

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Б.С. Маслов

**МЕЛИОРАЦИЯ
ТОРФЯНЫХ БОЛОТ**

Учебник

Томск 2006

УДК 631.6 (0.75.3)
ББК 40.6
Масл 314

Печатается по решению редак-
ционно-издательского совета
Томского государственного педа-
гогического университета

Маслов Б.С. Мелиорация торфяных болот: Учебник. – Томск: Издательство
Томского государственного педагогического университета, 2006.– 195с.:
табл. 31, ил. 71.

ISBN

Рассмотрены вопросы технологии и техники осушения торфяных бо-
лот, первичного освоения, окультуривания и сельскохозяйственного ис-
пользования торфяных почв, а также осушения болот для добычи торфа,
осушения заболоченных лесов и парков. Приведены материалы по составу
изысканий, проектированию и строительству осушительных и осушитель-
но-увлажнительных систем на болотах с обеспечением агрономических,
социально-экономических и экологических требований.

Учебное пособие предназначено для студентов по специальностям
торфование, природопользование, почвоведение, земледелие, мелиора-
ция.

Научный редактор: д.ф.-м.н., профессор Московского государственного
университета В.П.Орлов.

Рецензенты: член- корр. Российской академии сельскохозяйственных наук,
доктор сельскохозяйственных наук Л.И. Инишева,
член-корр. Российской академии наук, доктор географиче-
ских наук К.Н. Дьяконов

ББК

40.6

ISBN

© Томский государственный педагогиче-
ский университет, 2006
© Маслов Б.С., 2006

Аннотация

Мелиорация болот является составной частью осушительной мелиорации. В ее задачу входит осушение и освоение торфяных болот для земледелия, для добычи торфа при производстве торфяной продукции как для сельского хозяйства, так и для промышленности. В учебнике приводится большой раздел по обоснованию осушения таких экосистем. Помимо описательной части приводятся в небольшом объеме инженерные расчеты. Мелиорация должна быть комплексной с облагораживанием всего ландшафта в целом. Этим вопросам также в учебнике уделено должное внимание.

Особое место отводится проблеме охраны природы при мелиорации болот. В том объеме, как эти вопросы рассматриваются в учебнике, этот материал приводится впервые и представляет особый интерес в век экологических проблем на Земном шаре. В учебнике уделяется внимание не только охране осушаемой и прилегающей территории, но также охране здоровья человека и социальным мероприятиям.

Учебник содержит большое количество примеров и богатый иллюстративный материал, который существенно облегчает понимание как принципов проектирования мелиоративных систем, так достаточно сложных вопросов их эксплуатации.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Слово мелиорация в переводе с латыни означает улучшение, с помощью мелиорации проводят улучшение земель и вод. Мелиорация является составной частью программы развития сельского и лесного хозяйства, на ее базе вовлекаются в продуктивный хозяйственный оборот новые земли, включая торфяные болота, которые ныне относят к водным ресурсам. Мелиорация включает в себя наряду с осушением и орошением земель также их обводнение, борьбу с эрозией почвы, химическую, тепловую и другие виды мелиорации. Мелиорация болот в сочетании с рациональной агротехникой позволяет повысить плодородие почвы и производство продукции растениеводства, оздоровить местность и улучшить окружающую среду.

Мелиорация болот имеет многовековую историю, в России она начала применяться с XVIII столетия. Мелиоративные системы и технологии постоянно совершенствуются вместе с успехами науки и техники. Только в последние десятилетия для осушения болот получили развитие закрытый горизонтальный дренаж из керамических и пластмассовых труб, а также вертикальный дренаж; разработаны и широко применяются системы поперечного осушения, включающие дамбы для защиты осушаемых болот от затоплений, и насосные станции; осушительно-увлажнительные системы, позволяющие наряду с отводом воды в периоды ее избытка в почве проводить орошение в засушливые периоды вегетации растений; новые конструкции водорегулирующих гидротехнических сооружений из железобетона и пластмасс.

Созданы наукоемкие технологии по строительству каналов и дрен, расчистке болот и подготовке торфяной почвы к использованию в сельском и лесном хозяйстве, включающие уборку деревьев и кустарников, очистку торфяной почвы от погребенной древесины, планировку и выравнивание поверхности почвы. Разработаны рациональные приемы удобрения почвы и выращивания сельскохозяйственных и лесных культур в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия. Работа по мелиорации болот ныне включает экологические мероприятия, направленные на охрану земель, вод, воздушного бассейна, недр, флоры и фауны, а также улучшение социальных и экономических условий на мелиорируемых и прилегающих к ним территориях.

Качество и надежность мелиорации болот зависит от специалистов, от их знаний и умения использовать на практике многовековой опыт мелиорации в сочетании с современными достижениями научно-технического прогресса. По вопросам мелиорации имеется обширная литература, включая учебники и учебные пособия для высших и средних учебных заведений, в которых с разной полнотой освещены вопросы мелиорации торфяных болот. Специального учебника и учебного пособия по мелиорации

торфяных болот ранее не издавалось. Предлагаемый учебник в определенной мере восполняет этот пробел.

Принципиальный подход, положенный в основу учебника, включает последовательный переход от естественного водного режима болот к оптимальному для выращиваемых сельскохозяйственных и лесных культур, обеспечивающему высокое плодородие и продуктивность торфяных почв. Для достижения оптимального, благоприятного водного режима необходима мелиорация, включающая всю систему инженерных и сельскохозяйственных мероприятий. Степень соответствия нарушенного мелиорацией водного режима оптимальному определяет эффективность мелиорации, при условии недопущения или минимизации негативных воздействий на экологию. Экологические, природоохранные вопросы занимают важное место в учебнике, в этом его принципиальное отличие от имеющихся по этой тематике работ.

При написании учебника автор ставил перед собой цель ознакомить учащихся в доступной форме с теоретическими вопросами и практикой мелиорации, начиная с изысканий и исследований объекта мелиорации, необходимых для составления проекта. Приведены основные требования к почвенно-мелиоративным, топографо-геодезическим, гидрологическим, гидрогеологическим, экологическим и другим изысканиям, без которых проектирование и строительство мелиоративных систем не допускается. С достаточной полнотой в книге освещены все вопросы мелиорации болот. В зависимости от конкретной учебной программы часть из них (наиболее сложных в инженерном отношении) могут быть опущены.

Автор старался сохранить инженерный вид специальности мелиоратора, снабдив текст необходимыми рисунками и формулами. Все они укладываются в рамки знаний, даваемых современными школами и гимназиями. Для лучшего усвоения материалов учебника к каждой главе приложен список основных вопросов, а каждая его часть дополнена библиографией, в заключении предложены рекомендуемые темы курсовых и дипломных работ, а также глоссарий, включающий основные понятия, использованные в книге.

В соответствии с учебной программой учащийся должен не только иметь представление о том, что в основу мелиорации входят проекты, на подготовку которых затрачивается огромный труд специалистов разного профиля, но и обладать необходимыми знаниями по перспективам мелиорации торфяных болот, мелиоративному фонду и его использованию, истории мелиорации, закономерностям формирования естественного и нарушенного (мелиорацией) водного режима болот, нормам осушения и дополнительного увлажнения культур на осушаемых землях, способам осушения и освоения болот, рациональным конструкциям регулирующей и проводящей сети, сооружений и природоохранных мероприятий, рациональному использованию водных и земельных ресурсов, связи мелиорации

со смежными научными и учебными дисциплинами: почвоведением, геологией, гидрологией, ландшафтоведением и другими.

Учебник должен помочь учащемуся и специалисту познать инженерные и земельные вопросы проектирования, строительства и эксплуатации мелиоративных систем на торфяных болотах и получить навыки по экологической экспертизе проектов мелиорации.

Актуальность учебника состоит помимо расширения кругозора учащихся ещё и в том, что он помогает ориентироваться в сложных современных проблемах природопользования и природообустройства, имеет важное практическое значение, так как позволяет активно использовать полученные знания по мелиорации в проектных, строительных и научных организациях мелиоративного профиля, имеющих во всех регионах России и в других странах.

Автор выражает глубокую признательность рецензентам – члену-корреспонденту Российской академии наук, доктору географических наук, профессору К.Н. Дьяконову и члену-корреспонденту Российской академии сельскохозяйственных наук, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Л.И. Инишевой за ценные советы и пожелания, высказанные при подготовке книги и положительные оценки, отмеченные в их рецензиях.

Издательство и автор обращаются к учащимся и всем читателям с просьбой присылать свои замечания и пожелания по адресу: 634050, Томск, ул. Герцена, 49, ТГПУ или по электронной почте labor@yandex.ru.

«Осушение отвращает все сии (зловонные и вредные для здоровья) несчастья: климат совершенно переменяется: воздух делается благорастворенным, животные и люди, питаясь сим чистым, животворным воздухом, делаются здоровее, статнее, веселее и, что в особенности достопримечательно, человек бывает нравственнее».

А.И. Стойкович

Часть I

ВВОДНАЯ

Глава 1. Введение в мелиорацию торфяных болот

Глава 2. Природные условия осушаемых болот

Глава 3. Режим осушения торфяной почвы

ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ В МЕЛИОРАЦИЮ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ

1.1. Направления использования торфа в сельском хозяйстве

Мелиорация болот является составной частью осушительной мелиорации. В ее задачу входит осушение и освоение для земледелия торфяных болот, заболоченных и избыточно увлажненных минеральных земель.

Вовлечение болот в сельскохозяйственное пользование позволяет расширить площадь земельного фонда, что особенно важно для районов с дефицитом земель, пригодных для развития земледелия (Дальний Восток, многие районы Западной и Восточной Сибири, Нечерноземной зоны).

Осушительная мелиорация болот при рациональной агротехнике позволяет получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур, в десятки раз повышает продуктивность в сравнении с естественным уровнем. Она повышает устойчивость земледелия и производства кормов для животноводства, устраняя неблагоприятное влияние на сельское хозяйство погодных условий, способствует оздоровлению и улучшению санитарно-гигиенических условий местности, росту уровня жизни сельского населения.

Для создания плодородной торфяной почвы и обеспечения экологической безопасности осушение торфяных болот проводится в сочетании с культуртехнической мелиорацией, первичным освоением и окультуриванием. Обязательным условием эффективной мелиорации является рациональное сельскохозяйственное использование осушаемых земель, включающее применение удобрений, своевременное проведение агротехнических мероприятий, высокую культуру земледелия.

В Российской Федерации болотами занято 154 млн. гектаров, или 9% территории. По другим данным площадь их составляет 369 млн. га, из них 139 млн. га со слоем торфа более 30 см. Площадь болот с каждым годом увеличивается, в последнее десятилетие со скоростью более 1 млн. га в год, то есть болота продолжают наступать на леса, луга и пашни. На землях сельскохозяйственного назначения насчитывается 25,9 млн. га болот.

Болота используются после проведения осушительных работ под сельскохозяйственные угодья (луга, пастбища, пашни, сады), лес и добычу торфа в производственных целях, например, в качестве местных видов энергетического сырья. Значительные площади занимают охраняемые болота геологического, биологического и научного назначений. Особую категорию составляют болота с выработанным частично или полностью торфом, которые после работ по обустройству вовлекаются в сельское и лесное хозяйство или остаются в виде водоемов (озер, прудов) и болот с использованием в охотничьем хозяйстве.

Осушение торфяных болот для сельскохозяйственного использования имеет многовековую историю. Техника и технология мелиорации болот постоянно совершенствуются по мере развития научно-технического прогресса. Подготовка кадров по мелиорации в России насчитывает около 150 лет. Мелиоративная наука, как направление сельскохозяйственной науки, представленная многими научно-исследовательскими институтами и опытно-мелиоративными станциями, ведет отсчет с 1908–1912 годов.

При теоретическом обосновании и разработке наукоемких технологий в мелиорации используются достижения фундаментальных наук – физики, химии, математики, биологии, геологии, гидромеханики, географии. С осушительной мелиорацией связаны имена выдающихся ученых В.В. Докучаева, А.И. Воейкова, Д.И. Менделеева, А.Н. Костякова, С.Ф. Аверьянова, А.Д. Дубаха, А.Д. Брудастова, А.И. Ивицкого и многих других.

Основными принципами современной технологии мелиорации сельскохозяйственных земель являются: ландшафтность, комплексность, экологичность, экономическая целесообразность и ресурсосбережение.

При применении торфа в сельском хозяйстве выделяются пять основных направлений:

- 1) выращивание сельскохозяйственных культур непосредственно на торфяной почве бывшего болота после его осушения и освоения;
- 2) приготовление на основе торфа компостов и других удобрений (вывоз чистого торфа, за редким исключением, нецелесообразен);
- 3) использование торфа для подстилки в животноводстве с последующей эффективной утилизацией ее на удобрения;
- 4) приготовление «тепличной» земли для парников и теплиц;
- 5) добыча торфа в качестве бытового топлива.

Основным направлением использования торфа является, несомненно, первое. Использование болот позволяет расширить сельскохозяйственный фонд страны и отдельных регионов (Дальний Восток, Западная Сибирь и др.), где мало пригодных для земледелия почв.

За всю историю России было осушено для сельского хозяйства около 4 млн. га торфяных болот, что составляет около 8% от потенциально пригодных для земледелия низинных болот. Земледелие на низинных болотах обеспечивает получение высоких урожаев овощей, корнеплодов, картофеля, многолетних трав.

Наиболее рационально использование торфяных почв под сенокосы и пастбища. Биологические особенности трав удачно сочетаются, как показывают многочисленные научные исследования, с природой торфяников. Болота как бы самой природой созданы для лугов и пастбищ. Для них требуется меньшая интенсивность осушения по сравнению с другими культурами, в результате уменьшается сработка и разрушение органического вещества торфа, травы предохраняют торфяные почвы от дефляции и эрозии. Корневые и пожнивные остатки трав восполняют потери торфа. Сове-

менными нормативами в России предусматривается использование мелкозалежных торфов (слой менее 1...1,3 м) только под травами, а на мощных торфяниках доля трав в севообороте должна быть не менее 50 процентов.

Под земледелие в сельском хозяйстве используются низинные болота, торф которых содержит больше питательных веществ (азот, фосфор, калий и др.) по сравнению с переходными и верховыми болотами. Тип болота и всей торфяной залежи зависит от условий его образования, от геоморфологии, геолого-гидрогеологических условий и типа водного питания. Низинные болота, расположенные в глубоких понижениях на равнинах, на склонах речных долин и у подножий холмов, помимо атмосферных осадков подпитываются водой, стекающей со склонов, и грунтовыми водами. Водный режим их отличается постоянством, торф на них содержит зольные и органические вещества, приносимые со склонов и с грунтовыми водами. Значительные площади низинных болот расположены в поймах рек и озер, их водный режим формируется под влиянием разливов рек, атмосферных осадков, притока поверхностных, грунтовых и нередко напорных вод из подземных водоносных горизонтов. Торф их отличается высокой зольностью. Низинные болота, занимающие понижения рельефа на склонах, «омываются» транзитным потоком грунтовых вод, частично разгружающимся в приболотном поясе, где грунтовые воды получают местный напор при встрече со слабопроницаемым торфом.

Вопросы мелиорации, освоения и рационального использования торфяных почв в земледелии в научно-техническом плане достаточно разработаны и проверены на многих болотах России. В настоящее время в стране ещё сохраняется необходимая научная и проектная база по осушению и использованию торфяных почв.

1.2. Историческая справка о мелиорации болот

В мире осушено и продуктивно используется в сельскохозяйственных целях 180...210 млн. га болот и заболоченных земель, в том числе около 60 млн. га в США. В США только на крупных массивах осушение проведено на площади более 40 млн. га и сверх того фермерами на небольших участках – более 20 млн. га. Все осушаемые земли используются продуктивно. В Англии, Германии, Бельгии, Нидерландах, Дании, Швеции и других странах осушено 70 – 90% от всей площади используемых земель.

Любопытный пример в отношении осушения болот представляет Англия. Вопрос осушения отдельных болотных массивов был отражен уже в Королевской хартии в 1252 году при Генрихе III, первый закон об осушении болот по всей стране был принят в 1531 году при Генрихе VIII. В Англии осушены и давно продуктивно используются все 10,9 млн. га переувлажненных земель. Реконструкция мелиоративных систем ведется непрерывно. В опыте Англии особенно интересны три момента:

1. Еще в 1846 г. был принят парламентский акт о признании дренированности (осушенности) земель национальным достоянием;

2. В годы второй мировой войны, в целях самообеспечения страны продовольствием, был выполнен огромный объем работ по осушению с дотацией на расходы до 70...100% от государства и местных органов власти;

3. Осушение земель признано и высоко ценится общественностью как чрезвычайно необходимая деятельность. Благодаря осушению и культуре земледелия в этой стране уже тридцать лет урожаи пшеницы превышают 70 ц/га, картофеля – 350 ц/га, сахарной свеклы – 380 ц/га, выращиваются фрукты, разнообразные овощи.

Законы об осушении, реконструкции и модернизации осушительных систем в этой стране были приняты в 1930, 1939, 1948, 1963, 1976 годах и в последующие годы в составе законов о водных ресурсах.

В России, в связи с ее просторами и избытком плодородных земель, осушительную мелиорацию долгие годы не применяли. Первые работы по осушению болот были проведены во времена Петра I при строительстве Санкт-Петербурга, который, по словам А.С. Пушкина, «из тьмы лесов, из топи блат вознесся пышно, горделиво». Проводились осушительные работы в пригородах и в помещичьих имениях.

В знаменитых «Экономических правилах» еще в 1771 г. один из первых мелиораторов России Ф.В. Удолов рекомендовал использовать болота под сенокосы. Он писал (с сохранением старой орфографии):

«...По косограм в лощинах и между буераками при малых проточинах по положению мест... держится всегдашняя мокрота и сырость и составляет непроходимую топь. Хотя и называют такие покосы влажными, но они того звания не стоят: приличнее их называть болотом... Необходимо... по всему месту, где мокрота есть, по склонению вырыть небольшие каналы, один от другого сажени на четыре, к которому из тех ключ трафится ближе, в том и стремление будет большее, и сделает себе свободный путь. Часть каналов со временем можно заровнять...»

Все мокрые топкие и мохом покрытые земли безраздельно называются болотами, а в самой вещи они разного свойства. Из многих болот «пашню и покос неотменно сделать надобно: порядок и труды, как с ними поступить, уже известны: в том только надлежит иметь хороший разбор, чтоб не касаться до таких болот, которые сами собой приносят пользу. И те также бывают наполненные мохом, великими трясинами с лесною порослью, занимают не малую обширность и производят течения рек, затем в другое употребление их определить не можно, и к ним никакие труды не надобны...»

«...Другие болота, топкие с редкой болотной травой и тростником, с торфом на сажень и больше, из них источников не бывает, а вырытые каналы быстро заплывают». Надо брать «болотную землю и класть на песчаные поля против навозу втрое», будет хороший хлеб родиться.

«Болота, наполненные гнилым мохом до 5 аршин и больше (по краям их всегда непроходимая топь), надо использовать на топливо».

Как видно из текста, рекомендации по хозяйственному использованию болот еще 230 лет назад мало отличались от современных.

По проекту и под руководством Г.И. Энгельмана, работавшего Управителем деревень, принадлежавших великому князю Константину Павловичу, уже в 1802 году было осушено крупное болото площадью более 1000 га под Петербургом на Стрельнинской мызе, в четырех верстах от Стрельнинского дворца, ставшего после реставрации в последние годы одной из резиденций президента РФ. Огромное болото после осушения эффективно использовалось под луга и выгоны. Уменьшились вредоносные туманы, улучшился климат у дворца, быстрее начал расти лес, и местность стала привлекательнее.

В 1818 г. по повелению императора Александра I были начаты первые государственные работы по осушению болот в окрестностях Санкт-Петербурга и Царского Села с целью оздоровления местности и пригодности её для заселения и земледелия. Уже к 1822 г. было осушено 247 га болот под огороды, к 1833 г. – 2,2 тыс. га болот, на которых выращивали картофель, репу, зерновые культуры и многолетние травы.

Появились первые книги по осушению болот: А.А. Самборского, Г.И. Энгельмана, В.А. Левшина, А.И. Стойковича. В 1854 г. принято Высочайшее повеление, подписанное императором Николаем I «О мерах по распространению осушения и орошения», которым предписывалось учредить опытные системы осушения, усилить его преподавание, издать закон, способствующий осушению. Осушение проводили открытыми каналами, закрытыми собирателями из фашин и жердей. В 1853–1854 годах были построены первые системы закрытого дренажа из гончарных труб в Новгородской губернии профессором Н.И. Железновым, на ферме Горы-Горецкого сельскохозяйственного института в Могилевской губернии профессором А.Н. Козловским, а также под Вологдой, под Петербургом и в Курляндии. Появились первые руководства по осушению и возделыванию болот П.Н. Введенского и А.И. Фалевича.

В 1873–1901 гг. большую работу проделали Западная (начальник И.И. Жилинский) и Северная (И.К. Августинович) экспедиции по осушению болот в центральных, западных и северо-западных губерниях. Почитаемый многими словарь Брокгауза и Ефрона (1897 г.) сообщал об этих работах: «На месте болот появились прекрасные сенокосные луга, которые дали возможность развиваться местному скотоводству. От осушенных, прежде бездоходных болот, казна теперь получает значительные выгоды сдачей земель в аренду местному населению...» Доходы от земли возросли более чем в 38 раз.

Крупные осушительные работы в лесах были начаты в 1844 г. у Петербурга на Лисинской даче под руководством И.Г. Войнюкова. Моховое болото с невысокой корявой сосной за 150 лет стало спелым сосновым лесом I–II классов бонитета со вторым и третьим ярусами ели с запасами древесины 300...600 куб.м на гектаре. Столь же прекрасные результаты

получены и на многих других болотах после их мелиорации и окультуривания под сенокосы.

В 1895–1916 гг. выполнен огромный объем работ по осушению болот и обводнению в Западной Сибири в связи со строительством Транссибирской магистрали, которыми руководил И.И. Жилинский. Осушительные работы дали земли для строительства населенных пунктов и развития сельского хозяйства. Результаты работ были превосходные, достаточно отметить, что «сибирское русское масло заполнило рынки Европы». До 1917 г. в России насчитывалось 3 млн. га осушаемых земель.

В советское время значительные объемы работ по осушению были выполнены мелиоративными товариществами (кооперативами) в конце двадцатых годов прошлого столетия, в предвоенные и послевоенные годы по государственным постановлениям («подмосковная целина») и особенно после известного постановления 1966 г. о широкой мелиорации земель. Всего к 1990 году в СССР было осушено 17,3 млн.га, из них в границах современной России – 5,1 млн. га. В последние годы из-за отсутствия средств на ремонт и реконструкцию осушительных систем, площадь осушаемых земель неуклонно уменьшается.

По данным мелиоративного кадастра, на 1 января 2005 года в России насчитывалось 4,8 млн. га осушенных земель, из них не использовались в земледелии 0,55 млн. га и 1,4 млн. га находились в неудовлетворительном мелиоративном состоянии (29%). Продуктивность мелиорированных земель с каждым годом понижается из-за старения осушительных систем, недостаточного внимания к проведению их ремонтов, реконструкции и внесению удобрений и из-за бесхозяйственности. Ценные мелиорированные земли, на которые были затрачены огромные капиталовложения, уходят в небытие.

По развитию мелиорации Россия с учетом наличия колоссальных площадей переувлажненных земель находится еще в начале пути.

1.3. Потребности в осушении. Мелиоративный фонд

Земли с избыточным для сельскохозяйственного производства естественным увлажнением широко распространены в гумидной зоне, где количество выпадающих осадков постоянно или периодически превышает суммарное испарение. Земли избыточного увлажнения, включая болота, встречаются отдельными массивами в лесостепной и степной зонах, главным образом, в поймах рек и около водохранилищ.

Мелиоративный фонд включает почвы длительного и постоянного избыточного увлажнения (преимущественно низинные болота), длительного избыточного увлажнения (глеевые), кратковременного избыточного увлажнения (глееватые), переувлажненные пойменные и полугидроморфные почвы плоских понижений, подов, лиманов, незасоленные осолоделые

и засоленные солонцеватые. Частью мелиоративного фонда являются земли, подтопленные водохранилищами, и участки мелководного (глубиной до 1...2 м) затопления. В мелиоративный фонд входят также нуждающиеся в рекультивации выработанные торфяники и ранее мелиорированные залежи.

Мелиоративный фонд сосредоточен преимущественно в нечерноземной зоне (особенно в районах Северо-Запада и Центра России), в Западной Сибири, на Дальнем Востоке.

