперечное сечение оградительных дамб принимается в виде трапеции. Такая форма удобна в эксплуатации и обеспечивает ее достаточную устойчивость. Коэффициент заложения откосов дамб зависит от грунтов и принимается по табл. 12.1.

Таблица 12.1. Коэффициенты заложения откосов для незатапливаемых и затапливаемых дамб обвалования высотой до 3 м

Грунты	Заложение откосов дамб	
	верхового	низового
Глинистые	1,5–2,5	1,5–2,5
Песчаные	2,0–3,0	1,5–3,0

Откосы дамб крепят одерновкой, посевом многолетних трав или другими приемлемыми способами (например, с помощью биоковров).

Ширина гребня дамб обычно принимается не менее 4,5 м и зависит от условий производства работ и эксплуатации польдерной системы. Гребень дамбы профилируют под уклон 0,05 в обе стороны от оси дамбы. Если по дамбе предусматривается дорога, то ширина гребня дамбы принимается в зависимости от класса дороги. Эксплуатационные дороги располагают вдоль основания дамб во избежание увеличения нагрузки на сооружение.

В затапливаемых дамбах летних польдеров во избежание их размыва необходимо предусматривать шлюзы-регуляторы двухстороннего действия и водосливы-прорези. Через шлюз-регулятор сбрасывают самотеком паводковые воды, а при необходимости его используют для самотечной подачи воды из водоприемника на увлажнение осушаемых земель польдера.

Водосливы-прорези служат для заполнения затапливаемого польдера водами весеннего паводка по мере подъема уровня воды. Они позволяют исключить перелив воды через гребень дамбы и размыв ее тела. Отметка порога водослива-прорези должна приниматься равной отметке расчетного уровня летне-осеннего паводка. Минимальную ширину водослива-прорези на летних польдерах рассчитывают по формуле расхода для незатопленного водослива с широким порогом.

Для того чтобы снизить отрицательное воздействие водного потока на дамбы, место для водослива-прорези выбирают там, где дамба имеет минимальную высоту, а земля покрыта мощной дерниной. Тип крепления гребня и откосов водослива-прорези выбирают исходя из величины скорости перетекаемой воды.

По способу удаления воды с осушаемых земель польдерные системы подразделяются на системы с машинным водоотведением и самотечные. Обязательным элементом польдерных систем с машинным водоотведением является насосная станция, с помощью которой собираемые избыточные воды перекачиваются за дамбы обвалования в водоприемник (рис. 12.1). На самотечных польдерных системах водоподъемные устройства отсутствуют.

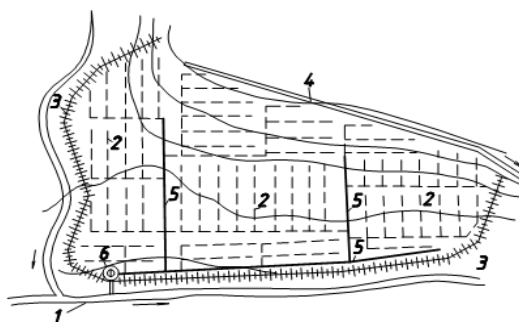


Рис. 12.1. Польдерная осушительная система:
 1 – водоприемник; 2 – регулирующая сеть; 3 – дамба обвалования;
 4 – оградительный канал; 5 – проводящая сеть; 6 – насосная станция

В зависимости от схемы расположения дамб обвалования польдерные системы делят на *незамкнутые* и *замкнутые*. У незамкнутых польдеров дамбы обвалования своими концами сопрягаются с повышенными элементами рельефа, которые служат естественной преградой от затопления. Замкнутые дамбы образуют замкнутый контур.

Польдерные системы в зависимости от конструкторских решений и обусловленного ими гидрогеологического режима, создаваемого на мелиорируемой территории в соответствии со структурой сельскохозяйственного использования обваловываемых земель, подразделяются на три типа: незатапливаемые (зимние), затапливаемые (летние), затапливаемые с регулируемой длительностью затопления (весенние).

Зимние польдеры ограждаются незатапливаемыми дамбами, которые исключают затопление земель на польдере при максимальных паводках с повторяемостью (обеспеченностью), установленной в зависимости от характера использования земель на нем. На летних польдерах дамбы обвалования и, естественно, земли на польдере могут затапливаться весенним половодьем, но не затапливаться летне-осенними паводками. Аналогично проектируют и польдеры с регулируемой длительностью затопления (весенние), но здесь дополнительно предусматривается сокращение срока весеннего затопления почвы. Если на участке проектируют два вида польдеров, например, зимний и летний, такой польдер называют *совмещенным (комбинированным)*.