Мелиоративный фонд – категория историческая. По мере повышения интенсификации земледелия требования к управлению водным режимом территорий на основе осушения возрастают, поэтому мелиоративный фонд увеличивается. С ростом конъюнктуры на сельскохозяйственную продукцию, как показывает опыт многих стран (США, Англия и др.), в земледелие вовлекаются новые земли, которые ранее считались непригодными. Поэтому следует различать потенциальный мелиоративный фонд (в России около 75 млн. га) и современный мелиоративный фонд, в который входят земли пригодные для сельского хозяйства при современном уровне развития производительных сил (около 40 млн. га).

Понятие мелиоративный фонд имеет и иное, прямо противоположное значение, – площадь уже мелиорированных земель. Периодически проводится *инвентаризация* осушительных систем, при которой устанавливаются площади и состояние ранее мелиорированных земель. За всю историю в России осушено 5 млн. га, из них около 3 млн. га болот.

1.4. Проектирование осушительных мелиораций

Требования к проектам. Строительство мелиоративных систем осуществляют по проектам, разрабатываемым специализированными проектно-изыскательскими организациями. Проектом предусматривается техническое решение по мелиорации и освоению земель с оценкой экономических и экологических показателей. Проектно-сметная документация на строительство утверждается и является основой для финансирования строительных работ.

Проектирование гидромелиоративных систем для сельского хозяйства проводится в соответствии с требованиями Госстроя России. Помимо технико-экономических и технологических нормативов в число обязательных включаются также требования обеспечения безопасности жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды и надежности возводимых сооружений (построенных мелиоративных систем). В задачу проектирования мелиорации входит рациональное обустройство природного ландшафта в пределах объекта мелиорации и на прилегающей территории в зоне его влияния.

Осушение и сельскохозяйственное использование торфяной почвы должно гарантировать в необходимых, обоснованных расчетом пределах,

охрану природы (земля, воды, недра, воздушный бассейн, флора, фауна, ландшафт) на прилегающей к освоенным болотам территории и в пределах всего водосборного бассейна реки (озера).

В необходимых случаях должна выполняться трансформация угодий с обязательным сохранением ценных природных объектов, памятников природы и истории, мест рекреации и выделением заповедных зон и заказников.

Предпроектная подготовка. Согласно действующим нормам проектная подготовка строительства в инвестиционном процессе должна состоять из трех основных этапов:

- 1) разработка и представление Ходатайства о намерениях;
- 2) разработка обоснования инвестиций в строительстве;
- 3) разработка, согласование, экспертиза и утверждение проектной документации.

Обоснования инвестиций разрабатываются для всех видов осушительных и осушительно-увлажнительных систем при осуществлении строительства полностью или частично за счет средств федерального бюджета. По отдельным несложным объектам при финансировании строительства из средств местного бюджета и частных инвесторов обоснования инвестиций могут не разрабатываться. В этом случае необходимые согласования в полном объеме должны быть оформлены в Ходатайстве о намерениях.

Обоснование инвестиций дается в разделе «Оценка воздействия на окружающую среду» (ОВОС), целью которого является определение возможных нежелательных экологических и санитарно-эпидемиологических последствий реализации проекта, оценка инвестиционных затрат на обеспечение экологической безопасности мелиорируемой и прилегающей к ней территории. Оценка ведется на бассейновой основе, то есть в пределах агроландшафта бассейна реки (озера) назначается оптимальное соотношение между площадями, занятыми лесом, пашней, лугом, мелиорируемыми угодьями, водными объектами, заповедниками и т.д. Детальный анализ влияния намечаемого объекта мелиорации на экологическую обстановку в бассейне может не проводиться, если имеются бассейны-аналоги, на основе которых такой анализ может быть выполнен.

Ходатайство (декларация) о намерениях должно составляться по всем объектам мелиорации вне зависимости от их площади. Этап связан с выбором места размещения объекта и определением его границ, при этом должна быть выполнена его оценочная природно-экологическая характеристика. Исходными данными для этой оценки являются опубликованные и фондовые материалы по охране окружающей среды, фондовые материалы почвенных, геологических и гидрогеологических изысканий, рекогносцировочное обследование. При небольшой площади объекта, когда, как правило, недостает исходных данных, выполняется рекогносцировочное

обследование объекта, а также используются материалы объектов-аналогов, функционирующих в сходных природных условиях.

При проектировании мелиоративных систем одной из основных задач является реализация в них достижений науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта с тем, чтобы построенные системы были технически совершенными и обеспечивали:

- высокую продуктивность каждого мелиорированного гектара;
- экономное использование воды, сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов;
- высокую производительность труда в процессе эксплуатации мелиорированных земель
- охрану окружающей среды.

Проекты должны обеспечивать высокую эффективность капитальных вложений за счет применения индустриальных методов строительства, высокопроизводительного оборудования, механизации и автоматизации строительства и эксплуатации систем. Для ускорения и удешевления проектирования широко применяют типовые проекты с разработанной и проверенной технологией производства. Проект составляют на основании задания на проектирование, выданного проектной организации заказчиком (землевладельцем, землепользователем).

Порядок проектирования. Проектирование мелиоративных систем осуществляется на основе утвержденных территориальных или бассейновых (по бассейнам крупных рек) схем развития мелиорации и водного хозяйства.

Проектирование мелиоративных систем и сооружений осуществляется в одну или две стадии. В одну стадию составляют рабочий проект со сводным сметным расчетом стоимости. Одностадийное проектирование применяют для технически несложных объектов или для систем, строящихся по типовым или повторно применяемым проектам.

В две стадии обычно разрабатывают проект со сводным сметным расчетом стоимости и рабочей документацией со сметами. Решение о стадийности проектирования принимают органы, утверждающие задание на проектирование.

В проекте дается оценка оптимальности выбранного варианта системы и экономичности основных проектных решений, состав системы, решения по генеральному плану, по инженерным сетям и коммуникациям, мероприятия по охране природы. В самостоятельные разделы выделяют основные решения по технологии мелиорации и организации строительства, сметную документацию и паспорт проекта. Сметная документация включает сводный сметный расчет и сводку затрат.

Проекты мелиоративных систем по существующему порядку подвергаются экспертизе, то есть оценке знающими специалистами. Авторский

надзор в процессе строительства мелиоративной системы осуществляет проектная организация – автор проекта.

1.5. Изыскания для составления проектов

При составлении проекта проводят инженерные изыскания (исследования) для получения необходимой информации по характеристике природных условий объекта мелиорации. В состав инженерных изысканий входят топографо-геодезические, гидрогеологические и инженерно-геологические, почвенно-мелиоративные, гидрологические, мелиоративно-гидротехнические, культуртехнические и агроэкономические, инженерно-экологические изыскания.

Состав и объем инженерных изысканий определяют согласно действующим инструкциям в зависимости от степени изученности района строительства (наличие необходимых материалов по характеристике природных условий), стадии проектирования и видов мелиорации.

Инженерно-геодезические изыскания обеспечивают мелиораторов топографической основой, необходимой для наиболее целесообразного размещения мелиоративных систем и сооружений, а также для составления почвенных, ботанико-культуртехнических, ландшафтно-экологических и других карт и планов. Топографические планы для осушительной мелиорации составляются на основе геодезической съемки и в зависимости от сложности природных условий имеют масштаб от 1:10000 до 1:2000, а для небольших участков и под сооружения – от 1:100 до 1:500. Цифры масштаба указывают, сколько в одном сантиметре на плане отражено сантиметров на местности. Например, масштаб 1:2000 означает, что 1 см на плане соответствует 2000 см или 20 м в натуре; а при масштабе карты 1:5000 000 – 1 см соответствует 50 км.

Рельеф местности на плане изображают горизонталями – линиями, соединяющими точки с одинаковой высотой от уровня моря (Кронштадского футштока), для чего используют установленные в стране нивелирные знаки – реперы. Сечение рельефа передают горизонталями (обычно через 0,5 м) и полугоризонталями (через 0,25 м). Специальными условными знаками показывают на планах обрывы, скалы, ямы, промоины.

Гидрогеологические изыскания. Гидрогеология изучает подземные воды, их происхождение, условия залегания, законы движения, взаимодействие с геологическими породами и биосферой, включая поверхностные воды, процессы почвообразования и формирования рек, озер, болот. В задачу инженерно-гидрогеологических изысканий входит освещение гидрогеологических условий осушаемого болота, в первую очередь, определения роли грунтовых и грунтово-напорных вод в заболачивании территории.

Основными объектами изучения являются гравитационная (свободная) вода, движущаяся под воздействием силы тяжести, и капиллярная вода, заполняющая наиболее мелкие поры грунта. Грунты и породы делятся на водоносные и водоупорные. Первые пропускают через поры и трещины свободную воду (фильтруют воду), вторые (глины, тяжелые суглинки, сланцы) не пропускают или слабо фильтруют воду. Абсолютных водоупоров не бывает, но введение категории «водоупор» позволяет упростить и облегчить решение мелиоративно-гидрогеологических задач.

Почвенно-мелиоративные изыскания проводятся для оценки состояния почв, необходимости их мелиорации и получения материалов для обоснования проектных решений, составления прогнозов изменения почвенно-гидрогеологических условий под влиянием мелиорации. При почвенной съемке определяют физические и водно-физические свойства почв, потребность в удобрениях и т.п. На болотах проводят зондирование торфа с определением мощности торфяной залежи и нанесением на топографические планы изолиний минерального дна болота, поверхности земли до его образования.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания проводятся для получения материалов о климате (температура воздуха, осадки, влажность воздуха, испарение и др.) и гидрологическом режиме территории: сток рек в разные годы, водный баланс речной сети, уровни и расходы воды в реках и озерах, характеристики водосборных бассейнов (распаханность, лесистость, заболоченность). В необходимых случаях организуются метеорологические наблюдения, оборудуются гидрометрические станции и посты для получения необходимой информации по речному стоку.

Ботанико-культуртехнические изыскания выполняются для определения качественных и количественных характеристик растительного покрова и состояния земной поверхности на объекте мелиорации и прилегающей территории. В результате ботанической съемки оценивается растительность (кустарниково-древесная, пнистость), дается характеристика кочек, ям, старых каналов, карьеров, дернины, что необходимо для определения видов и объемов работ по культуртехнике.

Мелиоративно-гидротехнические изыскания представляют собой рекогносцировочное обследование объекта мелиорации и прилегающей территории с целью установления путей отвода воды с осушаемой территории в водоприемник, установления границ болот, возможного затопления территории паводковыми водами, источников водного питания.

Агроэкономические изыскания проводятся с целью сбора материалов, необходимых для разработки мероприятий по организации сельскохозяйственного производства на объекте мелиорации. Собирают сведения о земельном фонде по угодьям и землепользователям в современном состоянии и по перспективному плану развития сельского хозяйства и внутрихозяйственного землеустройства.

Инженерно-экологические изыскания для мелиорации выполняются с целью предотвращения, снижения или ликвидации неблагоприятных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения.

Инженерно-экологические изыскания для строительства проводятся в три этапа:

- I. Подготовительный. Сбор и анализ фондовых и опубликованных материалов и предполевое дешифрирование.
- II. Полевые исследования. Маршрутные наблюдения, полевое дешифрирование, проходка горных выработок, опробование и другие натурные исследования.
- III. Камеральная обработка материалов. Проведение химико-аналитических и других лабораторных исследований, анализ полученных данных, разработка прогнозов и рекомендаций, составление технического отчета.

Основной объем инженерно-экологических изысканий выполняют для предпроектной документации. Материалы инженерно-экологических изысканий должны обеспечивать разработку разделов «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС)» в обоснованиях инвестиций и «Охрана окружающей среды» в проекте строительства.

Контрольные вопросы

1. Для каких целей используется торф в сельском хозяйстве?
2. Расскажите о выполненных осушительных работах в мире и в России.
3. Назовите страны с наибольшими площадями осушения болот для земледелия.
4. Почему в России долгое время уделялось мало внимания осушительной мелиорации?
5. Назовите первый крупный объект государственной мелиорации в России.
6. Что такое мелиоративный фонд и из чего он складывается?
7. В чем заключается предпроектная подготовка мелиорации болот для земледелия?
8. Цель и сущность разработки проекта мелиорации.
9. Какие изыскания проводятся для разработки проекта?
10. Состав инженерно-экологических изысканий на болотах для мелиорации.
11. Какова роль экологической экспертизы и местного населения при проектировании и реализации проекта мелиорации?

ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ОСУШАЕМЫХ БОЛОТ

2.1. Особенности торфяной почвы и изменение ее свойств после осушения

При проектировании осушительных систем должны быть установлены в соответствии со «Строительными нормами и правилами» причины избыточного увлажнения территории и величина каждой из составляющих водного баланса во время весеннего половодья, летне-осеннего дождевого паводка и в посевной период.

Проектирование осушительных систем начинают с анализа причин заболачивания и установления методов осушения, определяющих основную направленность технических, агрономических и организационных мероприятий, необходимых для ликвидации избыточной увлажненности корнеобитаемого слоя и создания в этом слое условий, обеспечивающих нормальное развитие сельскохозяйственных культур.

Избыточное увлажнение земель происходит под воздействием комплекса зональных факторов, главными из которых являются климат, геологическое строение, геоморфология и рельеф, гидрогеологические условия местности.

Климат. Зональные условия, способствующие образованию болот и заболачиванию земель, создаются при постоянном или периодическом преобладании выпадающих атмосферных осадков над расходом влаги на испарение. Поэтому в зоне избыточного увлажнения, где осадки P превышают суммарное испарение E_c (испарение с поверхности почвы и транспирация воды растительностью), то есть $P/E_c > 1$, размещено более 70% всех переувлажненных земель. Однако даже в наиболее влажной зоне не все почвы переувлажнены, здесь имеются поля с нормальным водным режимом и даже с недостаточным увлажнением. Это, а также наличие болот за пределами зоны избыточного увлажнения объясняется действием других факторов, не зависящих от современного климата.

Геологическое строение оказывает огромное влияние на водный режим территории. Наиболее заболочены крупные прогибы земной коры (геоструктурные понижения), сложенные мощной толщей осадочных пород, в которые стекают поверхностные и подземные воды с прилегающих возвышенностей. Эти воды являются дополнительным к атмосферным осадкам источником избыточного увлажнения. Такого рода крупными понижениями являются Мещерская, Барабинская, Полесская и другие низменности. Заболачиванию земель способствует опускание поверхности равнин под влиянием новейших тектонических процессов.

Геологические условия определяют рельеф местности, степень его расчлененности и естественной дренированности территории, а также гидрогеологические условия.

Рельеф. Особенности рельефа доступны прямым наблюдениям. Наименее заболочены повышенные элементы рельефа (водоразделы, крутые склоны), с которых выпадающие атмосферные осадки стекают в виде поверхностного стока вниз по склонам, переувлажняя земли понижений. Наиболее заболочены бессточные, слабопроточные понижения и безуклонные равнины, на которых застаиваются поверхностные воды, особенно при недостаточной естественной дренированности территории.

Естественная дренированность характеризуется густотой речной сети (протяженность рек, ручьев и оврагов на единицу площади), глубиной вреза речного русла, уклонами поверхности земли, водопроницаемостью почв и пород. Заболоченность территории тем меньше, чем более развита речная сеть, чем глубже врезаны русла рек и ручьев, чем выше водопроницаемость почвы. Оказывают влияние и уклоны поверхности земли: чем они меньше, тем большая площадь будет заболочена.

Литологические условия. Характер строения почв и подстилающих их пород, которые определяют литологические условия, также влияет на формирование избыточной влаги. Влияние оказывают не только поверхностные слои (почва, подпочва), но и более глубокие отложения, которые воздействуют на скорость впитывания выпавших осадков в почву и условия формирования грунтовых вод. Главным показателем при этом является водопроницаемость пород. При неоднородном литологическом строении, когда хорошо проницаемые грунты переслаиваются со слабопроницаемыми, на последних, как на водоупорах, может формироваться верховодка за счет просачивающихся вод. Переувлажнение почвенного слоя в этом случае носит длительный характер.

На торфяных болотах на формирование избыточной увлажненности велико влияние ложа болот (минерального дна с прилегающими склонами), от которого зависит интенсивность водно-минерального питания и проточность болотных вод.

Гидрогеологические условия. Отличительной особенностью болот является неглубокое залегание уровней подземных вод на первом выдержанном водонепроницаемом слое – водоупоре. Они образуются за счет профильтровавшихся атмосферных осадков.

Принято различать три типа подземных вод, исходя из условий их формирования: верховодка, грунтовые воды и напорные (артезианские) воды. Верховодка образуется в периоды дождей на линзах слабопроницаемых пластов на небольшой глубине; грунтовые воды залегают на водоупоре, формируются за счет атмосферных осадков и образуют первый от поверхности водоносный горизонт; напорные воды залегают в водоносных горизонтах, перекрытых и подстилаемых водоупорными пластами.

Подземные воды движутся из зоны формирования в зону разгрузки. В качестве последней часто выступают низинные болота и реки, где притекающие со склонов и из предгорий подземные воды расходуются частично

на испарение и трансформируются в речной сток. В промежуточной зоне транзита они получают дополнительное питание от осадков, поступающих путем инфильтрации до уровня грунтовых вод.

Поток грунтовых вод согласно формуле Дарси движется со скоростью

$$V = kI, \quad (1)$$

где k – коэффициент фильтрации, зависящий от физических свойств грунта, м/сут; I – гидравлический градиент, или уклон потока грунтовых вод. Отсюда, можно заключить, что коэффициент фильтрации грунта равен скорости движения грунтовых вод при градиенте, равном единице (при $I = 1, V = k$). Рисунок 1 дает представление о градиенте напора

$$I = \frac{h_1 - h_2}{l},$$

где $h_1 - h_2$ – изменение напора (слоя) воды между двумя сечениями потока, при отсчете его от водоупора; l – расстояние между сечениями; Δh – потери напора при движении потока $\Delta h = h_1 - h_2$.

Расход потока воды, фильтрующейся через грунт, определяется по закону Дарси:

$$Q = k\omega I, \quad (2)$$

где k – коэффициент фильтрации, м/с;

I – гидравлический градиент (уклон);

ω – площадь живого сечения (m^2) потока грунтовых вод (с учетом площади занятой твердыми частицами грунта), которая определяется как произведение средней мощности потока $\left(\frac{h_1 + h_2}{2}\right)$ на ширину потока.

Напорные воды характеризуются наличием напора, превышающего уровень грунтовых вод. Наличие напорных вод на болоте определяется путем сравнения глубины залегания уровня грунтовых (болотных) вод в скважине (колодце, шурфе) и уровня воды в водоносном горизонте ниже первого водоупора, который определяется по пьезометру (труба малого диаметра), забитому ниже верхнего водоупора. Разница в уровнях характеризует величину напора артезианских вод. За счет последнего происходит постоянное подпитывание грунтовых вод напорными. Приток напорных вод может быть определен по той же формуле (2), где k – коэффициент фильтрации относительного водоупора, разделяющего грунтовые и напорные воды; ω – площадь участка с напорным питанием, I – величина напора артезианских вод.

Основные типы гидрогеологических условий болот зависят от геоморфологии местности. На рис. 2 приведены четыре основных типа взаимосвязи болот с подземными водами. При первом типе (а), свойственном верховым болотам, грунтовые воды не принимают участия в переувлажне-

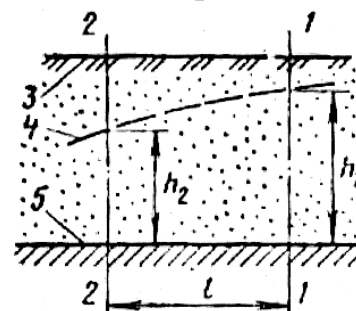


Рис. 1. Элемент потока грунтовых вод: 1-1 и 2-2 – поперечные сечения потока; 3 – поверхность земли; 4 – уровень грунтовых вод; 5 – водоупор

нии. Степень участия подземных вод возрастает от типа *б* (участвуют только грунтовые воды) к типу *г* (участвуют воды коренных пород). Наиболее распространены низинные болота с интенсивностью грунтового питания 0,2...0,6 мм/сут, редко встречаются болота с грунтово-напорным питанием более 1,5 мм/сут. Частым показателем последних является наличие родников. Такие болота наиболее трудно поддаются осушению.

Следует отметить, что эффективность осушительной сети во многом зависит от того, какими грунтами (песок, глина и др.) подстилается торфяная залежь. Недооценка роли гидрогеологических условий в образовании и обводнении болот ведёт к их недоосушению и снижению урожаев на мелиорируемых почвах.

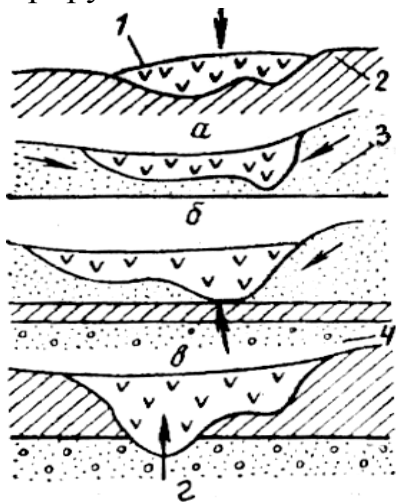


Рис. 2. Основные типы гидрогеологических условий болот: а – верховое болото, приток грунтовых вод отсутствует; б – поток грунтовых вод; в – грунтово-напорное питание через относительный водоупор; г – то же через «гидрогеологическое окно»; 1 – торф; 2 – песок (супесь); 3 – глина, суглинок; 4 – гравий, песок

Гидрологические условия. Материалы гидрологических изысканий необходимы для определения расходов воды, которые должны пропускать каналы и водоприемники. Расход – это объем воды, протекающий через поперечное сечение канала (реки) в единицу времени, например, л/с или м³/с.

Как известно, в многолетнем разрезе расходы воды в каналах и реках могут сильно колебаться. В засушливые годы реки пересыхают или резко уменьшают сток и, наоборот, во влажные годы они переполняются, вода выходит из берегов, вызывая наводнения. Поэтому серьезное значение имеет правильный выбор расчетных гидрологических периодов и расчетных обеспеченностей (см. раздел 7.6).

В осушении за расчетные приняты четыре характерных периода года: период прохождения максимальных расходов талых вод,

предпосевной период, период прохождения летне-осенних паводков, бытовой период.

Для каждого периода определяют расчетный расход, который соответственно называют максимальным расходом талых вод (максимальный весенний), предпосевным, летнепаводковым и бытовым расходом. Типичный гидрограф стока реки (канала) для европейской части страны, на котором показаны эти расходы, приведен на рисунке 3.

Весенний максимальный расход обусловлен в основном талыми снеговыми водами.

Предпосевной расход проходит во время спада весеннего половодья в период начала весенних полевых работ на минеральных землях нормального естественного увлажнения. Дата его прохождения может быть опре-

делена по метеорологическим данным. Предпосевной период наступает ориентировочно после схода снега при следующей сумме среднесуточных температур воздуха: в западных районах страны – 130°С, в центральных – 150°С, в Предуралье – 180°С, в Западной Сибири – 210°С.

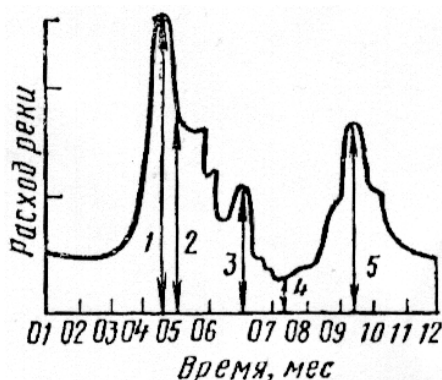


Рис. 3. Типичный график колебания расходов воды в реках и каналах (гидрограф стока). Расходы: 1 – максимальный весенний; 2 – предпосевной; 3 – летнепаводковый; 4 – бытовой; 5 – осенних паводков

Бытовой расход соответствует наиболее продолжительному расходу летней межени (июль–август). В условиях европейской части страны указанные расходы по величине размещаются в следующем порядке: максимальный весенний, предпосевной, летнеосенний и бытовой. Бывают случаи, когда в зависимости от условий формирования стока, расход летне-осенних паводков превышает предпосевной. В условиях Дальнего Востока наибольшие расходы проходят в период выпадения муссонных дождей в конце июля – августе.

Для проектных целей используются материалы наблюдений на гидрометрических постах и станциях, особенно на объектах-

аналогах, и расчетные формулы.

Типы болот и свойства торфа

Болота – участки земной поверхности, характеризующиеся обильным застойным или слабопроточным увлажнением верхнего слоя торфа, на котором растет типичная болотная растительность (осоки, мхи). В естественных условиях за год в среднем образуется слой торфа толщиной около 1 мм.