Таким образом, на летнем польдере затопление поверхности почвы и дальнейшее освобождение ее от поверхностных вод происходит в режиме естественного весеннего половодья. Откачка воды насосной станцией производится только для сброса до нормы осушения избыточных вод, оставшихся в понижениях, каналах и почве.

Летние польдеры проектируют при выполнении следующих условий: максимальные уровни летне-осенних паводков ниже весенних половодий; обвалованные земли используют под культуры, допустимая продолжительность весеннего затопления которых больше фактической; на польдере отсутствуют жилые и производственные постройки; с

целью сохранения весеннего половодья с экологической точки зрения, например, сохранения мест нереста рыб и др.

В свою очередь на весеннем польдере затопление поверхности почвы производится также в естественном режиме половодья, но сброс воды начинается насосной станцией сразу же после выхода из-под воды гребней дамб и водосливов-прорезей по всему периметру ограждения. При этом снижение уровня воды в весеннем польдере предусматривается более интенсивное, чем естественный спад в реке. Это обеспечивает сокращение длительности естественного затопления.

Весенние польдеры рекомендуют проектировать на поймах с длительностью затопления, превышающей допустимое затопление планируемых к возделыванию видов трав. Для рек Белорусского Полесья при использовании засеваемых земель под травы можно применять весенние польдеры, когда продолжительность весеннего затопления 15%-й обеспеченности превышает 45 сут.

При необходимости дополнительного увлажнения в период вегетации сельскохозяйственных культур, выращиваемых на польдере, проектируются осушительно-увлажнительные или осушительно-оросительные системы. В целом конструкция польдерной системы определяется условиями объекта мелиорации, его сельскохозяйственным использованием, требованиями охраны окружающей среды

Отличительным элементом польдерной системы являются дамбы обвалования. Их необходимо располагать так, чтобы они в минимально возможной степени влияли на водный режим водотока. Для этого на плане намечают несколько вариантов трассировки дамб относительно водоприемника. Для каждого варианта определяют объем работ с учетом требований охраны окружающей среды и проводят технико-экономические расчеты. За окончательный вариант принимают тот, который имеет наименьшие приведенные затраты.

Оградительные дамбы размещают с учетом расположения прирусловых валов и возвышенных участков поймы. Это позволяет уменьшить объемы земляных работ. Расстояние от водоприемника до основания дамбы назначают с учетом требований землепользователей, водопользователей и обеспечения нормального функционирования природных экосистем. Однако во всех случаях это расстояние должно превышать ширину прибрежной водоохранной полосы.

Дамбирование части поймы не должно существенно нарушать режим потока воды в реке при прохождении паводков. Трассируют дамбы по возможности в общем направлении движения паводковых вод.

2. Осушительно-увлажнительные системы

2.1. Способы увлажнения земель

Целью мелиорации избыточно увлажненных почв является создание в корнеобитаемом слое почвы оптимального водного режима для сельскохозяйственной культуры. Добиться этого одним осушением очень трудно, поскольку осушаемые земли Беларуси часто нуждаются в дополнительном увлажнении в засушливые периоды вегетации. Подать воду в корнеобитаемый слой почвы можно разными способами.

Под увлажнением обычно понимают подачу дополнительной влаги растениям по почвенным капиллярам от источника влаги, находящегося в почве. Различают следующие способы увлажнения: внутрпочвенное и подпочвенное. Первый способ реализуется с помощью устройства внутри почвы полостей, по которым подается вода непосредственно к корням растений.

В Республике Беларусь большое распространение получило подпочвенное увлажнение. На системах подпочвенного увлажнения вода к растениям подается по капиллярам почвы от уровня грунтовых вод. В Беларуси такие системы построены на площади около 700 тыс. га, или почти на 25 % осушаемой территории. Необходимость и возможность строительства систем двустороннего действия следует устанавливать на основании анализа природных условий зоны строительства, сельскохозяйственного использования площадей, составляющих водного баланса корнеобитаемого и подстилающих почвогрунтов, экономических, социальных и экологических условий.

Самой простой реализацией осушительно-увлажнительной системы является шлюзование одиночных открытых водотоков (проводящих каналов) и через них – регулирующей сети (рис. 12.2). Для повышения эффекта увлажнения выполняют также дополнительные мероприятия, способствующие более интенсивному и равномерному увлажнению корнеобитаемого слоя от уровня грунтовых вод.

Под шлюзованием понимают задержание стока и накопление воды в каналах для передачи ее по порам почвы в межканальное пространство и к корням растений. Различают предупредительное и гарантированное шлюзование.

При *предупредительном шлюзовании* сток воды в водотоках задерживают на фазе спада весеннего паводка, стабилизируя уровень воды на отметках, позволяющих вести весенне-полевые работы. С помощью этого приема создается нужный объем воды, который постепенно используется на увлажнение не только в начале весны, но и, насколько это возможно, в период вегетации растений. При предупредительном шлюзовании используются воды, стекающие с водосбора мелиоративного объекта (так называемый местный сток).