Наиболее заболочены Тюменская и Томская области. По некоторым данным не меньшие площади занимают болота в Красноярском крае, где они погребены под «вечной мерзлотой». В Сибири преобладают крупные болотные системы, образовавшиеся в результате слияния многих болотных массивов и поэтому имеющие сложное строение торфяных залежей. Для многих болот характерна высокая озёрность, уникальная по своим свойствам гидрографическая сеть, особый флористический состав, строение болотных сообществ и другие особенности.

Переувлажнение почв и образование болот может быть вызвано и деятельностью человека (антропогенное заболачивание), например, подтопление земель при сооружении водохранилищ, каналов межбассейновых перебросок стока и оросительных каналов, заболачивание лесных вырубок (за счет устранения биологического дренажа).

Торфяные болота в зависимости от их генезиса подразделяют на низинные, переходные и верховые.

Низинные болота (евтрофные торфяники) расположены в притеррасных понижениях пойм рек, в речных долинах и в нижних частях склонов водоразделов. Они получают водное и вместе с ним минеральное питание за счет притока воды со склонов и разливов рек, выходов подземных вод. Торф характеризуется высокой зольностью. Низинные болота особенно пригодны для сельскохозяйственного использования. Наиболее богаты элементами питания ольховые болота.

Переходные болота расположены в неглубоких понижениях на склонах рельефа. Часто сложены низинными торфами (осоковыми, древесными, гипновыми, камышовыми и др.), сверху перекрытыми верховыми торфами. Растительность на них нередко представлена типичными для низинных болот видами. Переходные торфа пригодны для сельскохозяйственного использования, но они менее плодородные.

Верховые болота занимают понижения на водоразделах. Нередко междуречья даже крупных рек в Западной Сибири представляют собой сплошные верховые болота. Минеральное питание их ограничено атмосферными осадками, торф малозольный (3...4%) и бедный питательными веществами. На таких болотах растет карликовая сосна, белый мох – сфагнум, пушица, клюква, багульник и другие, нетребовательные к питательному режиму растения. Для сельского хозяйства эти болота непригодны. Торф добывают на топливо, для подстилки в животноводческих помещениях и для теплиц.

В зависимости от мощности торфяного слоя болота и заболоченные земли делят на торфянисто-глееватые (слой торфа до 30 см), торфяно-глеевые (30...50 см), торфяники маломощные (50...100 см), среднемощные (100...200 см) и мощные со слоем торфа более 200 см.

Состав торфа и его потенциальное плодородие зависят от растений-торфообразователей, степени разложения органического вещества и зольности торфа. Различают следующие виды торфа: осоковые, тростниковые, гипновые (гипнум – зеленый мох), древесные и др. Чем больше степень разложения торфа и его зольность, тем выше плодородие торфяной почвы.

По степени разложения растений-торфообразователей различают слаборазложившиеся (с разложением до 20...25%), среднеразложившиеся (25...35%) и хорошо разложившиеся (35...45% и более) торфа.

Плодородие осушаемой торфяной почвы в основном определяется содержанием в органике минеральных веществ, показателем которой служит зольность торфа. Зольность низинных торфяников изменяется в пределах 7...20% и более. Она зависит от взаимосвязи болота с прилегающей территорией, от рельефа местности.

При осушении болот для сельского хозяйства необходимо располагать данными об объемной массе и плотности торфа, пористости, полной влагоёмкости, предельной полевой и наименьшей влагоемкости, высоте ка-

пиллярного поднятия, влажности завядания, коэффициенте фильтрации торфа и водоотдаче.

Вода в торфе находится под воздействием химических и физических сил. Различают *химически связанную воду*, которая входит в состав почвенных частиц и молекул и не принимает участие в физических процессах; *физически связанную воду* – гигроскопическую и пленочную, которая передвигается только в виде пара. В торфяной почве гигроскопическая влага занимает 18...22% от массы абсолютно сухой почвы (в песке – 0,5...1,5%, глине – 6...8%). Максимальная гигроскопическая влажность характеризует одну из важных водно-физических констант почвы – влажность завядания растений, которая в 2...3 раза больше гигроскопической влажности. *Капиллярная вода* насыщает почвенные капилляры при соприкосновении со свободной поверхностью воды, например, с грунтовыми водами. Над последними образуется, так называемая, капиллярная кайма, скорость движения воды и высота подъема в ней зависит от размеров капилляров. Вода поднимается за счет поверхностного натяжения вогнутых менисков до такой высоты, при которой масса поднятого столба воды уравнивает натяжение менисков. Высота капиллярного поднятия для торфа составляет 50...80 см и более.

Гравитационная вода в почве – свободно перемещающаяся вода, находящаяся под действием силы тяжести. Полное заполнение почвенных пор водою характеризует *полную влагоемкость почвы* (ПВ), которая несколько меньше (на объем защемленного воздуха) ее пористости (скважности). Объем воды, прочно удерживаемый в почве после полного свободного стекания гравитационной воды, характеризует ее *наименьшую влагоемкость*; то же при подпоре со стороны грунтовых вод – *предельную полевою влагоемкость* (ППВ).

Объем воды, стекающей при понижении влажности от ПВ до ППВ, составляет *водоотдачу* (недостаток насыщения) почвы, которая равна

$$\mu = \frac{W}{V} \cdot 100, \quad (3)$$

где μ – водоотдача, %; W – объем стекшей воды, м³; V – объем почвы, м³. На рис. 4 показаны влагоемкость и влажность торфяной почвы.

Объем воды, содержащейся в почве при средней ее влажности ω , составляет:

$$W = 100H\alpha\omega, \quad (4)$$

где W – объём воды, м³/га, H – мощность слоя почвы; α – объемная масса почвы, г/см³, или т/м³; ω – влажность в процентах от массы сухой почвы.

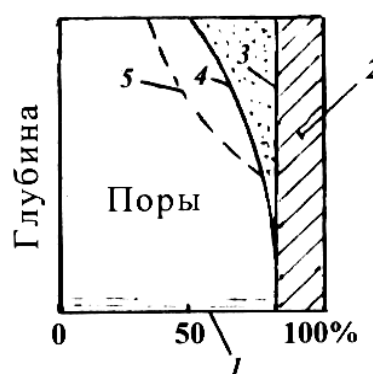


Рис. 4. Распределение влажности в порах торфяной почвы над уровнем грунтовых вод: 1 – уровень грунтовых вод; 2 – твердая фаза почвы; 3 – ПВ; 4 – ППВ; 5 – текущая влажность почвы

При осушении почвы к каналам (дренам) стекает гравитационная вода и часть капиллярно подвешенной воды.

В торфяной почве твердая фаза составляет 10...20% от объема, весь остальной объем – поровое пространство, заполненное водой. Под влиянием корневой системы растений и испарения влажность понижается только в верхнем слое. На рис. 4 видно, что зона водоотдачи почвы (покрыта точками), представляющая собой на эпюре криволинейный треугольник, возрастает с понижением уровней грунтовых вод. Поэтому величине водоотдачи обязательно сопутствует указание слоя, для которого она получена.

Водоотдача зависит от водопроницаемости торфа и высоты слоя, с которого она стекает. Для торфяной почвы ее определяют по формуле А.И. Ивицкого:

$$\mu = 0,115k^{3/8} H^{3/4}, \quad (5)$$

где μ – водоотдача (безразмерная величина, в долях от единицы); k – коэффициент фильтрации, м/сут; H – глубина, на которую понизили уровень грунтовых вод, м.

В таблице 1 приведены показатели водно-физических свойств низинного торфа в сравнении с верховым торфом и песком. Таблица составлена на основе анализа многочисленных проектов осушения в разных районах страны.

Таблица 1

Основные водно-физические свойства осушаемых почв (грунтов)

Свойства почвы	Низинный торф	Верховой торф	Песок мелкозернистый
Объемная масса, г/см ³	0,20...0,30	0,08...0,13	1,6...1,7
Плотность, г/см ³	1,6...2,1	1,6...2,2	2,6...2,7
Пористость, %	80...90	90...95	35...40
Предельная полевая влагоемкость, % от объема	55...60	65...70	12...18
Высота капиллярного поднятия, см	60...90	60...70	10...20
Коэффициент фильтрации, м/сут	0,0n...n*	0,0n...0,n	0,n...n
Водоотдача из метрового слоя, %	8...14	2...10	10...20

Примечание: * n – любая значащая цифра

Состояние болот до мелиорации принято характеризовать следующими показателями: залесенность земель, закустаренность (табл. 2) с указанием густоты кустарника и степени покрытия им площади (табл. 3), пнистость (табл. 4), засоренность торфяной залежи погребенной древесиной (табл. 5).

Пни характеризуют по размерам, давности рубки и породному составу. Размеры пней определяют по диаметру: мелкие – 12...23, крупные – 23...40, очень крупные – более 40 см.

По давности рубки леса (возрасту) пни различают: свежей рубки – 1...2 года, средней давности рубки – 3...4 года, давней рубки – 5...8 лет.

Различают их также по характеру корневой системы в зависимости от породы дерева и почвенных условий.

Таблица 2
Характеристика кустарниковой растительности по размерам

Классификация кустарника	Диаметр стволов, см	Высота, м
Мелколесье	12...15	≥ 6
Кустарник:		
крупный	8...12	5...6
средний	3...8	3...5
мелкий	≤ 2	≤ 2

Таблица 3
Характеристика кустарника по густоте и степени покрытия им площади

Кустарник	Количество кустов на 1 га	Степень покрытия площади, %
густой	> 6000	> 60
средний	3000...6000	30...60
редкий	800...3000	10...30

Засоренность торфяника погребенной древесиной оценивают методом зондирования торфа на глубину до 50 см.

Дернина представляет собой поверхностный слой почвы с многолетней травянистой растительностью, отличающийся связанностью частиц почвы корнями растений и наличием органического вещества. Дернина встречается на окраинах торфяных болот и на торфяных почвах, ранее использовавшихся после мелиорации в земледелии.

Таблица 4
Средняя пнистость торфяных залежей

Торфяники	Степень разложения торфа, %	Пнистость, %	
Низинные:	лесные	> 50	1...2
	лесотопяные	30...50	0,5...1
Переходные:	лесные	30...50	1...2,5
	лесотопяные	20...40	0,5...1
Верховые:	лесные	30...50	1

Таблица 5
Засоренность почвы погребенной древесиной

Степень засоренности	n ¹	Пнистость, %
Слабая	≤ 20	$< 0,5$
Средняя	21...60	0,5...2
Сильная	61...80	2...3
Очень сильная	81...100	> 3

Примечание. n – число попаданий на пень при зондировании торфяной залежи, %

Дернина различается по виду растительности (бобово-злаковая, злаковая, осоковая, торфяно-моховая и др.), происхождению (сеяная, дико-растущая), по плотности и связи с почвой (рыхлая и связанная). По толщине (мощности) ее разделяют на слабую – до 6 см, среднюю – 7...12 и мощную – 13...20 см и более.

Контурность полей – важный элемент культуртехники, необходимый для ликвидации мелкоконтурности и укрупнения полей с целью повышения производительности труда в земледелии. При наличии болот и сырых мест поле дробится на мелкие контуры, что ухудшает условия применения сельскохозяйственной техники. Контурность полей в Нечерноземной зоне приведена в табл. 6.

Контурность полей в Нечерноземной зоне

Экономический район	Площадь полей, га				
	менее 5	5...10	10...25	менее 10	менее 25
Северный	29*	23	28	52	80
Северо-Западный	37	20	23	57	80
Центральный	7	11	20	18	38
Волго-Вятский	2	4	11	6	17
Уральский	5	7	15	12	27
В среднем	8	10	17	18	35

Примечание. * – доля полей (%) заданной контурности, рассчитанная от общей площади земель сельскохозяйственного назначения соответствующего района

Первоочередному укрупнению за счет осушения болот и болотец подлежат поля с контурностью до 10 га. Опыт хозяйств во всех районах показывает на экономическую целесообразность и эффективность этого вида мелиоративных работ. Укрупнение полей достигается за счет культуртехники и осушения.

Специфические особенности торфяных почв

Следует подчеркнуть, что осушение болот ведется с целью понижения уровней болотных (грунтовых) вод на 30...120 см от поверхности земли в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур. Нижележащая торфяная залежь остается насыщенной водой и практически низкой. Отнесенные в настоящее время к водным объектам болота при большой мощности торфа и после осушения остаются водными объектами.

В связи с этим следует уточнить, что часто используемый термин «осушенные болота» неверен, правильнее использовать несовершенный вид причастия – «осушаемые болота, осушаемые почвы». Забвение этого ведет к недооценке ухода за осушительной сетью и надлежащей ее эксплуатации, что, в конечном счете, может привести к потере осушаемых земель и вторичному заболачиванию почв.

К отрицательным свойствам торфяных почв относится способность их органического вещества к быстрой (интенсивной) минерализации и уменьшению запасов торфа вплоть до полного исчезновения. Этот процесс наблюдается, прежде всего, на мелкозалежных торфяниках при интенсивном использовании после осушения. Хотя минерализация органического вещества со временем замедляется, однако полностью не останавливается, поэтому угроза исчезновения торфяного слоя остаётся.

Торфяные почвы хорошо поглощают солнечные лучи, тем не менее, они холоднее минеральных из-за значительной отдачи тепла в процессе испарения.

Для торфяных почв характерна большая амплитуда колебания температуры верхних горизонтов в течение суток. В солнечную погоду на по-

верхности почвы температура может достигать 50...60° С, что приводит к сильному иссушению верхнего слоя и потере способности к смачиванию (увлажнению). Такой торфяник может воспламениться от искры работающего двигателя.

Торфяные почвы состоят из органического вещества. Из трех основных элементов питания растений (азот, фосфор, калий) они особенно бедны калием, который слабо закрепляется в их поглощающем комплексе, представленном в основном органическим веществом.

Калий в торфяных почвах отличается высокой подвижностью, так как не образует малоподвижных соединений с органическим веществом. Стабильное накопление калия наблюдается только в заиленных пойменных торфяных почвах и выработанных торфяниках, способных фиксировать калий в необменном состоянии. Целинные торфяные почвы бедны также фосфором, в освоенных почвах количество валового и подвижного фосфора увеличивается.

Достоинством торфяных почв является большое содержание азота и органического вещества. Но избыток азота (минеральных форм) активизирует синтез белковых веществ, замедляет синтез углеводов и нормальное соотношение между ними, что снижает качество урожая.

Целинные торфяные почвы очень бедны микроэлементами, без внесения микроудобрений растения на торфяных почвах испытывают недостаток меди, бора, молибдена, цинка и кобальта.

Несущая способность торфяных почв при влажности 80...85% не превышает 0,5...1,0 кг/см², из-за чего резко снижается коэффициент сцепления колесных и гусеничных тракторов и повышается (в 2 раза по сравнению с минеральными почвами) коэффициент перекачивания, что увеличивает затраты мощности.

Длительное использование торфяных почв предопределяет необходимость их охраны от деградации, основными причинами которой являются:

- интенсивное разложение органического вещества торфа под влиянием биохимических и микробиологических процессов, резко усиливающихся после осушения при сельскохозяйственном использовании болот;
- переосушение торфа и связанное с этим ухудшение водно-физических свойств и водного режима почвы;
- уплотнение почвы под влиянием осадки торфа и воздействия тяжелой сельскохозяйственной техники;
- ветровая эрозия торфа (дефляция);
- водная эрозия торфа;
- суффозионные процессы в торфе;
- снижение плодородия за счет выноса питательных веществ с урожаем и дренажными водами, невосполненных удобрениями;

- засоление, закисление и осолонцевание торфяной почвы;
- антропогенное загрязнение почвы химическими веществами (тяжелые металлы, радионуклиды и др.);
- занос торфяной почвы песком крупных фракций;
- образование понижений на поверхности почвы с застоем воды и вторичное заболачивание;
- сгорание торфа при пожарах на сельскохозяйственных угодьях;
- полная сработка торфа при сельскохозяйственном использовании с обнажением пород, на которых почва не может длительное время сформироваться.

Вместе с тем, торфяные почвы обеспечивают при соблюдении определенных условий (нормированное осушение, дифференцированное применение приемов окультуривания и использования, высокая культура земледелия) высокую продуктивность и сохранение органического вещества в течение столетий при учете их специфических особенностей.

Основой охраны торфяных почв, открывающей возможности для их длительного и высокопродуктивного использования в земледелии, является индивидуальный подход к каждому объекту мелиорации с учетом его природы, свойств, места и роли в ландшафте и агроландшафтных особенностей.

Изменение свойств торфяной почвы после осушения

Под влиянием осушения и сельскохозяйственного освоения болот одновременно с осадкой и сработкой торфа изменяются его водно-физические свойства. Интенсивность изменения этих свойств пропорциональна степени понижения уровней грунтовых вод и исходной мощности торфяной залежи и зависит также от способа сельскохозяйственного использования торфяных почв – минимальна под травами и максимальна при возделывании пропашных культур. После осушения увеличиваются объемная масса и плотность торфа, несколько уменьшаются связанные с ними пористость, полная влагоемкость и водоотдача торфа. За 10...20 лет объемная масса увеличивается в 1,2...2,5 раза, водоотдача уменьшается в 1,2...1,8 раз.

Особенно сильно изменяется коэффициент фильтрации торфа. При осушении естественных болот за счет уплотнения верхних слоев торфа он уменьшается в 2...40 раз и более. На предварительно осушенных болотах коэффициент фильтрации после дренирования уменьшается в 1,2...5 раз и редко превышает эти цифры. После осушения осоковых, древесно-осоковых и гипново-осоковых торфов их коэффициент фильтрации обычно составляет 0,3...0,6 м/сут.

После осушения изменяется зольность и другие водно-физические свойства торфяной почвы за счет разложения органического вещества и минерализации торфа, поступления зольных элементов с минеральными

удобрениями и продуктами дефляции. Для прогнозирования могут быть использованы следующие обобщения (все приведенные цифры соответствуют верхнему 20...30 см слою торфяных почв, осушаемых в соответствии с нормами).

Зольность торфа в пахотном слое при выращивании сельскохозяйственных культур увеличивается на 0,2...0,3% в год.

Объемная масса после осушения увеличивается по всему разрезу торфяной залежи, максимальные изменения происходят в верхних ее слоях. Для оценки изменений имеются формулы.

Плотность торфа после осушения также увеличивается, максимальное возрастание плотности отмечается в пахотном слое. Ежегодно плотность увеличивается в слое 0...30 см на 2...3%.

Полная влагоемкость и пористость торфяной почвы после осушения в верхнем 0...30 см слое уменьшается на 0,3...0,4% в год. *Наименьшая влагоемкость* увеличивается на 0,1...0,2% от объема в год.

Водоотдача торфа под влиянием его уплотнения и связанным с этим уменьшением размеров пор после осушения снижается в слое 0...30 см в среднем на 0,015...0,025% в год.

Коэффициент фильтрации торфяной почвы после осушения может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от вида торфа и интенсивности осушения. Наиболее вероятно изменение коэффициента фильтрации до значения 0,4...0,5 м/сут.

После осушения в связи с минерализацией органического вещества торфа запасы его постепенно уменьшаются. Интенсивность процесса минерализации определяется в первую очередь климатическими условиями – в северных районах она минимальна, к югу увеличивается.

Запас органического вещества ежегодно уменьшается на 2,0...5,4 т/га, минимальные значения соответствуют использованию торфяных почв под лугами, максимальные – под пропашными культурами (овощными севооборотами). Для уменьшения потерь органического вещества необходимо применение сбалансированных по органическому веществу севооборотов или выращивание многолетних трав.

Изменение агрохимических свойств низинной торфяной почвы за 30...50 лет характеризуется следующими показателями.

Кислотность почвы повышается в процессе сельскохозяйственного использования, величина рН уменьшается ежегодно на 0,02 единицы. Гидролитическая кислотность увеличивается на 0,15...25 мг-экв. на 100 г почвы в год. При использовании торфяной почвы необходимо известкование.

Сумма поглощенных оснований ежегодно увеличивается на 0,1...0,4 мг-экв. на 100 г почвы.

Содержание зольных элементов в торфяной почве в процессе ее использования изменяется. Содержание железа и алюминия ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$) уменьшается ежегодно примерно на 0,15...0,20 мг-экв. на 100 г почвы. При многолетнем использовании торфяной почвы (50...70 лет) содержание Al_2O_3 уменьшалось с интенсивностью 0,02...0,05

т/га, аналогичное изменение происходит и с Fe_2O_3 , на отдельных болотах оно увеличивается с интенсивностью 0,20...0,25 т/га в год.

Содержание CaO увеличивается с интенсивностью 0,15...0,25 т/га в год, в первые годы после освоения эта величина достигает 0,4...0,5 т/га. Содержание MgO изменяется незначительно, повышение его содержания в год составляет 0,01...0,07 т/га.

Содержание SO_3 возрастает ежегодно на 0,02...0,08 т/га.

Содержание SiO_2 увеличивается в зависимости от природы болота в пределах 0,3...0,9 т/га в год.

Изменение запасов питательных веществ (азот, фосфор, калий) находится в прямой зависимости от количества вносимых удобрений. В результате многолетнего использования в производственных условиях отмечены следующие тенденции: содержание P_2O_5 повышается на 0,03...0,05 т/га в год, K_2O уменьшается с интенсивностью 0,005...0,015 т/га.

Взаимодействие удобрений и характера использования почвы определяет содержание в ней, прежде всего, важнейшего элемента плодородия – нитратного азота. Нитратонакопление существенно замедляется при внесении фосфорно-калийных удобрений. Причем, с увеличением доз РК – удобрений содержание нитратов в почве под многолетними травами снижается на фоне всех доз азота.

Повышение доз азотных удобрений приводит к увеличению содержания нитратного азота, концентрация аммонийного азота изменяется слабо при увеличении доз как азотных, так и фосфорно-калийных удобрений.

При увеличении доз фосфорно-калийных удобрений происходит накопление подвижных форм фосфора и калия.

Оптимальные дозы фосфорных удобрений на торфяных почвах в 1,5 раза выше, чем на минеральных, что обусловлено низкими запасами фосфора и калия.

Элементный состав торфа изменяется. Соотношение C:N ежегодно уменьшается на 1...1,2 единицы.

Осадка и сработка торфа

Строительство осушительных систем вносит коренные изменения в болотные ландшафты: повышается общая дренированность территории, преобразуются условия питания и разгрузки грунтовых и поверхностных вод, вместо накопления органического вещества происходит его сработка. Обезвоживание и высыхание торфа уменьшают давление болотных вод на верхние слои торфяной залежи, происходит усадка торфа, усиливаются аэробные процессы его разложения, что ведет к понижению поверхности, изменению рельефа осушаемого болота, водно-физических и биохимических свойств торфа.

Интенсивность осадки (в первые годы после осушения) и сработки торфа (в процессе сельскохозяйственного использования), как показали многочисленные исследования, зависит от исходных свойств торфяной залежи (вид торфа, степень разложения и др.), глубины залегания грунтовых вод, характера сельскохозяйственного использования торфяных почв, климатических условий местности. Оказывают влияние и другие факторы: уплотнение почвы сельскохозяйственными машинами и скотом, распыление и дефляция торфа при обработках и под воздействием ветра, механи-

ческая и химическая суффозия. Все они связаны с сельскохозяйственным использованием осушаемого торфяника.

Особую категорию составляют внешние факторы, оказывающие влияние на величину понижения поверхности торфа и его осадку. Это тектонические процессы, искусственное понижение давления в геологических структурах ложа болот при добыче газа, подземные воды и т.п., а также случайные факторы, к которым относятся, прежде всего, сгорание торфа при пожарах и повышение поверхности при песковании. Осадка и сработка торфа в районах, свободных от внешних и случайных факторов, представляет собой интегрирующий показатель, отражающий воздействие проходящих после осушения физических, микробиологических и химических процессов.

На рисунке 5 приведены опытные данные по осадке и сработке торфа, полученные в отличающихся по природным условиям регионах России (Кировская, Новгородская, Рязанская, Московская, Смоленская и Ярославская области), в Беларуси, Украине, Польше, Эстонии, Финляндии, Швеции, Норвегии, Германии, Англии, Венгрии, Греции, Италии, Швейцарии, Нидерландах, США (штаты Мичиган, Миннесота, Индиана, Калифорния, Флорида).

Экспериментальные данные на рисунке 5 довольно четко оконтуриваются двумя кривыми. Разница между максимальными и минимальными значениями изменяется от 8 см/год в первые пять лет до 1,5 см/год через 50...60 лет после осушения. Нижняя кривая проходит по точкам, нанесенным по материалам наблюдений в Беларуси, России, Польше. Детальный анализ показывает, что нижняя кривая характеризует высокозольные и плотные торфа и более северные по климатическим условиям районы, а также использование торфов под многолетними травами. Верхняя кривая окаймляет значения, полученные в Беларуси, Италии, Польше, Германии, Финляндии, Норвегии, США (штат Флорида). Она характеризует малозольные торфа и более плотные торфа в условиях субаридного и субтропического климата (Флорида, Греция).

Исключены из рассмотрения данные по осадке торфа на болотах с мощностью торфа более 3,5 м; на болотах Падано – Венецианской равни-

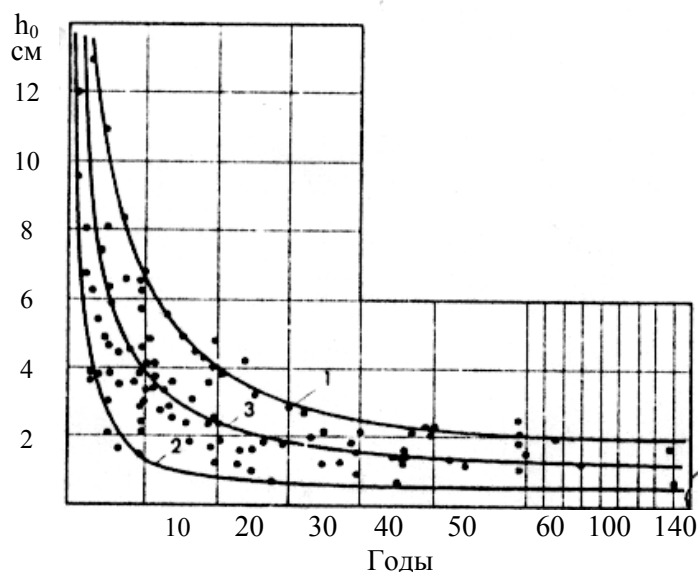


Рис. 5. Зависимость суммарной осадки и сработки торфа от времени после осушения болота: 1 – максимальные предельные значения; 2 – минимальные предельные значения, 3 – средние

ны (Италия), где идет оседание ложа болот; по некоторым болотам Польши и Англии, где, как сообщают авторы, торф выгорал.

Средние значения суммарной осадки и сработки торфа рассчитываются по формуле

$$h_0 = 5,9 \cdot 0,91^\tau + 1,2,$$

(6)

где τ – число лет после осушения, h_0 – в см.

При сельскохозяйственном использовании осушаемых болот осадка и сработка торфа составляет 1,5...3 см в год при использовании земель под пашней и 0,8...1,5 см в год – под лугами.

Уменьшение суммарной осадки и сработки торфа до минимально возможных значений (1,4 см/год на 10-й год после осушения, 0,6 см/год на 30-й год после осушения) является одной из основных задач в проблеме сохранения органического вещества торфа. Для уменьшения осадки и сработки торфа применяются как мелиоративные мероприятия (строгое соблюдение нормы осушения и обеспечение оптимальной влажности почвы), так и агротехнические приемы. Главными из них являются: выращивание на торфах многолетних трав, снижение до минимума пропашных культур (особенно на маломощных торфяниках с глубиной торфа до 1 м), внесение удобрений и т.п. Уменьшение в 1,5...3,5 раза осадки и сработки торфа – огромный резерв для мелиоративного земледелия и обеспечения экологической безопасности сельского хозяйства.

Климатические условия влияют на осадку и, особенно, на сработку торфа. Природа болота, нормы его осушения и характер использования зависят от климата. Проявляются климатические условия, главным образом, через биохимические процессы, активность которых зависит от температуры и влажности почвы.

Предотвратить деградацию торфяной почвы и продлить срок ее эффективного использования, как свидетельствует многовековой опыт Англии, Германии, Дании, России и других стран, возможно путем снижения интенсивности осушения с использованием земель под многолетними травами.

Многолетние исследования ежегодной сработки торфа на торфяниках мощностью 2...3 м для центральной России при использовании под разными культурами позволили установить следующую закономерность: ежегодная сработка торфа в любой год через τ лет после осушения болота может быть рассчитана по формуле

$$h_c = \frac{A}{B^x} + C, \quad (7)$$

где h_c – сработка, см/год; x – показатель степени, напрямую связанный с временем, прошедшим после осушения болота; значения величин A , B , C зависят от вида сельскохозяйственного использования осушаемых земель (табл.7).

Принимая срок службы осушительных систем в пределах 30-50 лет, нетрудно подсчитать по приведенным эмпирическим формулам, что среднегодовая сработка торфа в течение 6-30 лет со времени осушения составляет 0,30 под травами и 0,72

см/год под другими культурами, а за 6-50 лет после осушения – 0,22 и 0,55 см/год соответственно.

Причём, исключаются первые пять лет интенсивной осадки, когда происходит сброс «вековых» запасов воды. Приведённые величины сработки торфа могут быть использованы при эколого-экономическом обосновании проектов. В условиях так называемого глубокого осушения эти величины достигают 1,1...1,4 см/год, что недопустимо.

Таблица 7

Постоянные, входящие в формулу для расчёта сработки торфа

Угодья	А	Б	С	х
Полевые и овощные культуры	10	2	0,37	$\sqrt{\tau}$
Луг	5,75	1,45	0,08	τ

2.2. Типы водного питания

Устанавливают тип водного питания (ТВП) на основе анализа причин переувлажнения почв по материалам геолого-гидрогеологических, почвенно-мелиоративных и других изысканий и исследований. Различают следующие пять основных типов водного питания: атмосферный, грунтовый, грунтово-напорный, склоновый и намывной.

При **атмосферном типе водного питания** основным источником избыточной влаги являются атмосферные осадки, выпадающие в пределах рассматриваемого объекта. Он свойственен землям с плоским, равнинным рельефом и слабопроницаемыми почвами. Переувлажнение происходит за счет поверхностных вод, скапливающихся в понижениях, и верховодки. Грунтовые воды участия не принимают, так как залегают глубоко, а приток их со стороны отсутствует (рис. 2,а).

При **грунтовом ТВП** переувлажнение происходит под влиянием неглубоко залегающих грунтовых вод (на глубине меньшей, чем необходимая для земледелия норма осушения) и их притока со стороны склонов, сложенных проницаемыми грунтами (рис.2,б). Соответственно этому выделяют бассейн или поток грунтовых вод. Интенсивность грунтового питания возрастает по направлению от водораздела к понижениям рельефа. Этот тип свойственен низинным болотам, супесчаным и песчаным почвам.

Грунтово-напорный ТВП характерен для земель, на которых ниже грунтовых (безнапорных) вод залегают водоносные пласты, содержащие напорные воды. Величина напора может быть определена бурением скважины. Уровень воды в ней устанавливается выше уровня грунтовых вод, а нередко и выше поверхности земли (скважина фонтанирует). За счет напора происходит постепенное подпитывание грунтовых вод через относительный водоупор (рис. 2,в) или «гидрогеологические окна» в нем – древние ложбины стока, трещины (рис. 2,г).

Этот тип водного питания свойственен землям, расположенным в глубоких котловинах и на притеррасных частях пойм. Такие участки трудно поддаются осушению.

Склоновый (делювиальный) ТВП характерен для равнин, на которые вода поступает со склонов в виде поверхностного стока.

Намывной (аллювиальный) ТВП обычен для речных и озерных пойм, переувлажненных за счет периодического затопления водами в период половодья или дождевых паводков. При намывном водном питании формируются почвы, ежегодно удобряемые при разливах рек плодородным наилком.

Часто в пределах одного участка встречается несколько типов водного питания. В этом случае говорят о смешанном ТВП. Однако при назначении методов осушения исходят из основного, наиболее сложного типа водного питания. По степени сложности они располагаются в следующем порядке: грунтово-напорный, грунтовой, намывной, атмосферный, склоновый. На низинных болотах основными являются грунтово-напорный и грунтовой ТВП, остальные также учитывают при проектировании осушительной сети.

С типами водного питания, положением болот в рельефе тесно связано содержание в почве зольных элементов. На водоразделах и верхних частях склонов, где единственным источником водного питания являются атмосферные осадки, элементы питания растений поступают только с ними (концентрация растворенных минеральных веществ в осадках за сезон не превышает 5 кг/га азота и 3 кг/га калия). Выпадающие осадки просачиваются в почву и, стекая, выносят из неё питательные вещества, тем самым, обедняя её и одновременно загрязняя реки и озера. Наиболее плодородные торфяные почвы располагаются на нижних частях склонов и в понижениях, куда зольные элементы приносятся поверхностными, грунтовыми и напорными водами.

2.3. Водный баланс осушаемых земель

Водный баланс – количественная характеристика типа водного питания. Он определяется соотношением между приходом и расходом влаги в почве за определенный отрезок времени.

Приходную часть водного баланса составляют: атмосферные осадки (P), приток поверхностных (P_n), грунтовых (P_r) и напорных (P_h) вод, конденсация влаги на поверхности и в почве (K).

Расходную часть баланса составляют суммарное испарение (E_c), поверхностный сток (C) и сток грунтовых вод за пределы участка (O_r). Схема формирования водного баланса показана на рис. 6.

Для решения уравнения водного баланса используют материалы наблюдений метеорологических станций за осадками, гидрогеологических

(приток, отток подземных вод), гидрологических и почвенных исследований и изысканий.

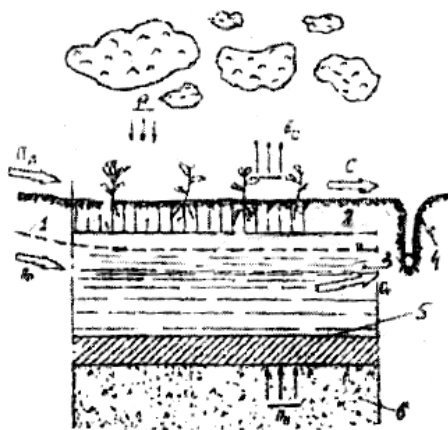


Рис. 6. Схема формирования водного баланса почвы: 1 – уровень грунтовых вод; 2 – корнеобитаемый слой почвы; 3 – грунтовые воды; 4 – река (канал); 5 – водоупор; 6 – напорный водоносный горизонт

За многолетний период для любого объекта разность между приходом и расходом влаги равна нулю, что обусловлено законом сохранения вещества.

Для коротких периодов (обычно балансы составляют для вегетационного периода, а нередко – по месяцам и декадам) это положение недействительно. В этом случае разность между приходом и расходом равна ΔW :

$$\Delta W = W_1 - W_2, \quad (8)$$

где ΔW – изменение запасов влаги за расчетный период на поверхности земли, в почве и в слое, занятом грунтовыми водами; W_1 – указанные запасы влаги в начале расчетного периода; W_2 – то же в конце расчетного периода.

риода.

Для определения ΔW проводят наблюдения за изменением уровней поверхностных вод (озера, реки, крупные западины и пр.), за влажностью почвы и уровнями грунтовых вод.

Уравнение водного баланса для осушаемого массива или его части может иметь вид:

$$(P + P_n + P_r + P_h + K) - (E_c + C + O_r) = \Delta W \quad (9)$$

Входящие в уравнение элементы водного баланса выражают в мм или $\text{м}^3/\text{га}$. Соотношение между ними – $1\text{мм} = 10\text{ м}^3/\text{га}$. Под влиянием осушения изменяется в основном расходная часть баланса, так как способы осушения направлены на увеличение дренированности территории.

Для количественной оценки влагообмена почвы с грунтовыми водами, т.е. разности между инфильтрацией и испарением с поверхности грунтовых вод, составляют частные уравнения водного баланса, такие как баланс грунтовых вод, баланс влаги в зоне аэрации.

Баланс грунтовых вод описывается уравнением

$$P_r + P_h - O_r \pm g = \mu \Delta H, \quad (10)$$

где g – водообмен грунтовых вод с почвогрунтами, $g = I_r - \Phi_r$, I_r – испарение с поверхности грунтовых вод (отток по капиллярам в почвогрунты); Φ_r – инфильтрация атмосферных осадков до поверхности грунтовых вод; μ – водоотдача грунта; ΔH – изменение глубины грунтовых вод за расчетный период. Величина водообмена осушаемой почвы с грунтовыми водами является важнейшей составной частью её водного режима.

Основным приходным элементом водного баланса являются атмосферные осадки, расходным – суммарное испарение. Только при намыв-

ном ТВП преобладающее значение в питании имеет приток поверхностных вод, а при грунтово-напорном – приток напорных вод. Интенсивность грунтово-напорного питания редко превышает 0,6 мм/сут, хотя на участках болот в глубоких понижениях рельефа может превышать 1,5...1,8 мм/сут, что близко к среднегодовой величине осадков. В этих местах обычно встречаются восходящие родники.

Осушительная мелиорация направлена на уменьшение приходной и увеличение расходной части водного баланса. Можно воздействовать на все элементы водного баланса, включая атмосферные осадки, например, очисткой поверхности земли от снега (практикуется в районах Севера), задержанием поверхностных вод в водоемах на склоне или ограждение участка дамбами.

Приток грунтовых вод можно уменьшить устройством скважинного водозабора подземных вод. Суммарное испарение можно увеличить насаждениями деревьев с высокой способностью транспирации (эвкалипт, тополь и др.), что практикуется в осушении дорожного полотна. Основное направление осушения – увеличение поверхностного стока и оттока грунтовых вод путем искусственного дренирования.

Контрольные вопросы

- 1. Для чего необходима гидрологическая информация при мелиорации болот?*
- 2. Что такое обеспеченность? При какой обеспеченности (2% или 10%) надежнее осушение?*
- 3. Назовите основные типы гидрогеологических условий, характеризующие взаимосвязь болот с подземными водами.*
- 4. Что такое коэффициент фильтрации почвы (грунта) и правильно ли называть его скоростью движения грунтовых вод?*
- 5. Назовите основные водно-физические параметры торфяной почвы.*
- 6. Что такое водоотдача почвы и чем она отличается от недостатка насыщения почвы?*
- 7. Назовите основные особенности торфяных почв: по водному режиму, по тепловому режиму, по плодородию.*
- 8. Какая разница между словами осадка и сработка торфа? Как велика сработка торфа под разными культурами?*
- 9. Как влияет осушение болот и их использование на водно-физические свойства торфа?*
- 10. Какие типы водного питания являются основными для низинных болот, для верховых болот?*
- 11. Как можно количественно охарактеризовать тип водного питания болот?*

ГЛАВА 3. РЕЖИМ ОСУШЕНИЯ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ

3.1. Понятие о режиме осушения

Основное воздействие мелиорация оказывает на водный режим почвы, устраняя в ней избыток влаги. При этом освобожденные от воды почвенные поры заполняются воздухом, улучшается воздушный (газовый) режим почвы, повышается микробиологическая активность, усиливаются процессы окисления и разложения органического вещества. Геологическая порода, которой является торф, преобразуется в почву. Все это ведет к улучшению питательного для растений режима почвы, повышению ее плодородия.

Удаление избытка влаги улучшает не только водно-воздушный, но и тепловой режим почвы. Осушаемые земли теплее переувлажненных в среднем на 1,5...3°C. Осушение болот позволяет возделывать более теплолюбивые культуры на прилегающих землях. Обоснование мелиорации выполняется путем сравнения естественного водного режима территории (объекта мелиорации, болота) с требованиями планируемых к выращиванию культур, которые составляют оптимальный (наиболее благоприятный) водный режим земель.

Для нормального роста и развития растений необходимы свет, тепло, питательные вещества, воздух и вода. Все эти факторы взаимно незаменимы и для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур должны быть в оптимальном сочетании. Как недостаток, так и избыток того или иного фактора приводит к снижению плодородия почвы и урожайности. Для каждого вида и даже сорта сельскохозяйственных растений существуют свои оптимальные условия для фотосинтеза и получения максимального урожая. Знание их – неперемное условие рационального регулирования водного режима почв с помощью осушения.

3.2. Оптимальный водный режим почвы

Оптимальный режим для сельскохозяйственных растений характеризуют следующие показатели: оптимальная влажность почвы, норма осушения, допустимая продолжительность затопления почвы и критическая глубина залегания уровня грунтовых вод.

Оптимальная влажность почвы – влажность, при которой корневая система растений не испытывает недостатка влаги, необходимой для роста и развития.

Оптимальная влажность характеризуется двумя значениями, в пределах которых должна изменяться влажность в корнеобитаемом слое почвы. Верхний предел допустимой влажности почвы определяется минимальным значением ее аэрации. Влажность почвы не должна превышать при выра-

шивании овощных культур 60...70% полной влагоемкости (пористости), для зерновых культур – 70...80% и для трав – 80...85%.

Нижний предел влаги в почве, при достижении которого может произойти устойчивое увядание растения, зависит от сосущей силы его корней и вида почвы. Растению доступна из почвы только та влага, которая удерживается капиллярными и молекулярными силами под давлением меньшим, чем сосущая сила растений.

С ростом растений сосущая сила увеличивается, а при их старении – постепенно уменьшается. Нижний предел допустимой влаги зависит от влажности завядания растений, он колеблется в широких пределах в зависимости от почв, а у торфяных почв – от степени разложения и зольности торфа. Нижний предел оптимальной влажности приближенно оценивается в зависимости от вида почв и растений следующими величинами: для трав – 50...60%, для зерновых – 45...50%, для овощных и технических культур – 40...45% пористости почвы.

Оптимальная влажность торфяной почвы при выращивании сельскохозяйственных культур на осушаемых землях, с учетом вышеизложенного, составляет 40...85% пористости почвы, или 60...100% предельной полевой влагоемкости почвы. Причём, бóльшие значения соответствуют влаголюбивым культурам (травы, овес) и торфяным почвам низинных болот, меньшие – засухоустойчивым культурам (многие овощи).

Оптимальная влажность почвы изменяется в процессе вегетации растений: в период всходов влажность должна быть больше, чем в период созревания сельскохозяйственных культур.

Оптимальная влажность должна быть обеспечена в активном слое почвы, толщина которого зависит от глубины проникновения корней растений и плодородия почвы по ее профилю. На осушаемых землях корневая система растений редко проникает на глубину более 80...100 см, за исключением отдельных видов трав (например, кострец). Мощность активного слоя почвы, в котором должна поддерживаться влажность в оптимальных пределах, составляет 20...30 см в начале вегетации, 30...50 см в середине и до 50...80 см в конце вегетационного периода.

В условиях избыточного увлажнения, когда почвенные поры полностью заполнены водой, корни растений «задыхаются» от недостатка кислорода в почвенном воздухе, что вначале угнетает, а при длительном воздействии избытка влаги ведет к гибели растений. В переувлажненной почве происходят анаэробные (без доступа воздуха) процессы разложения органического вещества, при этом образуются закисные соединения, которые недоступны растениям, возрастает кислотность почвы, происходит ее оглеение. Микробиологические процессы в почве при этом угнетены, что снижает плодородие почвы и урожая.

Основным показателем воздушного режима почвы, степени ее аэрации является свободная порозность почвы, определяемая как разность

между пористостью почвы и ее влажностью. Объем воздуха в корнеобитаемом слое почвы для нормального газообмена ее с атмосферой (удаление углекислоты и поступление кислорода в почву) не должен опускаться ниже 15...20% объема пор при выращивании трав, 20...30% – при возделывании зерновых культур и 30...40% – овощных культур.

При оптимальной влажности почвы водопотребление растений не лимитируется содержанием воды в почве. Потребность культур в воде ориентировочно оценивается коэффициентом водопотребления, под которым понимается суммарный расход воды культурой на формирование единицы товарной продукции (включая расход воды на транспирацию и испарение с поверхности почвы). Коэффициент водопотребления выражают в кубических метрах воды на тонну продукции. Суммарное водопотребление E при плановой урожайности $У$ можно рассчитать по формуле

$$E = K_v U, \quad (11)$$

где K_v – коэффициент водопотребления.

Коэффициенты водопотребления изменяются в широких пределах в зависимости от метеорологических условий конкретных лет, почв и уровня агротехники. При этом отмечается характерная особенность: коэффициенты водопотребления уменьшаются с улучшением агротехники и ростом урожайности. Так, в Московской области на торфяных почвах коэффициенты водопотребления капусты составляют 50 м³/т при урожайности 900 т/га и 65 м³/т при урожайности 50 т/га; многолетних трав – 400 м³/т при 130 т/га и 1000 м³/т при урожайности сена 40 т/га. В таблице 8 приведены коэффициенты водопотребления K_v сельскохозяйственных культур на осушаемых землях.

Повышение уровня агротехники, улучшение почвы, внесение удобрений ведут к росту урожайности и одновременно к более экономному использованию водных ресурсов.

Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур за вегетационный период при современном уровне ведения сельского хозяйства составляет 4000...6000 м³/га (400...600 мм).

Таблица 8

Коэффициенты водопотребления

Культура	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
Многолетние травы (сено)	420...950
Капуста	50...90
Картофель	70...150
Корнеплоды	50...140
Кукуруза (зеленая масса)	50...80
Морковь	100...120
Огурцы	160...180

Водопотребление растений при оптимальной влажности почвы составляет 90...100% испаряемости E_0 (испарение с водной поверхности). При недостатке влаги в почве снижение водопотребления допустимо до $E = 0,7E_0$, так как дальнейшее уменьшение водопотребления ведет к задержкам в развитии растений и потерям урожая.

Запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы в вегетационный период определяются весенними влагозапасами и зависят от величины атмосферных осадков, капиллярного подпитывания почвы из нижележащих ее слоев и от грунтовых вод. Особенно велика роль последнего фактора именно на осушаемых болотах, характеризующихся неглубоким залеганием уровней грунтовых вод. Следует иметь в виду, что одно осушение не в состоянии обеспечивать поддержание влажности почвы в оптимальных пределах, особенно в засушливые годы, поэтому для наиболее требовательных культур (овощи, многолетние травы) оно дополняется увлажнением, поливами. Осушительно-увлажнительные системы проектируют и строят при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Норма осушения. Поскольку оптимальная влажность почвы зависит от предельной полевой влагоемкости, а та, в свою очередь, от глубины залегания уровней грунтовых вод, то последняя может выступать в качестве показателя оптимальности водного режима при осушении болот грунтового и грунтово-напорного питания. Научными исследованиями установлено, что между урожаями сельскохозяйственных культур и глубинами залегания уровней грунтовых вод существует тесная зависимость, которая в обобщенном виде для песчаной почвы представлена на рисунке 7. По оси ординат отложены относительные величины урожая сельскохозяйственной культуры, полученного на той же почве в тот же год.

На кривой связи урожая $У$ с глубиной грунтовых вод H можно выделить пять характерных участков и точек: 1) При малых H растения не дают урожая ($У = 0$) из-за избытка влаги (почти все поры в почве заполнены водой) и недостатка воздуха (точка a); 2) Нарастающая ветвь (участок $a-b$).

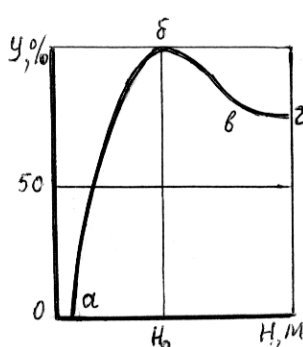


Рис.7. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур ($У$) от глубины залегания уровней грунтовых вод (H)

Урожаи увеличиваются при понижении уровней грунтовых вод и одновременном снижении влажности почвы; 3) Экстремум при $H = H_0$ соответствует оптимальному соотношению между влажностью и аэрацией почвы (точка b и прилегающая зона); 4) Нисходящая ветвь (участок $b-v$). Урожай уменьшается при понижении уровней грунтовых вод на глубину $H > H_0$; 5) Ветвь почти параллельна оси абсцисс (участок $v-г$). Связь между урожаем и глубиной грунтовых вод при больших H отсутствует. Грунтовые воды в этом случае не принимают участия в водоснабжении активного слоя почвы.

Рассмотрим характерные точки и участки кривой связи на примерах конкретных культур. При залегании уровней грунтовых вод близко к поверхности почва переувлажняется, многие культуры вымокают, урожай дают лишь влагоустойчивые культуры (осока, канареечник и др.). Капуста

на торфяных почвах, например, не дает урожая (лист растет, а кочан не образуется) при глубине залегания грунтовых вод 30...45 см (точка *a*).

Урожай не зависит от глубины грунтовых вод (участок *в-г*), когда последняя значительно превышает высоту капиллярного поднятия влаги в почве. На песчаных почвах урожай не зависит от уровня грунтовых вод при глубине их залегания более 1,5 м, на супесчаных – при 2...2,5 м.