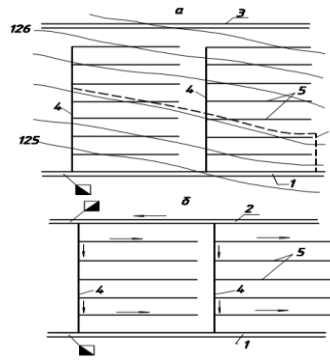


Рис. 12.2. Шлюзование с помощью системы открытых каналов:
a – за счет вод с собственного водосбора; *б* – с подачей воды
с гарантированного водоисточника;

1 – магистральный канал; 2 – водоподводящий канал; 3 – оградительный канал; 4 – открытые коллекторы; 5 – регулирующая сеть; 6 – контур гарантированного увлажнения

Гарантированное увлажнение – это поддержание уровня грунтовых вод на заданных отметках с целью регулирования влагозапасов зоны аэрации в соответствии с требованиями растений. Оно проводится путем аккумуляции стока с собственного водосбора, а также подачи воды из внешних гарантированных водоисточников. При этом виде увлажнения поддерживается требуемая влагообеспеченность почвы в течение всего вегетационного периода независимо от естественного природного хода элементов водного баланса.

По способу подачи воды в почву гарантированное увлажнение подразделяют на непрерывное и цикличное. При возможности *непрерывной подачи воды* стремятся обеспечить расположение уровней грунтовых вод в оптимальном (наиболее безопасном) диапазоне по заранее заданной программе. При *циклической подаче воды* осуществляется периодическое поднятие уровня грунтовых вод до установленных отметок, соответствующих верхнему оптимальному положению в расчетный период. Циклическую подачу воды можно проводить при увлажнении земель, используемых под сенокосы и пастбища на водооборотных осушительно-увлажнительных системах, а также на системах, расположенных вблизи наливных водохранилищ.

Осушительно-увлажнительные системы можно проектировать при уклонах местности до 0,0005, если в качестве увлажнительной сети используется открытая сеть, и до 0,005, когда предусматривается закрытая сеть. Водопроницаемость грунтов при этом должна быть не менее 0,5 м/сут. При возможности непрерывной подачи воды на увлажнение допускается проектирование осушительно-увлажнительных систем на грунтах с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут. Для повышения эффекта при этом проводят агрономелиоративные мероприятия, повышающие водопроницаемость грунтов.

Повысить эффективность увлажнения почв можно путем установки подпорных

устройств на каждом канале (водотоке), если имеется достаточное количество воды для увлажнения. При гарантированном водоисточнике воду для шлюзования можно забирать из вышерасположенного водотока (магистрального или ограждающего канала). Такой способ подачи сократит время на заполнение сети водой и позволит оперативно воздействовать на уровень грунтовых вод.

На закрытой сети в качестве подпорного сооружения применяются смотровые колодцы с установкой в них регулирующих устройств (шандоры, автоматические регуляторы уровней воды, другие приспособления). Если вода в сеть подается из расположенного выше водотока, то в верховье коллектора устанавливают водоприемный колодец (рис. 12.3).

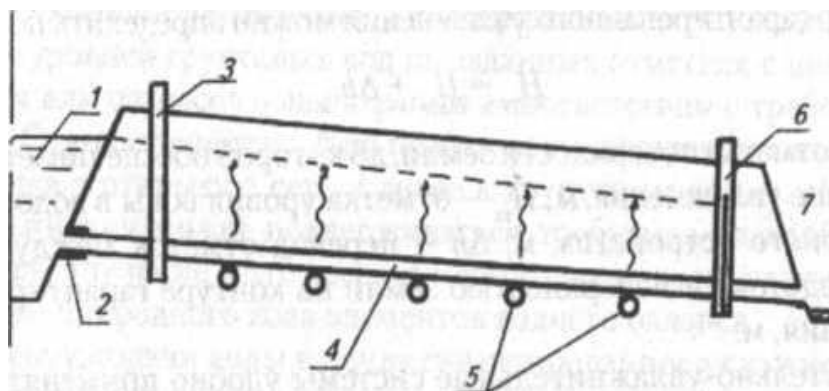


Рис. 12.3. Схема подачи воды на увлажнение:
1 - водоподводящий канал; 2 - входной оголовок; 3 - водоприемный колодец;
4 - увлажнительный коллектор; 5 - дренажи-увлажнители;
6 - смотровой (водоприемный) колодец; 7 - магистральный канал

Во избежание попадания в закрытую сеть мусора и твердых частиц из канала входной оголовок располагают выше дна канала не менее чем на 0,2 м и устанавливают сорозадерживающую решетку. В целях исключения повреждения дренажей-увлажнителей в зимний период увлажнительный коллектор может соединяться с дренажами-увлажнителями сверху в одной плоскости или иметь самостоятельный сброс при консервации системы на зиму.