Наибольший интерес представляет точка *б*, соответствующая максимальному урожаю, который обеспечивается при глубине грунтовых вод H_0 . Эту глубину принято называть оптимальной глубиной грунтовых вод, или нормой осушения.

Под нормой осушения понимают переменную во времени глубину залегания уровней грунтовых вод, которую надо поддерживать на осушаемой площади в различные фазы развития культуры, а также и в невегетационный период. Норма осушения зависит от вида культуры, капиллярных свойств почвы, гидрогеологических и метеорологических условий, а также от климата.

На рис. 7 не случайно показана кривая связи урожая со средней глубиной грунтовых вод на песчаных почвах, поскольку они отличаются малой высотой капиллярного поднятия и низкой водоудерживающей способностью, что позволяет четко распознавать эту связь. На торфяных почвах получены иные кривые, содержащие участок кривой *a-б*, оптимум в виде купола и несколько снижающуюся правую ветвь кривой (рис. 8).

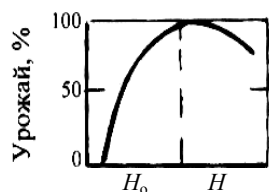


Рис. 8. Зависимость урожая от глубины грунтовых вод на низинной торфяной почве

Кривая на рис. 8 свидетельствует о том, что для получения урожая недоосушенная торфяная почва (левая ветвь кривой) опаснее переосушенной (при $H > H_0$). За вегетационный период в Нечерноземной зоне в активный слой торфяных почв поступает из грунтовых вод до 150...250 мм воды при залегании их на глубине $H = 1$ м, до 100...150 мм при $H = 1,5$ м, до 30...60 мм при $H = 2$ м.

В отдельные периоды на торфяных почвах капиллярное подпитывание может достигать 2...2,5 мм/сут. Поэтому рациональное регулирование уровней грунтовых вод на осушаемых землях с помощью осушительно-увлажнительной сети – неперемнное условие обеспечения оптимальной влажности почвы для получения высоких урожаев.

Норма осушения изменяется во времени: она минимальная в начале вегетационного периода и достигает максимума в период формирования урожая. Выделяют обычно предпосевные и средние за вегетационный период нормы осушения.

Предпосевная норма осушения определяется условиями проведения весенних полевых работ. В этот период грунтовые воды должны быть понижены на такую глубину, чтобы почва была проходима для сельскохозяйственной техники, выдерживала удельное давление на грунт не менее

20 кПа и не была липкой. Минимальные предпосевные нормы осушения на торфяных почвах составляют 40...50 см при выращивании трав и зерновых культур и 50...60 см – овощных.

В условиях нормального (оптимального) осушения основная масса корней (60...95%) располагается в верхнем 0...20 см слое торфяной почвы, в слое 20...40 см размещается 20...25% корней у технических культур и до 10% у трав. Глубже этого слоя проникают отдельные корни корневищных трав (кострец безостый – до 16%). Средние за вегетационный период нормы осушения (H_0) торфяных почв представлены в таблице 9.

Нормы осушения уменьшают для культур с мелкой корневой системой и большим водопотреблением, малотребовательных к аэрации и температуре почвы, для почв со слабовыраженными капиллярными свойствами. Для пастбищ нормы осушения на торфяных почвах, с целью повышения устойчивости травостоя от вытаптывания, принимают на 15...20 см больше, чем при использовании их под луг.

В распределении норм осушения по территории страны выражена географическая зональность. К югу нормы осушения уменьшаются в связи с повышением засушливости климата по сравнению с центральными районами Нечерноземной зоны. Например, средние за вегетацию нормы торфяных почв под полевые культуры составляют 100...115 см для районов Москвы, Минска, Вологды, Томска и 90 см для Омска и Красноярска.

Таблица 9
Нормы осушения торфяных почв

Угодья, культуры	Норма осушения, см
Луг	60...70
Пастбище	80
Зерновые	80...100
Технические	100...120
Овощные	90...110
Сады: ягодники (клубника, малина, смородина)	60...80
Плодовые	100...150
Лес	30...50

Норма осушения зависит от метеорологических условий конкретных лет: во влажные и холодные годы норма осушения на 10...30 см должна быть больше, чем в засушливые годы, и, наоборот, в засушливые годы она на 10...30 см меньше приведенных средних значений.

О приближенном характере норм осушения свидетельствует рис. 9, на котором приведены полученные в опытах оптимальные значения глубин грунтовых вод (норм осушения) от климатического дефицита увлажненности почвы $E_0 - P$, где E_0 – испаряемость, P – атмосферные осадки за вегетационные периоды (данные по разным регионам России, Беларуси, Украины, Англии, Германии, США, Венгрии и других стран).

Для расчета испаряемости в зависимости от основных климатических элементов использована формула Н.Н. Иванова

$$E_0 = 0,0018(25 + t)^2 (100 - a), \quad (12)$$

где E_0 – испаряемость, мм; t и a – соответственно среднемесячные температура (°C) и относительная влажность воздуха в процентах.

Расчет выполнялся для вегетационных периодов, в состав которых включены месяцы, в которые $E_0 > P$, где P – атмосферные осадки, мм.

Опытные данные распределены по полям графика неравномерно, что объясняется разной степенью изученности норм осушения в разных климатических зонах. Наиболее изучены нормы осушения для районов с $(E_0 - P) \leq 40$ мм, что соответствует многим местностям России, Беларуси, Финляндии, Германии, Швеции, Норвегии, стран Балтики. Для зоны $(E_0 - P) \geq 40$ мм использованы данные по штатам Висконсия, Индиана, Флорида, Калифорния (США).

Отклонения от средних значений H_0 во влажные и засушливые годы для зоны с $(E_0 - P)_{\text{ср.}} < 40$ мм возможны в пределах 25...37 см для пашни и несколько меньшие значения для луга. Во влажные, сырые годы необходимо поддерживать уровни грунтовых вод ниже H_0 , а в засушливые годы, наоборот, выше. Такой режим может быть обеспечен только системой двухстороннего регулирования влажности почвы, то есть осушительно-увлажнительной, особенно в районах с $(E_0 - P)_{\text{ср.}} > 50$ мм.

Для повышения плодородия почвы существенное значение имеет невегетационный период. С целью обеспечения жизнедеятельности полезной микрофлоры рекомендуются зимние нормы осушения не менее 60...70 см.

Допустимая продолжительность затопления. Допустимая продолжительность затопления – основной показатель оптимального водного режима почвы с атмосферным и намывным водным питанием при оценке требований сельскохозяйственного производства к водному режиму в весенний период. Установлено, что запаздывание сева на 10 суток снижает урожай на 15...30%.

Затопление поверхности почвы в период вегетации летом и осенью допускается только за счет выпадения осадков и только на ограниченный срок. Дождевые воды должны быть удалены с поверхности почвы на полях за 12...15 ч, на лугах и пастбищах – за 24...36 ч, из почвенного слоя мощностью 50 см – соответственно за 2...3 и 4...5 суток. Ущербы от затопления возрастают с увеличением слоя затопления и температуры воды. Затопление поверхности осушаемых земель водами, поступающими извне (речные и со склонов) не допускается. Это требование обусловлено тем, что при затоплении растения угнетаются, корневая система их остается без кислорода, урожай гибнет. Кроме того, воды паводков могут испортить урожай (например, сена), если они несут в себе илистые частицы и мусор.

Весеннее затопление земель, наоборот, во многих случаях желательно. Особенно это относится к речным поймам, которые с паводковыми водами накапливают плодородный наилкок.

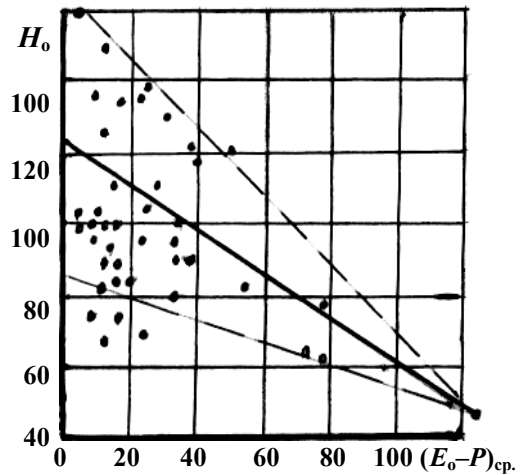


Рис. 9. Связь оптимальных глубин грунтовых вод (H_0) с среднемесячной разностью между испаряемостью и осадками $(E_0 - P)$ для периодов с значениями $E_0 > P$ при использовании торфяных почв под пашню (сплошные линии – средние значения, пунктирные – предельные значения)

Допустимая продолжительность весеннего затопления лугов и пастбищ зависит от состава травостоя. По этому показателю травы можно разделить на четыре группы: 1) не выдерживающие даже кратковременное затопление продолжительностью более 5...10 суток (клевер луговой, овсяница, райграс); 2) допускающие затопление до 12...15 суток (тимофеевка, мятлик, мышиный горошек); 3) выдерживающие затопление до 15...25 суток (кострец, полевица белая, клевер ползучий); 4) выдерживающие длительное затопление до 30...40 суток и более (канареечник, бекмания и др.).

Весеннее затопление пахотных земель под яровые культуры допускается, продолжительность его должна быть ограниченной по срокам, поскольку к посевному периоду на этих землях должна быть обеспечена необходимая норма осушения. Не допускается затопление озимых зерновых культур во избежание вымокания и потерь урожая.

Одной из важнейших задач осушения является создание условий для формирования мощной корневой системы возделываемых культур. В период вегетации на торфяных почвах она постоянно изменяется, что показано на примере двух культур в таблице 10.

Отвод избыточных вод с поверхности земли и из пахотного слоя почвы регламентируется в зависимости от их использования согласно данным таблицы 11.

Таблица 10

Изменение корнеобитаемого слоя почвы во времени, см

Номер декады от начала вегетации	Картофель	Зерновые
1	20	15
2	30	30
3	40	45
4	45	55
5	53	65
6	56	73
7	58	78
8	60	80

Таблица 11

Допустимые сроки отвода воды в вегетационный период, сут

Характер использования земель	Отвод вод			
	поверхностных	из пахотного слоя на глубину 0,20...0,25 м	с глубины 0,2 до 0,5 м	с глубины 0,5 м до нормы осушения
Полевые севообороты с озимыми культурами	0,5	1,0...1,5	2...3	4...5
Полевые (без озимых культур), кормовые и овощные севообороты, пастбища	0,5	1,0...1,5	2...3	4...5
Многолетние травы (на сено)	1,0...1,5	2,0...3,0	3...5	6...7

Критическая глубина грунтовых вод. Критическая глубина – это та же норма осушения, но при наличии минерализованных грунтовых вод. Во избежание засоления почв грунтовые воды должны быть понижены на глубину, при которой не происходит капиллярного подпитывания почвы от грунтовых вод, и, следовательно, соли не поступают в почвенный слой.

Критическая глубина всегда больше нормы осушения она возрастает с повышением засушливости климата и минерализации грунтовых вод. Например, в условиях Барабинской низменности (Западная Сибирь) критическая глубина равна 0,9 м в северных районах, 1,3 м – в центральных и 1,7 м – в юго-восточных районах. Для примера, в условиях Центральной Азии критическая глубина достигает 2,5...3 м.

Сельскохозяйственная эффективность мелиорации болот зависит от того, насколько удаётся в каждом конкретном случае обеспечить оптимальный режим осушения почвы, то есть преобразовать водный режим территории в благоприятный для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Это зависит как от знаний и мастерства проектировщика мелиоративных систем, так и впоследствии от земледельца при их эксплуатации.

3.3. Требования земледелия к осушению

Одной из задач осушительной мелиорации является ликвидация мелкоконтурности угодий, создание крупных массивов полей, позволяющих производительно использовать сельскохозяйственную технику. Это особенно важно в современных условиях при ограниченности трудовых ресурсов и применении высокопроизводительной сельскохозяйственной техники.

Производительность использования тракторов и сельскохозяйственных машин и стоимость их работ зависят от длины гона обработки. Например, производительность трактора ДТ-75 на вспашке при длине гона 200 м увеличивается на 69% по сравнению с гоном 100 м, а при гоне 500 м – на 134%.

Себестоимость обработки 1 га снижается соответственно на 40 и 58%. При этом более производительно используются земли, так как сокращаются их потери под разворотными полосами, сокращаются холостые перегоны тракторов с участка на участок и непроизводительные затраты топлива. При современных скоростях тракторов целесообразной является длина гона не менее 400 м.

Создаваемые при мелиорации поля должны быть по возможности прямоугольной формы с соотношением сторон 1:2 ... 1:5. Отдельные поля, прилегающие к рекам, лесным массивам и дорогам, могут быть более сложной конфигурации, но удобной для сельскохозяйственного использования. Минимальные площади полей при перекрестной обработке (план-

тации овощных культур, корнеплодов и др.) должны быть при длине гона 400 м в пределах 16...32 га, на лугах 8...12 га. Оптимальный размер полей для лесной и лесостепной зон по технико-экономическим и экологическим требованиям составляет 20...120 га и более в зависимости от степени лесистости и рельефа местности. Крупные поля по условиям применения техники предпочтительнее, но с увеличением площади полей возрастает опасность ветровой эрозии, усложняется отвод поверхностных вод, ухудшаются условия для жизни полевой дичи (заяц, куропатка и др.) и полезных насекомых (шмель и др.). Поэтому по границам полей и внутри них оставляют отдельные лесные массивы, деревья, пруды.

Средний размер контура пашни в центральных областях Нечерноземной зоны составляет около 5 га, более 10% площади пашни имеют размеры менее 16 га (таблица 6).

Создание крупных полей возможно только на основе комплексной мелиорации, включающей осушение отдельных болот и пониженных участков, удаление кустарников и другой древесины, планировку и выравнивание поверхности, окультуривание почвы. В пределах поля почвы должны иметь однородный (гомогенный) водный режим. В любой части поля почвы для обработки и урожай для уборки должны созревать одновременно. При нарушении этого условия укрупнение полей становится бесполезным.

Важной задачей осушения является удлинение вегетационного периода. На торфяных почвах, которые медленно оттаивают, сельскохозяйственные работы начинают задолго до их полного оттаивания. При проведении осушительной мелиорации необходимо всемерно стремиться к сокращению изъятия земельных угодий для строительства водохранилищ, различных сооружений, дорог и пр.

Контрольные вопросы

- 1. Что такое режим осушения и какова его связь с естественным водным режимом болота?*
- 2. Какие показатели используются для характеристики оптимального водного режима почвы?*
- 3. Можно ли норму осушения считать константой?*
- 4. Основные требования, предъявляемые сельскохозяйственным производством к регулированию водного режима почвы при осушении.*
- 5. В каких пределах допускается продолжительность застоя воды на поверхности и в почве для основных сельскохозяйственных культур в вегетационный период?*
- 6. Что понимается под критической глубиной грунтовых вод?*

Литература

1. Водно-болотные угодья России, рекомендованные для внесения в список водно-болотных угодий, охраняемых Рамсарской конвенцией («Теневой» список водно-болотных угодий, имеющих международное значение). – М.: Wetlandsjntemational, 1999. – 136 с.
2. Болота Западной Сибири и их роль в биосфере / Под ред. А.А. Земцова – Томск: СибНИИТ, 1998. – 72 с.
3. Дьяконов К.Н., Аношко В.С. Мелиоративная география. – М.: МУ, 1995. – 254 с.
4. Концепция мелиораций сельскохозяйственных земель в России /Под ред. Г.А. Романенко– М.: РАСХН, 2005. – 70 с.
5. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот /Под ред. Л.И. Инишевой – Томск: ЦНТИ, 2005. – 76 с.
6. Концепция (основные направления) развития мелиорации земель и их использования в Республике Беларусь. – Минск: Минсельхозпрод РБ, 1994. – 26 с.
7. Ладонин В.Ф. Стратегия земледелия России в XXI веке. – М.: Агроконсалт, 1999. – 36 с.
8. Маслов Б.С. Очерки по истории мелиорации в России. –М.:Меливодинформ, 1999.– 504 с.
9. Маслов Б.С., Нестеров Е.А. Вопросы орошения и осушения в США. – М.: Колос, 1967. – 320 с.
10. Руководство по длительному сельскохозяйственному использованию торфяных почв Нечерноземной зоны Российской Федерации / Б.С.Маслов, А.В. Колганов, В.А. Шаманаев и др. – М.: РАСХН,1999. – 96 с.
11. Система мелиоративных документов в строительстве. Основные положения СНиП 10-01-94. – М.: Госстрой РФ, 1994
12. Торфяные ресурсы РСФСР. – М.: Торфгеология, 1991. – 99 с.
13. Удолов Ф.В. Экономические правила // Тр. ВЭО. Ч. 17. – 1971.

«Замечено, что болотная топкая почва, будучи обсушена, много претерпевает от летних жаров и засухи. Поглощая в себя солнечные лучи, разгорячается она чрезвычайно, получает трещины, все на поверхности ее вянет и умирает. О сем должно подумать при самом производстве осушения и заблаговременно сделать будущее орошение или увлажнение отводенного места»

А.И. Стойкович, 1827

«Счастливая мысль приспособить дренаж к подземному орошению должна со временем осуществиться на деле, а тогда мы можем смело сказать, что покорили все стихии природы: землю, воздух, воду и теплоту»

А.И. Фалевич, 1860

Часть II

ОСУШЕНИЕ. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Глава 4. Методы и способы осушения

Глава 5. Регулирующая сеть

Глава 6. Ограждающая осушительная сеть

Глава 7. Проводящая осушительная сеть

Глава 8. Регулирование водоприемников

Глава 9. Мелиорация заболоченных пойм. Польдеры

Глава 10. Осушение с машинным водоотводом

Глава 11. Увлажнение осушаемых торфяных почв

Глава 12. Гидротехнические сооружения на осушительной сети. Дороги

Глава 13. Осушение заболоченных лесов и парков

Глава 14. Осушение болот для добычи торфа

ГЛАВА 4. МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ

Осушение – устранение избытка воды с поверхности земли, из почв и грунтов. Сушение производится в сельском и лесном хозяйстве, при строительстве дорог, аэродромов, промышленных предприятий, при добыче полезных ископаемых, освоении территорий под города и сельские населенные пункты, для санитарного улучшения местности (например, противомаларийные мелиорации) и других целей.

В осушительной мелиорации сельскохозяйственного назначения термины «метод» и «способ», являющиеся в обыденной жизни синонимами, различаются по смыслу. Метод осушения – принцип воздействия на факторы переувлажнения или направленность мероприятий по устранению избыточной увлажненности земель. Способ осушения – один из инженерных приемов, удовлетворяющих данному методу, или – сочетание технических и агротехнических приемов осушения земель.

4.1. Методы осушения

Метод осушения устанавливают в зависимости от типа водного питания земель. Различают пять основных методов осушения: ускорение поверхностного стока (при атмосферном ТВП); понижение уровней грунтовых вод и ускорение внутреннего стока (при грунтовом ТВП); понижение пьезометрических уровней (напорных вод) и уровней грунтовых вод (при грунтово-напорном ТВП); уменьшение притока воды со склонов и перехват склонового поверхностного стока (при склоновом ТВП); ускорение руслового стока и защита территорий от затопления паводковыми водами (при намывном ТВП).

Все методы осушения направлены на увеличение расходных элементов водного баланса и уменьшение приходных.

4.2. Способы осушения

Способ осушения устанавливается исходя из метода осушения и типа водного питания земель. Способы осушения включают гидротехнические средства (устройство каналов, закрытого горизонтального и вертикального дренажа), агро-мелиоративные мероприятия (глубокое рыхление почвы, профилирование поверхности и др.), противоэрозионные мероприятия (лесопосадки, лункование склонов и др.), а также агротехнические приемы (оструктурирование почвы, повышение мощности гумусового слоя и др.).

К способам осушения относится биологический дренаж, под которым понимают насаждения из деревьев с высокой транспирационной способностью, например, вдоль дорог для осушения дорожного полотна. Для ускорения поверхностного стока устраивают каналы и выводные борозды,

проводят планировку поверхности с засыпкой понижений; для понижения уровней грунтовых и напорных вод применяют горизонтальный и вертикальный дренаж, каналы и дрены для перехвата потока грунтовых вод; для перехвата и ограничения притока воды со склонов устраивают оградительную сеть нагорных каналов; для ускорения руслового стока и предотвращения затопления почвы проводят регулирование русел рек, обвалование земель, регулирование речного стока (устройство водохранилищ, переброска части стока в другие реки и т.п.)

Выбор способа осушения производится в зависимости от природных условий на основе технико-экономических расчетов. Способ осушения определяет принципиальную схему и конструкцию основного элемента осушительной системы – ее регулирующую сеть.

4.3. Осушительная система и ее основные элементы

Осушительной системой называют комплекс инженерных сооружений и устройств для регулирования водного режима болот и заболоченных земель в соответствии с потребностями сельскохозяйственного производства.

Осушительная система состоит из регулирующей, ограждающей и проводящей сети, водоприемника, гидротехнических сооружений на сети, дорожной сети, природоохранных сооружений и устройств, эксплуатационной сети. В состав осушительной системы входят также сами осушаемые земли.

Регулирующая сеть служит для сбора и удаления с осушаемой территории избыточных поверхностных и грунтовых вод. С её помощью непосредственно регулируется водно-воздушный режим почвы в соответствии с потребностями сельскохозяйственных культур.

Ограждающая (оградительная) сеть предназначена для перехвата поверхностных и грунтовых вод, поступающих на осушаемую территорию извне, с прилегающих территорий. Собираемые как оградительной, так и регулирующей сетью избыточные воды отводятся в проводящую сеть или непосредственно в водоприемник.

Проводящая сеть служит для транспортирования воды из регулирующей и оградительной сети за пределы осушаемой территории в водоприемник. Водоприемник принимает воду, собираемую осушительной сетью (регулирующая, оградительная и проводящая сеть). В качестве водоприемника используют реки, озера, балки, овраги.

Гидротехнические сооружения предназначены для управления потоком воды при ее отводе и перераспределении, а также для предотвращения размывов и заиления каналов и дрен.

Дорожная сеть (дороги, мосты, переезды и пр.) обеспечивает беспрепятственный въезд и выезд транспорта и сельскохозяйственной техники на

любое поле осушаемого массива в нужные по требованиям сельскохозяйственного производства сроки.

Природоохранные сооружения и устройства применяют для охраны и улучшения естественных ландшафтов и рекреационного использования осушаемых земель.

Эксплуатационная сеть служит для контроля и надзора за работой всех звеньев осушительной системы и обеспечения ее безупречной работы. Она включает здания, линии связи, эксплуатационные дороги, гидрометрические посты и т.п.

Осушительные системы в зависимости от конструкции регулирующей сети делят на открытые и закрытые. В **открытых системах** регулирующая сеть представлена открытыми каналами. В зависимости от назначения эти каналы называют осушителями (служат для понижения уровней грунтовых вод) и собирателями (служат для ускорения поверхностного стока). Каналы регулирующей сети размещают, как правило, параллельно друг к другу на расстояниях, обеспечивающих необходимые нормы осушения в соответствии с требованиями сельскохозяйственного использования земель. Для осушения отдельных тальвегов, вытянутых понижений вместо систематической сети каналов применяют одиночные тальвеговые каналы.

На рис. 10 показан фрагмент осушительной системы, регулирующая сеть которой представлена открытыми каналами и закрытым дренажем. Проектирование сети рассмотрено в разделах 5.3 и 7.2.

Открытые системы в настоящее время используют ограниченно, только при предварительном осушении болот, осушении лесов и малопродуктивных сенокосов.

В **закрытых осушительных системах** вся регулирующая сеть и часть проводящей выполнена из закрытых дрен и коллекторов – подземных трубчатых водоводов. Функции осушителей выполняют закрытые дрены, собирателей – закрытые собиратели.

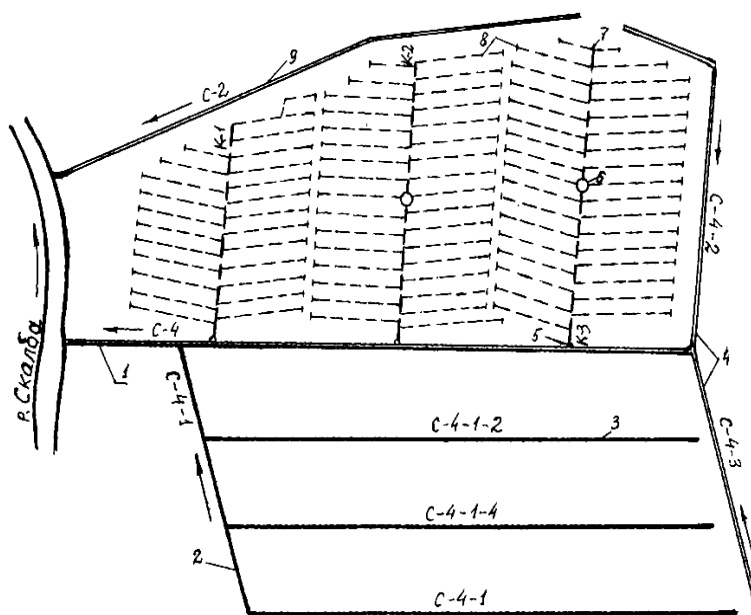


Рис. 10. Схема осушительной системы: 1 – магистральный канал; 2 – транспортирующий собиратель; 3 – канал регулирующей сети; 4 – осушитель; 5 – устье коллектора; 6 – смотровой колодец; 7 – коллектор; 8 – дрены; 9 – ловчий канал. Стрелками показано направление движения воды

Каналы оградительной сети, защищающие территорию от притока поверхностных вод, называют нагорными, а перехватывающие грунтовые воды – ловчими.

Каналы проводящей сети, в которые впадают осушители и собиратели, называют транспортирующими собирателями или открытыми коллекторами. Вместо них в закрытых осушительных системах устраивают закрытые коллекторы. В таблице 12 приведена типизация осушительных систем по основным признакам.

Таблица 12

Типизация осушительных систем

Признаки	Типы	Характеристика типов систем
По конструкции осушительной сети	закрытая	Все элементы осушительной сети выполнены в виде закрытого дренажа или закрытых собирателей
	открытая	Все элементы осушительной сети выполнены в виде открытых каналов
	комбинированная	Регулирующая и часть проводящей сети (коллекторы) выполнены в виде закрытых элементов, остальная сеть – открытые каналы
По принципу регулирования водного режима почвы	осушительные	Осушительная сеть обеспечивает только отвод избыточных вод
	осушительно-увлажнительные	Осушительная сеть и дополнительные устройства для шлюзования и дождевания обеспечивают отвод воды и подачу ее в почву
По принципу сопряжения с водоприемником	самотечные	Вода из осушительной сети в водоприемник поступает самотеком за счет гидравлической энергии потока
	с машинным водоподъемом	Вода из осушительной сети в водоприемник отводится с помощью насосов
По принципу водооборота	неводооборотные	Сток с осушаемой площади полностью сбрасывается в водоприемник
	с частично замкнутым водооборотом	Часть стока с осушаемой площади (преимущественно в летний период) аккумулируется с целью последующего использования для увлажнения сельскохозяйственных культур
	водооборотные	Весь сток с осушаемой площади задерживается в прудах для последующего увлажнения культур на той же площади
По принципу площадного размещения осушительной сети	систематического осушения	Осушительная сеть размещается равномерно по осушаемой площади
	выборочного осушения	Осушительная сеть размещается на осушаемой площади неравномерно (выборочно) с учетом местных проявлений переувлажнения

Вода из коллекторов поступает в более крупные транспортирующие собиратели, а из них по магистральным каналам отводится в водоприемник. Иногда отдельные закрытые коллекторы на небольших по площади системах выводят непосредственно в водоприемник. Поперечное сечение каналов регулирующей сети, как правило, трапецеидальное (рис. 11,а). Размеры каналов принимают исходя из расходов воды, почвенно-геологических условий и сельскохозяйственного использования земель. Вынутый при устройстве канала грунт разравнивают тонким слоем (до 20 см) вдоль канала с одной или двух сторон. Эти разровненные валы грунта называют **кавальерами**. При их устройстве между верхней границей выемки (бровкой) и основанием кавальера оставляют берму шириной 0,5...1,5 м в зависимости от глубины канала. Если вынутые почвогрунты неплодородные и могут испортить почву, то их оставляют в отвалах на низовой стороне канала (рис. 11,б). Обычно по ним проводят внутрихозяйственные и полевые дороги.

Несмотря на малую высоту кавальеров, они оказывают препятствие для поступления поверхностного стока в каналы.

Для беспрепятственного поступления воды с поверхности осушаемого поля в канал, в кавальерах при их разравнивании предусматривают разрывы и устраивают **воронки-водовыпуски**. Воронки пересекают кавальер и впадают в канал. Их приурочивают к понижениям местности с расстоянием между соседними воронками до 50...70 м. Крупные воронки-водовыпуски крепят дерном, камнем или бетонными плитами.

Нагорные каналы устраивают в виде несимметричной трапеции с более пологим верхним откосом, по которому поступает вода. Вынутый грунт разравнивают только с низовой стороны канала (рис. 11,в).

Крупные каналы проводящей сети строят трапецеидального, полигонального или параболического сечения (рис. 11,г). Последнее более устойчиво, особенно в слоистых грунтах.

Закрытый дренаж укладывают из керамических (гончарных) и пластмассовых труб. Параметры дрен (глубина, диаметр и др.) устанавливают расчетами в зависимости от природных условий и сельскохозяйственного использования осушаемых земель.

По способу отвода воды осушительные системы разделяют на самотечные и с машинным водоподъемом (системы машинного осушения).

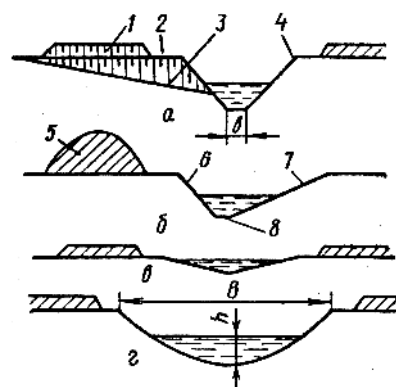


Рис. 11. Основные поперечные сечения открытых каналов: а – канал трапецеидального сечения с воронкой-водовыпуском; б – нагорный канал; в – искусственная ложбина; г – канал параболического сечения; 1 – кавальер; 2 – берма; 3 – воронка для отвода поверхностного стока; 4 – бровка; 5 – отвал; 6 – откос; 7 – верховой откос; 8 – дно

В **самотечных системах** вода из проводящей сети отводится в водоприемник самотеком, то есть за счет энергии водного потока по уклону русла канала (коллектора). В **системах машинного осушения** воду из каналов или коллекторов откачивают в водоприемник насосными станциями.

Осушительные системы, в состав которых входят дамбы для защиты осушаемых земель от затопления водами рек, озер, водохранилищ и морей, называют **польдерными**, а осушаемые земли, ограниченные дамбами, – **польдерами**. В состав польдерных систем обычно входят насосные станции, но могут и отсутствовать.

По воздействию на водный режим осушительные системы подразделяют на **системы одностороннего** и **системы двухстороннего действия**. Первые (осушительные системы) предназначены только для отвода избыточной воды. Вторые (осушительно-увлажнительные системы) обеспечивают своевременный отвод из почвы избыточных вод и подачу в нее дополнительной воды в засушливые периоды, когда влажность почвы снижается ниже оптимальной.

Осушительно-увлажнительные системы, помимо выше рассмотренных элементов, имеют увлажнительную часть, предназначенную для задержания стока, подачи и распределения по полю воды. Она включает регулируемую и подводящую распределительную сеть, водоисточник, насосные станции и регулирующие сооружения. Все или отдельные элементы осушительной системы (магистральные каналы, коллекторы, дрены, водоприемник и др.) используют для увлажнения почвы и растений.

Дороги, трассы линий электропередач и связи располагают по границам севооборотных участков и вдоль каналов, чтобы не мешать механизированной обработке полей и сократить площади выключек.

Особое внимание уделяют сохранению плодородного гумусового слоя почвы. По трассам каналов, дамб и коллекторов его заблаговременно снимают и складывают в буртах, после выполнения строительных работ его равномерно распределяют для рекультивации земель, занятых отвалами, трассами коллекторов и дрен.

Контрольные вопросы

- 1. Чем отличается метод осушения болота от способа осушения?*
- 2. Назовите основные методы осушения низинных болот.*
- 3. Из каких составных частей состоит осушительная система?*
- 4. По каким показателям типизируют осушительные системы?*
- 5. Что понимается под термином «польдерное осушение»?*
- 6. Все ли системы машинного осушения можно назвать польдерными?*
- 7. Можно ли добиться оптимального водного режима торфяных почв в разные по метеорологическим условиям годы?*
- 8. Назовите основные способы увлажнения, применяемые в осушительно-увлажнительных системах.*

ГЛАВА 5. РЕГУЛИРУЮЩАЯ СЕТЬ

5.1. Регулирующая сеть для отвода поверхностных вод

Жидкие атмосферные осадки и снег образуют поверхностный сток, который может стать дополнительно к грунтовому источником переувлажнения торфяной почвы. При атмосферном типе водного питания задача регулирующей сети сводится к ускорению отвода талых и дождевых вод, задерживающихся на поверхности и в пахотном слое почвы.

Допустимое время отвода этих вод определяется требованиями сельскохозяйственного производства к содержанию влаги в почве и к продолжительности затопления поверхности.

Требованиям своевременного отвода поверхностных вод наиболее полно отвечают открытые каналы. Каналы размещают поперек направления движения поверхностных вод, то есть поперек склона (рис 12). В этом случае время добегающего до канала воды, движущейся тонким слоем по поверхности и в виде ручейков, будет минимальным.

Время отвода воды T определяют по формуле

$$T = \frac{L}{V}, \quad (13)$$

где L – длина пути, то есть расстояние между каналами, м; V – скорость движения воды, м/с.

Время отвода тем меньше, чем короче расстояние между каналами и чем больше скорость движения воды. Расстояние между каналами назначают на основе научных исследований и опыта их применения.

Повысить скорость движения воды для сокращения срока ее отвода или увеличить расстояния между каналами можно только за счет увеличения уклона и уменьшения шероховатости поверхности почвы.

Для улучшения поверхностного стока проводят планировку поверхности с ликвидацией застойных или слабопроточных понижений. На полях с малыми уклонами и на совершенно ровных участках для ускорения отвода поверхностной воды применяют в дополнение к осушительной сети **агромелиоративные мероприятия** (борозды, гряды и др.).

Собиратели (иногда их называют гидрологические собиратели) – открытые каналы для сбора и отвода воды с поверхности и из пахотного слоя почвы (рис 13). Поскольку в их задачу не входит понижение уровней

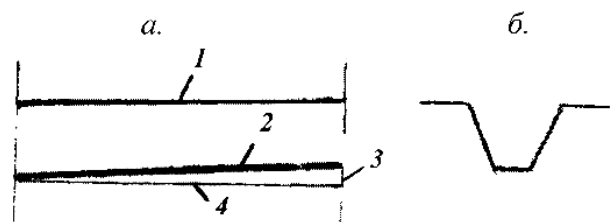


Рис. 12. Фрагмент продольного сечения канала (а): 1 – поверхность земли; 2 – дно канала; 3 – вертикальная проекция дна канала h ; 4 – горизонтальная проекция дна канала; б – поперечное сечение канала

грунтовых вод, глубина собирателей небольшая (до 0,8...1,2 м и редко более).

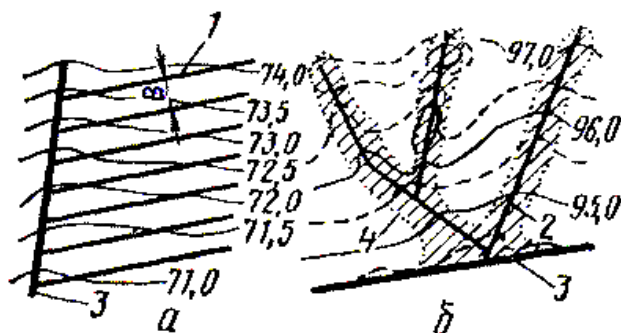


Рис. 13. Принципиальные схемы осушения земель открытыми собирателями (а) и тальвеговыми каналами (б): 1 – открытый собиратель; 2 – тальвеговый канал; 3 – транспортирующий собиратель (магистральный канал); 4 – граница переувлажненных земель (площадь земель заштрихована)

где α – угол наклона дна канала к горизонтальной поверхности. При распространенном в осушении уклоне 0,002, как следует из приведенной формулы, понижение дна канала на 1 метр происходит на длине канала $I = \frac{1}{0,002} = 500$ м. При уклонах дна многих рек $I = 0,0005$ дно опускается на 1 м на длине реки 2 км. Для уменьшения заглубления и обеспечения движения воды в собирателях их дно устраивают с минимальным уклоном 0,0005.

Собиратели проектируют прямолинейными в плане и размещают параллельно друг другу (систематическая сеть), чтобы придать полям удобную конфигурацию. При выраженном микрорельефе собиратели размещают по понижениям местности. Их называют тальвеговыми каналами. Расстояние между собирателями зависит от характера сельскохозяйственного использования земель, уклонов поверхности и климатических условий, определяющих интенсивность атмосферных осадков и испарения (табл. 13).

Таблица 13

Предельные расстояния между собирателями при осушении естественных лугов, м

Область, республика	Уклон поверхности земли		
	менее 0,0005	0,0005...0,002	0,002...0,01
Архангельская, Мурманская, Вологодская, Коми, Карелия, Ленинградская, Новгородская	60...80	80...100	100...150
Псковская	80...100	100...150	150...200
Кировская, Пермская, Свердловская, Удмуртия	100...150	150...200	200...250
Московская, Владимирская, Тверская, Ярославская	120...180	180...250	250...300

Длина собирателей зависит от размеров участков с одинаковыми уклонами, обычно она изменяется от 0,6 до 1 км и редко превышает 1,2 км. Поперечное сечение собирателей – трапеция. Ширина по дну 0,2 ... 0,5 м, заложение откосов 1:1.

При осушении земель под пашню расстояние между собирателями составляет всего 50...100 м, поэтому применять их не рекомендуется. Вместо них применяют закрытые собиратели, а на поймах – искусственные ложбины (каналы глубиной до 40 см) с пологими откосами, переезжаемыми сельскохозяйственными машинами.

Закрытые собиратели устраивают из пористых пластмассовых и керамических труб, которые для защиты от заиления обкладывают специальным фильтрующим материалом. Конструкции труб и фильтров рассмотрены ниже. На рис. 14 приведены схемы расположения закрытых собирателей на осушаемом участке в зависимости от уклона поверхности. Для осушения при атмосферном типе водного питания находят применение также кротовый дренаж и агромелиоративные мероприятия.

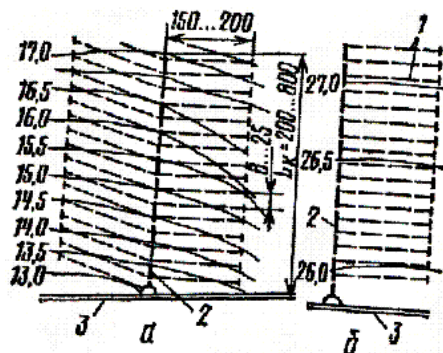


Рис. 14. Схемы размещения закрытых собирателей в плане: а – с использованием естественного уклона поверхности земли; б – с искусственным уклоном и переменной по длине глубиной; 1 – закрытый собиратель; 2 – закрытый коллектор; 3 – канал

5.2. Регулирующая сеть для понижения уровней грунтовых вод

Принцип действия регулирующей сети. Открытые осушители. При грунтовом и грунтово-напорном питании основной задачей осушительной сети является понижение уровней грунтовых вод на глубину, равную норме осушения.

Грунтовые воды на переувлажненных землях залегают в виде бассейнов или потоков, имеющих очень малые уклоны, вследствие чего отток их незначителен. Движение грунтовых вод подчиняется закону Дарси (формула 1).

Увеличения скорости движения грунтовых вод, а следовательно, и понижения их уровней можно добиться только за счет увеличения гидравлического уклона потока, или градиента напора. Для этого устраивают осушители – каналы или дрены. При этом между уровнем грунтовых вод в почве и уровнем воды в канале (дрене) образуется градиент напора, за счет которого вода оттекает к каналу (дрене).

Напор и градиент напора тем больше, чем глубже осушитель, выше залегают грунтовые воды и меньше расстояние между каналами (дренами).

В канал грунтовые воды поступают со всех сторон – через откосы и дно. Линии тока воды к каналу (с одной стороны канала) и перпендикулярные к ним линии равных напоров (экипотенциали) показаны на рисунке 15,а.

Создаваемое каналом падение напора грунтовой воды распространяется на всю глубину водоносного пласта, оно обуславливает движение воды к каналу. Если канал перерезает водоносный пласт на всю его глубину (так называемый **совершенный дренаж**), то он полностью перехватывает поток. При глубоком залегании водоупора канал лишь частично врезается в водоносный пласт (**несовершенный дренаж**), эффективность его действия меньше. На интенсивность осушающего действия канала оказывают влияние его размеры: глубина и ширина по дну.

Линии тока и экипотенциали для случая закрытой дрены, уложенной в однородном грунте, показаны на рис. 15,б. Около дрен линии равного напора имеют вид окружностей, линии тока как всегда перпендикулярны к ним. На интенсивность отвода воды, помимо глубины заложения дрен и водопроницаемости грунта, влияет диаметр дрены: чем больше диаметр, тем больше отводит дрена воды и быстрее понижаются уровни грунтовых вод. При малых диаметрах происходит резкое сужение потока и возрастают потери напора воды на вход в дрена.

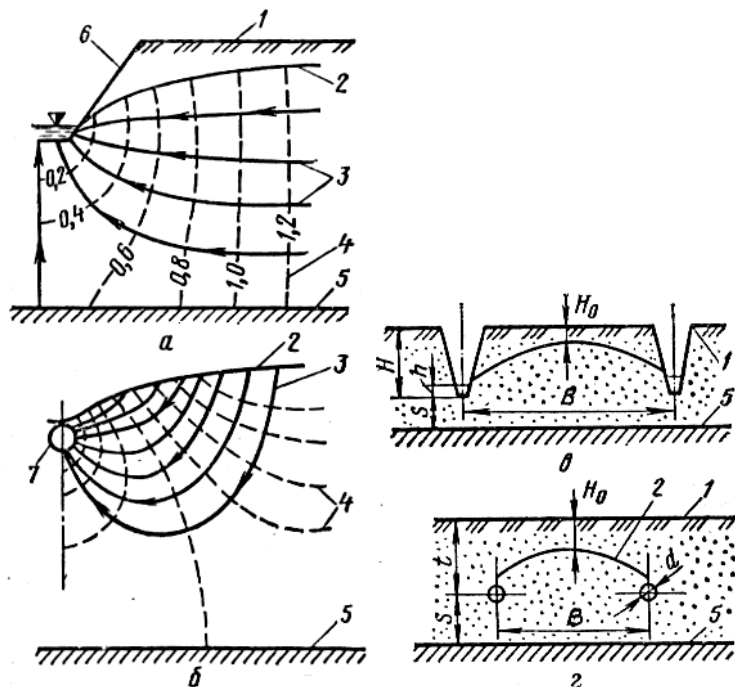


Рис. 15. Линии токов, экипотенциали и кривые депрессии при движении грунтовых вод к каналу (а) и дрене (б); кривые депрессии при совместной работе каналов (в) и дрен (г): 1 – поверхность земли; 2 – кривая депрессии; 3 – линии тока; 4 – линии равных напоров; 5 – водоупор; 6 – канал; 7 – дрена

ют потери напора воды на вход в дрена.

Под влиянием каналов (дрен) поверхность грунтовых вод из плоской преобразуется в криволинейную. Эта поверхность называется депрессионной. В поперечном сечении **кривая депрессии** напоминает параболу или логарифмическую кривую. Параметры каналов и дрен (глубины заложения, расстояния между ними и др.) принимают такими, чтобы в расчетные периоды на середине осушенных карт (междренних полос) обеспечивалась необходимая норма осушения (рис. 15,в,г). Они зависят от

почвенно-гидрогеологических условий и характера сельскохозяйственного использования земель.

Осушители размещают параллельно друг другу (систематическая сеть) поперек потока грунтовых вод (поперечная схема), то есть под острым углом к горизонталям, так как направление движения грунтовых вод обычно совпадает с уклонами поверхности (рис. 14). Продольная схема размещения допускается только при очень малых уклонах (менее 0,0005).

Грунтовые воды выклиниваются в канал (дрену) несколько выше уровня воды в них на величину, которая зависит от сопротивления грунта движению воды. Эта величина называется высотой высачивания (нависания), она составляет 20...40 см и редко более. Для понижения уровней грунтовых вод применяют открытые осушители, редкую сеть глубоких каналов, горизонтальный и вертикальный дренаж.

Открытые осушители. Открытый осушитель – канал для отвода грунтовых вод с целью понижения их уровней. Осушители в плане размещают параллельно друг другу. Длина осушителей зависит от рельефа местности и составляет 800...1500 м, иногда меньше. Выводят осушители в проводящие каналы под углом 60...90°, чаще под прямым углом. Минимальный уклон дна осушителей, необходимый для обеспечения движения и оттока воды, полагают равным 0,0005. Максимальный уклон не лимитируется, так как в практике преобладают участки с малыми уклонами. Осушители в поперечном сечении имеют трапецеидальную форму. Заложение откосов принимают равным 1 на торфяных и суглинистых почвах, а на песках и супесях – 1,5. Ширину по дну – 0,4...0,5 м.

Заложением откоса называют крутизну откоса канала и обозначают буквой m . Оно представляет собой отношение горизонтальной проекции откоса l к вертикальной проекции (глубине канала) h (рис. 16):

$$m = \frac{l}{h} \quad (15)$$

Чем меньше угол α , чем распластаннее русло канала, тем больше m . Нетрудно видеть, что $m = \text{ctg } \alpha$. При $\alpha = 90^\circ$ канал превращается в траншею с $m = 0$, при $\alpha = 45^\circ$ заложение откосов $m = 1$. Величину m иногда называют коэффициентом заложения откосов.

Глубина осушителей должна превышать норму осушения, поэтому при осушении под луга глубина осушителей составляет 1...1,2 м, под пашню 1,2...1,5 м.

Расстояние между открытыми осушителями зависит в основном от водопроницаемости почвы и направления использования земель. Рекомендуемые расстояния при осушении под луга и полевые культуры для широ-

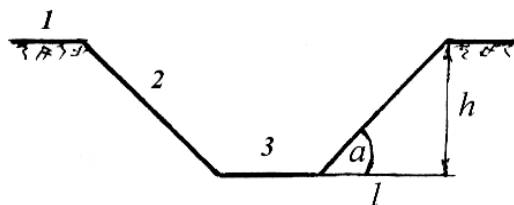


Рис. 16. Схема, поясняющая заложение откосов трапецеидального сечения: 1 – берма; 2 – откос; 3 – дно ка-

ты, совпадающей с городами Москва–Минск–Иваново–Киров, приведены в таблице 14.

Для болот с грунтово-напорным водным питанием и с мощной залежью торфа в качестве расстояний между осушителями принимают минимальные значения из вышеприведённой таблицы.

Таблица 14

Расстояния между осушителями для Центрального района, м

Сельскохозяйственное угодье	Почвогрунт		
	песок	торф низинный	торф верховой
Луг	90...125	70...100	50...60
Поле	80...100	60...80	30...40

Для других районов расстояния между каналами B приближенно можно определить по зависимости

$$B = \alpha B_T, \quad (16)$$

где B_T – расстояние между каналами, принимаемое по таблице 14, α – коэффициент пересчета, учитывающий географическое местоположение. Коэффициент α равен: для Мурманска – 0,7; Архангельска – 0,9; Сыктывкара – 0,83; Рязани, Орла – 1,05; Санкт-Петербурга – 0,9; Курска, Нижнего Новгорода – 1,1; Казани – 1,2.

Расстояние между осушителями примерно в 2,5 раза меньше, чем между собирателями. Если открытые собиратели малопригодны для осушения земель, то еще менее пригодны по тем же причинам открытые осушители. В настоящее время их применяют ограниченно и только на естественных сенокосах и при освоении под добычу торфа на удобрение. Осушители устраивают в северных районах (Мурманская область, Коми, некоторые районы Западной и Восточной Сибири), где они пока не имеют замены, так как закрытый дренаж из-за глубокого промерзания почв и высокой стоимости неэффективен. Схема осушения осушителями примерно совпадает со схемой открытых собирателей, показанной на рисунке 13,а.