Осушительно-увлажнительные системы удобно применять на равнинных поймах при польдерном осушении земель или на водооборотных системах. Увлажнение почв с помощью закрытой сети даст больший эффект, чем с открытой сетью. На закрытых системах расстояние между дренажами-увлажнителями меньше, чем между открытыми каналами. Подаваемая вода из водоприемных отверстий труб сразу поступает в почву и более равномерно увлажняет ее.

Если увлажнение земель проводится с помощью дождевания, т. е. путем орошения, то параметры осушительной сети должны согласовываться с параметрами принимаемой дождевальной техники. Подземные коммуникации дождевальных систем прокладывают

после устройства закрытой сети, т. е. после проведения осушения почв.

Для контроля водного режима на осушительно-увлажнительных системах необходимо предусматривать сеть наблюдательных скважин и средств измерения расходов и уровней воды в водотоках, применение средств автоматизации.

2.2. Водооборотные системы

Прогрессивным направлением в развитии гидромелиорации является создание водооборотных систем (рис. 12.4). Эти системы наиболее перспективны в экологическом плане, поскольку позволяют задерживать в пределах объекта мелиорации местный сток (в искусственно созданных водохранилищах или прудах) и расходовать его в периоды засухи. При этом одновременно с накоплением и использованием сбросных вод повторно утилизируются вынесенные из почвы с дренажным стоком химические элементы и биогенные вещества, предотвращается загрязнение природных водных источников удобрениями, пестицидами, гербицидами и др.

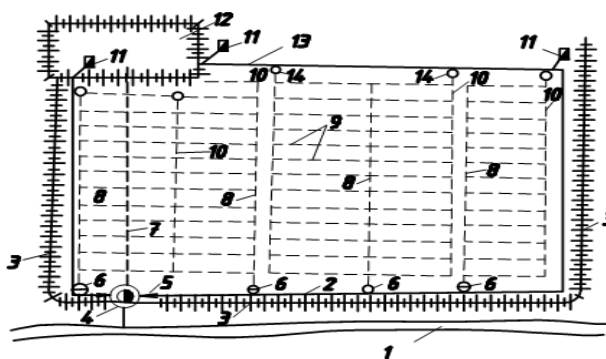


Рис. 12.4. Схема водооборотной мелиоративной системы:
1 – водоприемник; 2 – магистральный канал; 3 – дамбы; 4 – насосная станция;
5 – аккумулирующая емкость; 6 – колодцы-регуляторы; 7 – напорный
трубопровод; 8 – коллекторы; 9 – дрены-увлажнители; 10 – увлажнительные
распределители; 11 – шлюзы (трубы)-регуляторы; 12 – наливной водоем;
13 – подводящий канал; 14 – водоприемные колодцы

Конструктивные изменения в системах, в которых обеспечивается использование дренажных вод на орошение, связаны с необходимостью устройства насосных станций. Накопительные емкости для резервирования местного стока обычно создаются или в полувыемке-полунасыпи (при равнинном рельефе), или на повышенных элементах рельефа (при наличии холмов).

Причем компоновка водооборотной системы достаточно сложна, поскольку необходимо предусмотреть устройство каналов для перехвата вод, фильтрующихся из накопительных емкостей. Общим недостатком этих систем является некоторая расточительность электроэнергии, существенные затраты на строительство прудов и насосных станций.

Экологическое совершенствование гидромелиоративных систем с помощью

водооборота применимо для всех типов мелиоративных систем, кроме осушительных.

Конструкций водооборотных систем предложено достаточно много. Известны польдерные системы водооборотного типа, дренажно-оросительные водооборотные системы с коллекторами и дренами-накопителями, водооборотные системы с грунтовым водохранилищем и др. Большинство данных систем совмещает осушение с орошением. Причем для орошения может использоваться любая дождевальная техника – установки, машины и агрегаты.

При проектировании водооборотных систем основное внимание уделяется согласованию расхода воды, потребляемого для орошения, объема местного стока и накопительных емкостей. Для обеспечения гарантированного регулярного орошения часто возникает необходимость подводить дополнительно воду из водоисточника, поскольку накопленного дренажного стока может быть недостаточно. Расчет водооборотных систем обычно выполняют с помощью графиков наполнения и опорожнения накопителей, с учетом которых определяют капитальные и эксплуатационные затраты.

В целом затраты на охрану природы связаны с разработкой новых элементов мелиоративных систем, которые должны выполнять производственные и природоохранные функции.