Открытые каналы имеют ряд существенных недостатков. На массивах, изобилующих такими каналами, снижается производительность сельскохозяйственных машин (длина гона меньше оптимальной). В связи с тем, что каналы занимают до 12...15% осушаемой территории, снижается коэффициент ее полезного использования. Каналы требуют постоянного ухода, особенно обкашивания травы в руслах и на прилегающей полосе вдоль них для ликвидации рассадников сорняков. Поэтому использование открытых каналов для осушения земель в настоящее время не рекомендуется. Применяют их только для предварительного осушения болот, чтобы отвести воду из верхних слоев торфяной залежи и обеспечить его осадку, уплотнение, или как временную меру для осушения сенокосных угодий экстенсивного типа. Совершенствование каналов идет по пути превраще-

ния их в искусственные ложбины или замены их закрытыми трубопроводами (дренами).

Редкая сеть глубоких каналов. Редкую сеть глубоких каналов, врезанных дном в песок или гравий, иногда применяют на болотах грунтового и грунтового-напорного питания с мощной залежью торфа 1,5...3 м и более. Если дно каналов углубить хотя бы на 30...50 см в песок, подстилающий торфяник, эффективность их работы резко возрастает. Связано это с тем,

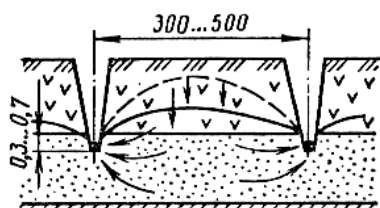


Рис. 17. Осушение болота редкой сетью глубоких каналов, врезанных дном в песок (стрелками показано направление движения воды)

что в обычные каналы вода с межканальной полосы поступает за счет горизонтальной фильтрации через слабопроницаемый торф, при этом скорость движения воды низкая и велики потери напора на преодоление сопротивлений. При заглублении каналов в песок вода фильтрует вертикально вниз по торфу (путь фильтрации 1,5...3 м вместо 60...100 м) и далее по хорошо проницаемому песку поступает в канал через дно и его откосы. Песчаный слой в этом случае

работает как пластовая дрена, облегчающая движение воды из торфа к каналам. За счет этого расстояние между каналами увеличивают до 300...500 м (рис. 17).

Положительный опыт использования редкой сети каналов, врезанных дном в песок, имеется в Рязанской и Кировской областях. При применении таких каналов уровень грунтовых вод в конце вегетации понижается до 1,5...2,5 м, освободившийся от гравитационной воды торф в состоянии принять все весенние талые воды и атмосферные осадки без переувлажнения почвенного слоя.

Недостатками этого способа осушения являются: опасность переосушения торфа и прилегающих к болоту минеральных земель; сложность и высокая стоимость крепления ложа канала, особенно нижней его части; наличие глубоких водоприемников для самотечного отвода воды, а при их отсутствии необходимость в регулировании русел рек или в машинном осушении. В связи с этим глубокие каналы не получили широкого распространения.

5.3. Закрытый дренаж

При этом способе осушения грунтовая вода собирается и отводится в проводящую сеть по отверстиям с заданным уклоном, сделанным в подпочвенном слое. Стенки отверстий (полости) обычно закрепляют каким-либо материалом или трубами (материальный дренаж), но возможен дренаж и с незакрепленными стенками. К последнему типу относится кротовый, а также щелевой дренаж. Основным элементом материального дренажа — дрена.

Закрытые дрены – это уложенные на дно траншеи трубы с отверстиями, которые принимают в себя гравитационную воду из почвы и отводят ее в проводящую сеть (рис. 18). После укладки дрен траншею засыпают грунтом.

Закрытые дрены (осушители) состоят из траншеи, трубы, фильтра и стеллажа. Траншеи с

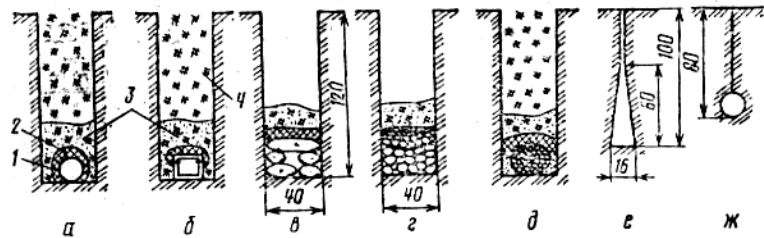


Рис. 18. Конструкция закрытых дренажей (в разрезе): а – дрена из гончарных или пластмассовых труб; б – деревянная дощатая; в – из каменных плит; г – каменной наброски; д – фашинная; е – щелевая; ж – кротовая; 1 – труба; 2 – защитно-фильтрующий материал; 3 – гумусированный грунт; 4 – смешанный грунт. Размеры указаны в сантиметрах

заданным уклоном роют дренажными экскаваторами. Ширина траншеи зависит от ширины рабочего органа экскаватора, обычно она равна 50 см. В настоящее время получают распространение узкотраншейные экскаваторы, а также технология строительства дренажа с помощью бестраншейного дреноукладчика. Основные дреноукладчики показаны на рисунке 19. В этом случае трубы укладывают в полость, сформированную в грунте специальным приспособлением экскаватора. Эти способы более производительны при использовании пластмассовых труб.

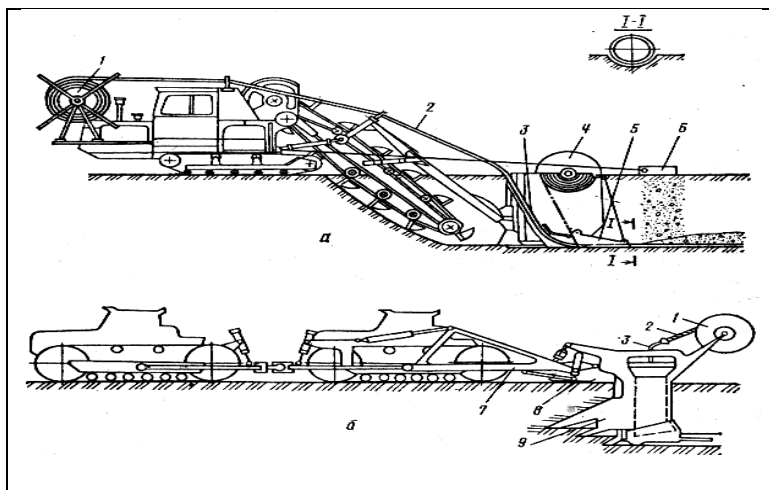


Рис. 19. Конструктивные схемы траншейного экскаватора для укладки пластмассовых дренажных труб (а) и бестраншейной дренажной машины БДМ-301А (б): 1 – барабан для дренажных труб; 2 – труба; 3 – пропускная труба; 4 – бабина защитного материала; 5 – конфузор; 6 – присыпатель; 7 – рама навески рабочего органа; 8 – опорные лыжи; 9 – рабочий орган экскаватора

По виду материала, используемого для изготовления дренажных труб, различают гончарный (керамический), пластмассовый и деревянный дренажи. Ранее применяли дренаж из местных материалов – жердевой, фашинный (из связок хвороста), каменный (из каменной наброски и уложенных плит). Наиболее распространен гончарный и пластмассовый дренаж.

Гончарный дренаж изготавливают из гончарных труб (неглазурованная керамика). Делают их из глины с добавками на специальных или кирпичных заводах. Трубы выпускают с внутренним диаметром 50, 75, 100, 125, 150, 175, и 200 мм. Толщина стенок труб диаметром 50 мм составляет 11 мм, у остальных труб – 13...25 мм. Длина труб 333 мм, трубы диаметром более 100 мм выпускают также длиной 500 мм. Для дрен ис-

пользуют трубы диаметром 50 мм, редко 75 мм. Остальные диаметры применяют для закрытых коллекторов. Выпускают круглые и многогранные (шестигранные) трубы (рис. 20).

При укладке дрен трубы соединяют встык, по возможности притирая одну к другой для обеспечения максимальной плотности. Существует правило по оценке качества укладки труб, согласно которому дренаж уложен хорошо, если при подъеме одной трубы за счет сил сцепления поднимаются 3...5 соседних.

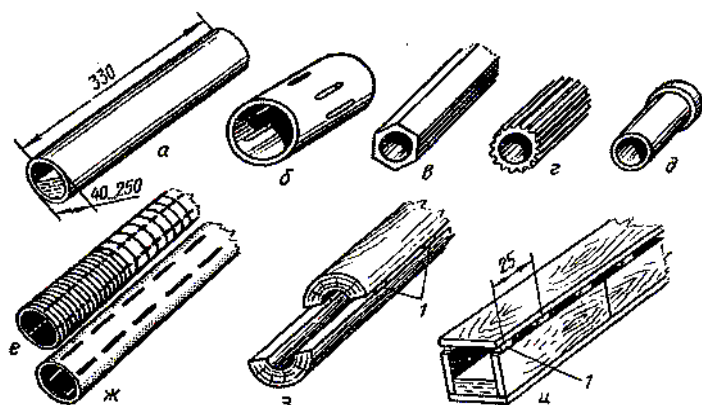


Рис. 20. Конструкция дренажных труб: гончарные: а – круглая; б – щелеванная; в – шестигранная; г – рифленая; д – раструбная. Пластмассовые: е – гофрированная; ж – гладкостенная. Деревянные: з – желобковая; и – дощатая; 1 – прокладки

Вода поступает в гончарные трубы через зазоры в стыках, которые не должны превышать 1...2 мм. При такой плотности укладки всегда обеспечивается оптимальная площадь водоприёмных отверстий (перфорации), которая составляет не менее 4...10 см² (до 20...40 см²) на метр длины дренажного трубопровода.

Для обеспечения качественного дренажа необходимо, чтобы трубы в поперечном сечении имели по внутренней поверхности форму окружности, а по наружной поверхности форму окружности или правильного многоугольника. Техническими условиями регламентируется допустимая овальность трубы (отклонения от размеров по взаимно перпендикулярным диаметрам на концах трубы), искривления по образующей цилиндра, размер перекосов.

Концы дрен из гончарных труб закрывают заглушками (керамическими или пластмассовыми пробками), камнем или керамическим щебнем (бой гончарных труб). Дрены выводят в закрытые и реже в открытые коллекторы. Наиболее ответственное место дрен – это место подсоединения их к закрытому коллектору. Сопряжение дренажных линий выполняют внахлест и реже впритык (рис. 21).

Для подсоединения в трубах пробивают или просверливают коловоротом отверстие диаметром не менее 0,8d, где d – внутренний диаметр присоединяемой дренажной трубы. Для этих целей применяют также готовые соединительные детали, изготавливаемые из пластмасс и керамики. Места сопряжений труб тщательно покрывают фильтрующим материалом и засыпают щебнем.

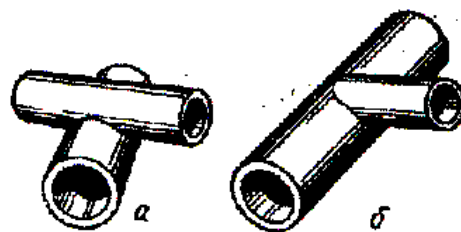


Рис. 21. Способы соединения дрен с коллектором: а – внахлест; б – впритык

Пластмассовый дренаж строят из пластмассовых труб, материалом для которых служит полиэтилен высокой плотности (ПВП) или непластифицированный поливинилхлорид (винипласт, ПВХ). Трубы изготавливают двух видов: гофрированные и гладкостенные. Гофрированные трубы имеют гофры кольцевого или синусоидального профиля, которые придают большую гибкость и эластичность жесткому материалу трубы. Их поставляют в бухтах длиной 100...200 м, гладкостенные – в хлыстах (отрезках) и ограничено в бухтах.

Гофрированные трубы из ПВП выпускают с наружными диаметрами 50, 63, 75 мм и более. Толщина стенок труб 0,8...1,2 мм. Трубы перфорированы, диаметр водоприемных отверстий 1,6 мм, на одном метре длины трубы насчитывается 750...1000 отверстий с суммарной площадью 9...20 см² на один метр длины.

Пластмассовые трубы по сравнению с гончарными имеют ряд преимуществ. Они легки, эластичны и прочны, поэтому хорошо транспортибельны (отходы практически отсутствуют), у них полностью механизирована укладка, а работа дрен надежна даже в неустойчивых грунтах. Пластмассовые трубы можно на заводе и полигоне обернуть защитным материалом или изготовить сразу трубы с фильтрами (трубы – оболочки). Строительство дренажа из пластмассовых труб можно выполнять механизировано, укладывая трубы из бухты, которая установлена на барабане экскаватора, а также полумеханизировано, опуская предварительно развернутые по трассе бухты или отрезки.

Укладку пластмассовых, так же как и всех других видов труб, начинают с устья дрены. Уложенные трубы соединяют с коллекторными трубами после фиксации их прижимной вилкой или присыпкой грунта на длине 4...5 м.

Материал пластмассовых труб быстро стареет и теряет прочность под действием ультрафиолетовых лучей и на морозе. Хранят эти трубы, укладывая на деревянный настил. При кратковременном хранении на открытом воздухе трубы необходимо укрывать брезентом, соломенными матами и другими материалами.

Деревянный дренаж бывает дощатый и желобковый (рис. 20,з,и). Дощатые дрены делают квадратного, прямоугольного или треугольного сечения с размером просвета 50×50, 75×75, 50×50×50 мм соответственно. Деревянные трубы сколачивают около траншеи в виде непрерывной трубы. Для поступления воды в трубу под потолочной доской предусматривают щель шириной не менее 3...5 мм. Желобковый дренаж делают из бревен диаметром 12...20 см. Сначала бревно распиливают на две пластины, затем в них на фрезерном станке делают полукруглое (или иной формы) отверстие диаметром не менее 50 мм и соединяют между собой гвоздями. При этом для формирования водоприемных щелей используют прокладки толщиной до 5...8 мм из нескольких слоев толя, бересты или ще-

пок. Можно делать желоб в одной пластине, а вторую, более тонкую, использовать как крышку.

Деревянный дренаж применяют только при осушении торфов. Благодаря консервирующему воздействию болотных вод на древесину срок службы его достаточно высок – не менее 20...30 лет.

Трубы всех видов укладывают в предварительно вырытую траншею одновременно с ее рытьем. Укладку осуществляют с одновременной защитой дрен от заиления. Не допускается укладка труб в траншею с водой или с разжиженным грунтом во избежание заплывания труб и закупорки отверстий в фильтрах илистыми частицами грунта. В этих случаях делают водоотлив и последующую нивелировку траншеи.

В сильно разложившемся торфе гончарные трубы укладывают только на стеллажи или на дно траншеи, укрепленное дерном или камнем. Стеллаж – деревянная подкладка под трубы. Изготавливают стеллажи из доски с прибитыми планками или из двух деревянных планок, сбитых поперечинами. Стеллажи длиной 4,5...6 м соединяют между собой гвоздями, образуя жесткую подкладку под трубы на всю длину дрены. Стеллажи предотвращают смещение труб в горизонтальном и в вертикальном направлениях, что особенно важно в торфах, которые дают неравномерную осадку. В местах пересечения дорог гончарные и пластмассовые трубы укладывают в кожух из асбестоцементных труб или заменяют их этими трубами.

После укладки труб делают контрольную нивелировку уклона дрены и присыпают ее растительным талым грунтом слоем 15...20 см, не допуская сбрасывания мерзлых комьев. Обратную засыпку траншеи проводят в день укладки дренажных труб, летом допускается разрыв между укладкой и засыпкой траншеи до 3 суток. Засыпку начинают с истока дрены.

Закрытый дренаж можно строить после предварительного осушения участка открытыми каналами только спустя 2...5 лет и более в следующих случаях: на мощных торфяниках (когда дрены укладывают в торф) во избежание деформации дрен из-за неравномерной осадки торфа; при высоком содержании в грунте железистых соединений в целях сохранения дренажа от заохривания; при наличии в грунте прослоек льда до их вытаивания; в насыпных и намытых грунтах, а также на землях после вырубki леса с выкорчеванными крупными пнями.

Защита дренажа от заиления

Основные виды деформации дрен – заиление, заохривание и зарастание корнями растений. Для предохранения дренажных труб от поступления в них частиц грунта, вымываемого поступающими в них грунтовыми водами, применяют защитно-фильтрующие материалы. Защитно-фильтрующий материал (ЗФМ) выполняет две функции – защищает дренаж от заиления частицами грунта и повышает его водопроницаемость (водозахватную) способность.

Защитный фильтрующий материал должен задерживать частицы грунта, способные заилить дренажные трубы (вынос мелких частиц не должен превышать 5...7%); не коагулировать мелкими частицами грунта, не создавать дополнительных сопротивлений движению воды в трубы; обладать необходимой прочностью для ручной и механизированной укладки дренажа; удовлетворять санитарным требованиям безопасности работы; быть химически и биологически стойким, не загрязнять дренажные воды и быть надежным в течение расчетного срока работы дренажа; иметь экономически оправданную стоимость.

Коэффициент фильтрации ЗФМ в процессе работы дрены должен превышать коэффициент фильтрации осушаемого грунта для торфов в 10, для глин в 20 раз.

Требованиям, предъявляемым к фильтрам, наиболее полно отвечают следующие материалы: 1) минеральные – гравий, песок, щебень, шлак и др.; 2) органические – мох, опилки, вереск, соломенные маты, слабо разложившийся торф (в виде крошки с размерами кусочков 1...5 см) и маты из него на основе полиэтиленовой сетки; 3) искусственные минеральные – стеклохолст, полиэтиленовый холст, ткань из нитрона и хлорина и др.

Наибольшее распространение получили различные **стеклохолсты** толщиной 0,8...1,5 мм из волокон диаметром 14...18 мм. Более прочный армированный стеклохолст ВВ-АМ позволяет механизировать укладку. Толщина его 0,7 мм, масса одного квадратного метра не превышает 100 г. Холст армирован стеклянными нитями.

Высокой прочностью и проницаемостью обладает **полиэтиленовый холст** (ПЭ-холст), который изготавливают из полиэтилена низкой плотности. Толщина его 1...1,2 мм, масса одного квадратного метра составляет 0,22...0,24 кг. Поставляют стеклохолст, ПЭ-холст, нитрон, хлорин и другие ЗФМ в рулонах. На месте рулоны разрезают на полосы необходимой ширины в зависимости от диаметра труб и способа защиты.

По требованиям охраны труда запрещается работать со стеклохолстом без рукавиц, защитных очков и марлевой повязки во избежание попадания частиц стекла на кожу и в органы дыхания.

Для защиты гончарных труб диаметром 50 мм от заиливания применяют следующие способы: обертка стыков труб сверху и с боков полосками рулонных синтетических материалов шириной 7...10 см; сплошная обертка одной лентой шириной 30 см; укладка труб на подстилочную ленту шириной 15 см с покрытием сверху полосками шириной 7...10 см.

Пластмассовые трубы лучше предварительно (до укладки) обертывать лентой шириной 20...25 см внахлест не менее чем на 3...5 см.

Для соединения труб в настоящее время стали использовать вместо защитно-фильтрующих материалов **фильтрующие муфты**, которые изготавливают из пластмасс. Муфта представляет собой полый цилиндр, в средней части которого имеется два буртика-фиксатора, между ними рас-

положены водоприемные отверстия, защищенные приклеенной полоской стеклохолста. Буртики служат упорами для труб и придают муфте гибкость. Конические концы муфты имеют поперечные гофры для герметического соединения с гончарными трубами. Длина муфт для труб диаметром 50 мм – 62 мм, масса муфты 12 г, толщина стенки 1,2 мм. На стенке имеется до 12 отверстий (щелей), возможны и другие конструкции фильтрующих муфт (рис. 22).

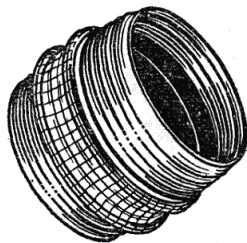


Рис. 22. Соединительная фильтрующая муфта

Хотя муфты позволяют облегчить технологию механизированного строительства дренажа, повысить производительность труда и сократить ручной труд при укладке, применять их рекомендуется ограниченно, так как муфты снижают пропускную способность дрен в результате сужения полости и возникающего дополнительного сопротивления течению воды. Предпочтительнее использовать наружные муфты.

Заохривание дрен происходит за счет выпадения железистых соединений под влиянием химических реакций и жизнедеятельности железобактерий в грунтовых водах.

Железо (марганец, алюминий и другие элементы) поступает в дренажи с грунтовыми водами в виде закисных и комплексных соединений. При контакте воды с содержащимся в дрене кислородом воздуха закисное железо окисляется, переходит в гидрат окиси железа $Fe(OH)_3$, который выпадает в осадок в виде рыхлой студенистой массы бурого цвета (ржавец). Постепенно он уплотняется и прочно удерживается на стенках труб и в фильтре.

Заохривание наблюдается при содержании двухвалентного железа в концентрации, превышающей 3 мг/л. Особенно резко оно проявляется при содержании железа более 8...14 мг/л. Устьевые участки дрен и коллектора могут полностью заилиться в течение 1...3 лет. Для предотвращения заохривания дренажа проводят профилактические мероприятия:

- перехват потоков грунтовых вод и отдельных родников с высоким содержанием железа открытым каналом;
- интенсивное предварительное осушение земель (за 3...5 лет до укладки дренажа) с высоким содержанием железа открытыми каналами, увеличение диаметров и уклонов дрен до 0,006 и коллекторов до 0,002 и более, что обеспечивает вынос образовавшихся железистых соединений;
- устройство подтопленных водой коллекторов и затопленных дрен для уменьшения воздухообмена в дренах;
- внесение в дренажные траншеи ингибиторов (известь, гипс);
- глубокое известкование и рыхление почвы для окисления железа до его поступления в дренажи. При высоком содержании железа в грунте расстояние между дренами уменьшают на 10...15%.

В период эксплуатации дренажа дренажи и коллекторы промывают дренажно-промывочной машиной.

Заращение дрен корнями растений при осушении садов и лесопарков наблюдается нечасто. Во избежание попадания корней растений в дренажные трубы коллекторы размещают на некотором расстоянии от древесных насаждений. При пересечении коллектором лесополос и живых изгородей для защиты труб от заращения предусматривают изоляцию стыков цементным раствором или соединение труб глухими муфтами. Хорошее средство борьбы с корнями – засыпка траншей топочным каменноугольным шлаком или, в крайнем случае, гравием слоем не менее 30 см. Такая засыпка повышает также эффективность дрен.

Наиболее надежный способ защиты дрен в садах – дренаж специальной конструкции. Известен французский садовый дренаж (дренаж Реролле), в котором стыки между трубами глухие, для приема воды в дрены через каждые 3...5 м опущены вертикальные трубки, которые соединяют дрены с водосборными шурфами, заполненными шлаком, щебнем или гравием. Этот вид дренажа не получил распространения из-за сложности и трудоемкости изготовления.

Второй конструкцией является перекрестный, или двухъярусный дренаж, состоящий из нижнего яруса гончарных труб диаметром 75 мм и верхнего яруса из пластмассовых труб меньшего диаметра. В точках пересечения ярусов трубы соединены между собой. Дренаж надежен, так как в случае местных закупорок дрен в любом ярусе ни одна дрена не выходит из строя.

Кротовый и щелевой дренажи

Кротовый дренаж – система дрен круглого сечения с неукрепленными стенками, равномерно распределенных по площади, устья которых выведены в каналы. Устраивают его в беспнистых слабо- и среднеразложившихся торфах.

Кротовые дрены устраивают глубиной 0,6...0,9 м при расстояниях между ними 5...10 м. Длина кротовых дрен 100...170 м (редко 200 м), уклон 0,003...0,005, диаметр 22 см.

Кротовые дрены размещают поперек уклона, выводят их в транспортирующие собиратели (коллекторы) под прямым углом. Расстояние между собирателями при двухстороннем впадении дрен достигает 350...400 м, при одностороннем – 180...200 м. Вода в кротовые дрены поступает через ножевую щель, которая хотя и засоряется грунтом, но сохраняет повышенную водонепроницаемость в течение всего срока службы дрен (рис. 18, ж). Наиболее слабый элемент кротовой дрены – устье: под влиянием сил выветривания и водных потоков оно разрушается значительно раньше, чем сама дрена. Для предотвращения деформации устьевые участки кротовых дрен закрепляют керамическими или пластмассовыми трубками. Кротовые дрены служат 3...5 лет, наблюдались случаи эксплуатации до 12 лет.

В отличие от кротового дренажа, выполняющего самостоятельные функции регулирующей сети, **кротование** – один из агрометеорологических приемов, направленных на повышение эффективности открытых или закрытых собирателей.

Кротование отличается от кротового дренажа меньшей глубиной закладки кротовин по сравнению с кротовыми дренами и отсутствием выдержанного уклона по их длине. Кротование проводят на глубину 35...60 см либо одновременно со вспашкой с помощью кротователя, прикрепляемого к одному из корпусов тракторного плуга (рис. 23), либо независимо от вспашки плугами-кротователями. Кротовины копируют уклон поверхности земли. Диаметр кротовин 6...8 см, расстояние между ними 2...5 м (рис. 24).

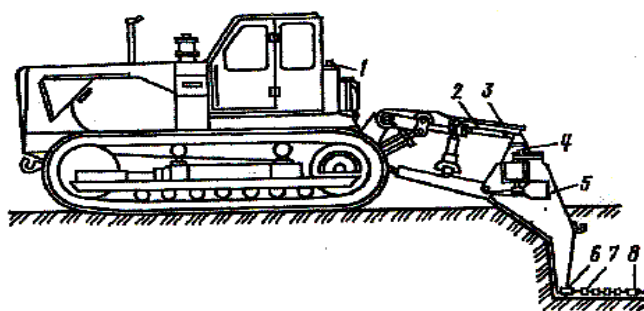


Рис. 23 Схема кротователя МД-6: 1 – трактор; 2 – гидроцилиндр поворота рабочего органа; 3 – указатель глубины; 4 – рама; 5 – нож; 6 – направляющий конус-кротователь; 7 – цепь; 8 – дреноуширитель

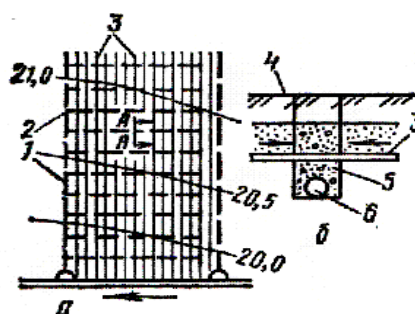


Рис. 24 Схема осушения дренами в сочетании с кротованием: а – план; б – разрез по А-А; 1 – коллектор; 2 – закрытые дренажи; 3 – кротовины; 4 – пахотный слой почвы; 5 – засыпка; 6 – дренажная труба

Кротование возобновляется через 2...3 года. Этот прием применяется при грунтовом водном питании для осушения беспнистых торфов. Обычно кротование включают в группу агрометеорологических мероприятий, к которой относят специальные приемы обработки почвы для регулирования ее влажности путем отвода избыточной воды с поверхности и из пахотного слоя почвы.

Комплекс агрометеорологических мероприятий включает узкозагонную вспашку, профилирование поверхности, выборочное бороздование, гребневание, грядование почвы, кротование, глубокое рыхление, углубление пахотного слоя почвы. На торфяных почвах наиболее эффективно кротование.

Щелевой дренаж представляет собой вырезанные в грунте щели, которые обеспечивают прием грунтовой воды и отвод ее в каналы (рис. 18,е).

Щелевой дренаж применяют только при осушении торфяников со степенью разложения органического вещества не более 45...50% во избежание быстрого заплывания щелей. Торф может включать погребенную древесину, мощность его должна быть не менее 1...1,5 м.

Щелевые дрены нарезают дренажно-дисковыми, дренажно-винтовыми или другими щеледренажными машинами. Размеры щелевых дрен – глубина 0,8...1,2 м, ширина по дну до 18 см (см. рис. 18,е). Для предохранения вырезанной в торфе щели от засыпания при сельскохозяйственных работах щеледренажные машины имеют специальное устройство – закрыватель щелей. Наиболее удачное решение – закрытие щелей вырезанным при их проходке монолитом торфа. Щелевые дрены устраивают с минимальным уклоном 0,001.

Длина их при уклонах поверхности земли менее 0,005 составляет 200 м, при больших уклонах – 300 м. Нарезают щелевые дрены перпендикулярно каналам от одного к другому, расстояние между каналами может достигать 300...500 м (рис. 25). Функции регулирующей сети выполняют щелевые дрены, каналы же необходимы как проводящая сеть. Имеется опыт нарезки перекрестного щелевого дренажа, при этом продольные (вдоль карты) щели служат коллекторами.

Щелевой дренаж отводит поверхностную воду быстрее, чем материальный, что особенно важно для районов с суровыми зимами и глубоким промерзанием торфа. Он лучше справляется и с отводом грунтовой воды, так как отсутствие трубы уменьшает сопротивление ее поступлению в полость. Срок службы щелевого дренажа до 10 лет, после этого срока его возобновляют. Щелевой дренаж эффективно использовался в Камчатской области и в Барабинской низменности (Западная Сибирь).

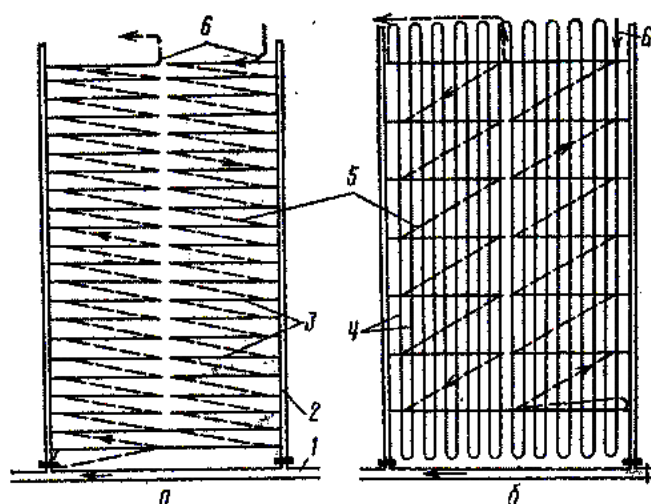


Рис. 25. Схемы щелевого дренажа и последовательность строительства дрен: а – поперечный дренаж; б – перекрестный щелевой дренаж; 1 – магистральный канал; 2 – открытый коллектор; 3 – щелевая поперечная дрена; 4 – щелевая продольная дрена; 5 – путь движения трактора при нарезке дрен; 6 – начало и конец работы трактора при строительстве дрен

Размещение закрытого дренажа

Закрытый дренаж в плане располагают по поперечной схеме (рис. 26,а), продольная схема (рис. 26,б) допускается только при малых уклонах поверхности в виде систематической сети дрен. Для более полного использования естественного уклона поверхности земли и обеспечения равномерной глубины по длине, дрены размещают под углом к коллектору (размещение «елочкой», рис. 27,а). При малых уклонах дрены выводят под прямым углом в коллектор (размещение «решеткой», рис. 27,б). Расстоя-

ние между истоками соседних дрен принимают равным $(1/2 \dots 1/3) B$, где B – расстояние между дренами.

Дрены не закладывают около магистральных и ловчих каналов, учитывая осушающее действие этих каналов. Размеры зоны их влияния (полосы без дрен) зависят от глубины каналов, составляют от 40...60 м до 150 м и определяются расчетами.

Для более равномерного осушения участков, удаленных от открытых коллекторов, дренаи размещают по принципу «соединенных гребенок» (рис. 27, в). В этом случае расстояние между дренами около каналов в два раза больше, чем на середине осушаемых карт. Наиболее целесообразна эта схема при использовании дрен для увлажнения.

Помимо систематического дренажа, которым покрывают весь массив, применяют **выборочный дренаж**, который строят выборочно только для осушения отдельных понижений местности. Иногда используют **разреженный дренаж** – систематический дренаж, с увеличенными относительно нормы междренными расстояниями за счет применения кротования.

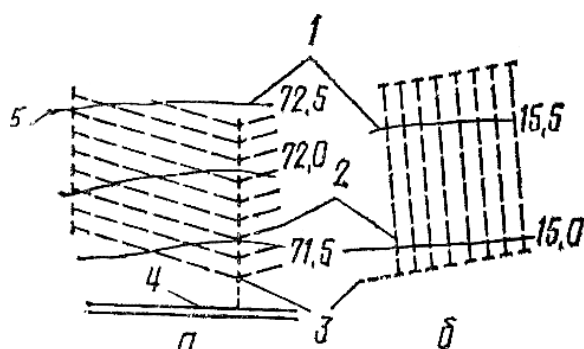


Рис. 26. Схема размещения регулирующей сети: а – поперечная; б – продольная; 1 – горизонтали поверхности; 2 – дренаи; 3 – коллекторы; 4 – магистральный канал; 5 – горизонтали

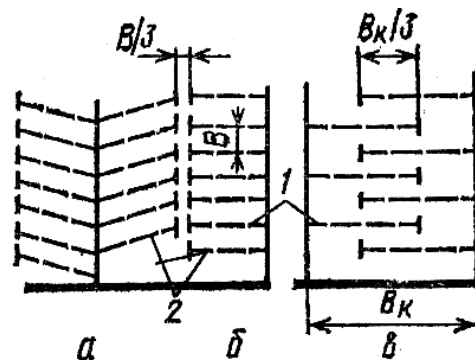


Рис. 27. Основные схемы размещения закрытого дренажа: а – «елочкой»; б – «решеткой»; в – «гребенкой»; 1 – коллектор; 2 – дрена; B – расстояние между дренами; B_k – то же между коллекторами

Закрытый дренаж имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с открытыми каналами:

- 1) закрытая сеть не создает препятствий для работы сельскохозяйственных машин на осушаемых землях;
- 2) позволяет создавать крупные поля, удобные для сельскохозяйственного использования, и облегчает внутрихозяйственное землеустройство;
- 3) при применении закрытого дренажа резко сокращаются (до 15...20%) потери площади под каналами, упрощается эксплуатация осушительных систем.

Основные недостатки закрытых осушительных систем: техническая сложность и повышенная трудоемкость строительства, повышенная мате-

риало- и энергоемкость, потребность в более квалифицированных кадрах строителей; высокая стоимость строительства; потребность в более глубоких водоприемниках, что нередко требует регулирования рек или строительства насосных станций.

В связи с этим тип регулирующей сети выбирают в каждом конкретном случае в зависимости от природных условий и технико-экономического обоснования. Расширение использования закрытого дренажа возможно за счет применения новых, более эффективных материалов и технологий строительства, а также повышения эффективности использования мелиорируемых земель.

Параметры дренажа

Основными параметрами закрытого дренажа являются глубина дрен, расстояние между ними, уклон, длина и диаметр, которые зависят от конкретных почвенно-гидрогеологических и хозяйственных условий, наличия материалов, требований охраны окружающей среды.

Глубина дрен определяется, прежде всего, напором над ней и нормой осушения. Чем больше норма осушения, тем большую глубину должна иметь дрена для обеспечения необходимого напора.

Даже часто заложенные дрены не обеспечивают равномерного осушения междренной полосы, так как вблизи дрены уровни грунтовых вод опускаются ниже, чем на середине между соседними. Неравномерность осушения тем больше, чем больше расстояния между дренами и меньше водопроницаемость грунтов. Подъем кривой депрессии над дренами, характеризующий неравномерность осушения, учитывается при назначении глубины заложения дрен. Минимальную глубину дрен t_{\min} определяют по формуле:

$$t_{\min} = H_0 + \Pi + d_n, \quad (17)$$

где H_0 – норма осушения в вегетационный период (п. 3.2), м; Π – допустимый подъем кривой депрессии, м; d_n – наружный диаметр дрены, м. Для керамических труб $d_n = 50 + 2 \cdot 1,1 = 72 \text{ мм} \approx 0,07 \text{ м}$.

Допустимый подъем кривой депрессии $\Pi = 0,1 \dots 0,3 \text{ м}$, максимальные значения он достигает в сильно разложившихся торфяниках. Допустимый подъем грунтовых вод по величине равен начальному напору грунтовых вод над дренай, то есть напору, при котором начинается движение воды в дренаже. Этот напор необходим для преодоления сопротивлений движению воды при поступлении в дренажные трубы (течение вдоль трубы и сопротивление на вход в трубу). Глубина заложения дрен t , исходя из этого, должна быть более t_{\min} .

Второе требование к глубине заложения дрен зависит от степени промерзания грунтов: глубина дрен должна превышать глубину промерзания грунтов расчетной обеспеченности ($h_{\text{пр}}$), то есть $t_{\min} > h_{\text{пр}}$.

Глубина промерзания зависит от грунтов (для торфяных она в 2...4 раза меньше, чем для минеральных), широты местности, толщины снежного покрова и других факторов. Если дрена окажется в промерзшем грунте, в ней могут образоваться ледяные пробки. Они формируются зимой, но возможны и весной при поступлении воды в дрена из-за большого запаса холода в грунте. В результате дрены оказываются неработоспособными и не отводят избыточные воды весной. А весенний период является основным при обосновании дренажа на европейской территории страны и в Западной Сибири. В условиях Дальнего Востока, где основным расчетным периодом является конец лета (июль–август) – период муссонных дождей, это требование может не соблюдаться.

Если дренаж дополняют кротованием, то при назначении глубины заложения дрен необходимо учитывать возможность промерзания во избежание повреждения дрен рабочими органами кротователей.

При осушении торфяников глубину дрен принимают с учетом осадки торфа, которая тем больше, чем больше его исходная мощность:

$$t = t_{\min} + h_0, \quad (18)$$

где h_0 – осадка торфа, м. Осадку торфа возрастает с увеличением глубины заложения дрен. Для предварительно осушенных болот осадку торфа принимают равной 10...20% от глубины дрен, то есть $h_0 = (0,1 \dots 0,2)t_{\min}$.

Закрытый дренаж на болотах можно применять, как отмечено выше, только после предварительного осушения их открытыми каналами. Предварительное осушение проводят с помощью каналов глубиной до 1,5...2 м с расстояниями между ними 50...100 м. Дренаж, построенный на болоте без предварительного осушения, может быстро деформироваться и стать мелким.

Для более надежного осушения дрены следовало бы укладывать глубже, однако при этом резко возрастает стоимость дренажа. Кроме того, углубление дрен вызывает необходимость углубления коллекторов, а вместе с ними магистральных каналов и водоприемников, что не только увеличивает стоимость и усложняет осушительную сеть, но и может оказать отрицательное в экологическом отношении влияние на прилегающие к осушительной системе земли (вызвать их переосушение, понизить уровни воды в водоемах и др.)

Поэтому глубину дрен ограничивают. Максимальная допустимая глубина дрен $t_{\max} = 1,4 \dots 1,5$ м. При осушении болот грунтово-напорного водного питания такая глубина дрен часто недостаточна и допускается увеличение глубины до 2...2,5 м с обязательным обоснованием и учетом требований охраны окружающей среды. Техничко-экономическим расчетом должно быть доказано, что доходы от углубления дрен превышают затраты и возможные ущербы от недоосушения почвы при меньших глубинах.

Глубину заложения дрен уменьшают, если на назначенной глубине грунты слабопроницаемые (например, глина), а выше залегают более про-

нищаемые грунты. В этом случае глубина врезки дрен в слабопроницаемый грунт не должна превышать 0,1...0,2 м. Уменьшение глубины дрен из-за подпоров воды в водоприемнике не допускается.

В настоящее время рекомендуют следующие глубины дрен: на песчаных и супесчаных почвах – 0,9...1,1 м, в торфах после их осадки – 1,2...1,5 м; минимальные значения принимают при осушении под травы, максимальные под пропашные культуры. При осушении земель с малыми уклонами и развитым микрорельефом допускается уменьшение глубины дрен в их истоках и западинах до 0,8 м.

Минимальные уклоны закрытых дрен принимают в зависимости от вида дренажа (табл. 15).

Таблица 15

Минимальные уклоны закрытых дрен

В плавунных грунтах гончарные и пластмассовые трубы целесообразно укладывать с уклоном не менее 0,0045, при высоком содержании железа – 0,006.

На экспериментально - производственных системах в грунтах с коэффициентом фильтрации более 0,1 м/сут, особенно в торфах, и при наличии надежных фильтров, допускается укладка дрен больших диаметров с меньшими уклонами и даже без уклонов.

Дрены	Уклоны
Гончарные	0,003
Деревянные	0,003
Пластмассовые гладкостенные	0,0025
Пластмассовые гофрированные	0,003
Каменные	0,004
Кротовые в минерал-х грунтах	0,002
Кротовые в торфах	0,003
Щелевые	0,001

Диаметры дренажных труб зависят от интенсивности водного питания земель и длины дрен.

Увеличение диаметра дрен улучшает их водопрпускную способность, позволяет уменьшить уклон дрен без снижения водопрпускной способности и увеличить их длину, что особенно важно при осушении равнин. С увеличением диаметра дрен возрастает надежность дренажа, так как повышается емкость накопления илистого и охристого осадка в дренах. Установлено, что с увеличением диаметра труб от 50 до 75 мм годовой сток дрен повышается на 15...20%. Все это позволяет увеличить расстояние между дренами на 10...15%. С увеличением междренних расстояний уменьшается протяженность дрен, сокращается число подсоединений их к коллекторам и эксплуатационные расходы. Однако стоимость труб резко возрастает с увеличением их диаметров. В настоящее время рекомендуют следующие минимальные диаметры труб: гончарных – 50; пластмассовых – 40; кротовых – 120 мм.

Длина дрен зависит от их уклонов и диаметров. Расход одной дрены можно рассчитать по формуле

$$Q = qF, \quad (19)$$

где q – модуль дренажного стока, л/с·га; F – площадь, осушаемая одной дреной, $F = L_d B$, L_d – длина дрены, B – расстояние между дренами.

Расход воды Q дрена должна пропустить при определенном уклоне и диаметре. Чем больше диаметр и уклон трубы и меньше приток воды к дрене, тем она может быть длиннее. Предельная длина дрена при применении труб указанных размеров в зависимости от уклона приведена в таблице 16.

Таблица 16

Максимальная допустимая длина дрена, м

Тип дрена	Уклоны		
	0,003	0,005	0,01
Гончарные, пластмассовые, деревянные	200	250	300
Кротовые	150	200	–
Щелевые	200	250	300

Для больших диаметров дрена длину их при тех же модулях стока можно увеличить до 300...400 м.

Расстояния между дренами прямо связаны, прежде всего, с глубиной заложения дрена. Существует понятие «степень осушения», которое характеризует соотношение между расстояниями и глубиной заложения дрена. На величину междреннего расстояния влияют: водопроницаемость грунтов, их слоистость, коэффициент водоотдачи, интенсивность питания грунтовых вод атмосферными осадками и напорными водами, нормы осушения и допустимые сроки понижения уровней грунтовых вод.

Чем больше расстояние между дренами, тем осушение менее равномерно, так как около дрена понижение уровней грунтовых вод больше, чем на середине междренных полос. Из этих соображений расстояния между дренами желательно иметь небольшие. Однако уменьшение расстояний между дренами отрицательно влияет на экономические показатели дренажа, резко увеличивая удельные капиталовложения (на гектар осушаемой площади).

Поэтому необходимо тщательно устанавливать расстояния между дренами и предусматривать мероприятия, позволяющие увеличить междренные расстояния.

Расстояния между дренами определяют по формулам теории фильтрации. Ныне имеются методы расчета систематического дренажа при установившемся и не установившемся движении грунтовых вод, для неоднородных и однородных почвенно-геологических условий.

5.4. Определение расстояний между дренами и каналами

Для расчетов дренажа при установившейся фильтрации в однородных по водопроницаемости грунтах используют разные формулы. Приведем наиболее простые из них.

При залегании дрены на водоупоре расстояние между дренами может быть вычислено по формуле Кене-Брудастова:

$$B = 2\sqrt{\frac{k}{q}(H^2 - h_0^2)}, \quad (20)$$

где H – напор над водоупором на середине междренья; h_0 – слой воды в дрене; q – модуль дренажного стока; k – коэффициент фильтрации.

При глубоком залегании водоупора необходимо учитывать расход воды, поступающей в дренах из слоев, расположенных ниже дна дрены. Для этого случая используют формулу А.Н. Костякова:

$$B = \frac{\pi k H}{q \left(2,31 \lg \frac{B}{d} - 1 \right)}, \quad (21)$$

где d – наружный диаметр дрены с учетом толщины фильтра, м; H – напор над дренами, м; $\pi = 3,14$.

На рис. 28 приведена схема к расчету расстояний между дренами по

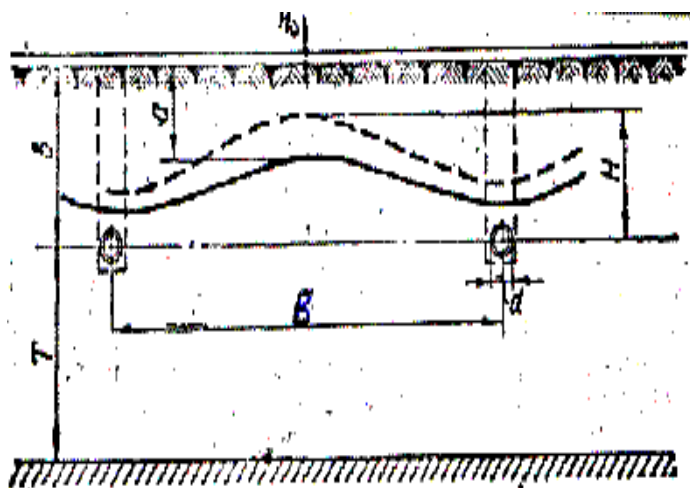


Рис. 28 Схема к расчету расстояний между дренами в однородных грунтах по формуле А.Н. Костякова: 1 – среднее положение кривой депрессии; 2 – кривая депрессии в конце расчетного периода

формуле А.Н. Костякова. Расчет выполняется для однородного грунта, характеризуемого средним значением коэффициента фильтрации k и водоотдачей μ при полном насыщении грунта влагой и при наличии затопления поверхности атмосферными осадками слоем H_0 . Напор на междуренье H принимается равным почти среднему при понижении воды от поверхности до глубины, равной норме осушения

a , $H = v - 0,6 a$, где v – глубина заложения дрены.

Приток воды к дренам, входящий в формулы для определения расстояний, вычисляют по уравнению водного баланса

$$q = W/t, \quad (22)$$

где W – слой отводимой воды, м; t – время, в течение которого должна быть достигнута необходимая норма осушения (H_0).

Для расчета расстояний при освобождении от избыточной воды слоем H_0 уравнение водного баланса имеет вид:

$$W = H_0 + \mu H_0 - et, \quad (23)$$

где H_0 – слой воды, оставшейся на поверхности после стока снеговых и дождевых вод, приближенно полагают $H_0 = 0,01 \dots 0,02$ м (10...20 мм); μ – водоотдача; e – интенсивность испарения за время t , м/сут.

При отсутствии материалов балансовых исследований приток воды к дрене может быть определен через дренажный модуль стока ($q_{др}$), который равен для суглинков – 0,4...0,5; супесей – 0,6; песков, низинных торфяников – 0,7...0,9 л/с·га.

При расчете каналов их поперечное сечение приводят к круглому, условный диаметр которого определяют по формуле

$$d = 0,5b_k + h_k, \quad (24)$$

где b_k – ширина канала по дну; h_k – глубина воды в канале.

Для слоистых грунтов и неустановившегося режима фильтрации используют более сложные зависимости. Рассчитанные междренные расстояния во избежание ошибок обязательно сопоставляют с рекомендуемыми научными учреждениями. Ориентировочные расстояния между закрытыми дренами для Центрального района Нечерноземной зоны приводятся ниже:

Грунт	Расстояние
Песок	30...50
Торф низинный	20...40
Суглинок тяжелый	8...15

Для других районов эти расстояния могут быть пересчитаны с учётом региональных коэффициентов.

5.5. Вертикальный дренаж и разгрузочные скважины

Для осушения земель в условиях интенсивного грунтового и особенно напорного водного питания наряду с горизонтальным дренажем (каналы, закрытые дренаи) имеется опыт применения вертикального дренажа.

Вертикальный дренаж – система буровых скважин для осушения земель, воду из которых откачивают насосами с погружными электродвигателями. В зависимости от расположения скважин по осушаемой территории различают систематический (скважины расположены равномерно по площади) и линейный дренаж. Последний применяют для перехвата потоков грунтовых вод. Откачиваемая из скважин вода отводится открытыми каналами или трубопроводами в магистральные каналы и водоприемники (рис. 29, 30).

Конструкция скважин вертикального дренажа зависит от грунтов и гидрогеологических условий: фильтры скважин размещают в пределах водоносного пласта, длина их должна быть не менее 10 м. Наиболее эффективны фильтры с гравийно-песчаной обсыпкой. Глубина скважин достигает 20...50 м, диаметр фильтров – 30...40 см, толщина обсыпки – 10 см и более.

Помимо скважин, насосов и электродвигателей в состав конструкций вертикального дренажа входят трансформаторная подстанция, линия электропередач, пусковая аппаратура и средства автоматики. Работа вертикального дренажа легко поддается автоматизации. При подъеме грунтовых

вод включаются насосы, при опускании их уровней до норм осушения они выключаются. Откачиваемая вода аккумулируется в прудах, в засушливые периоды её используют на орошение.

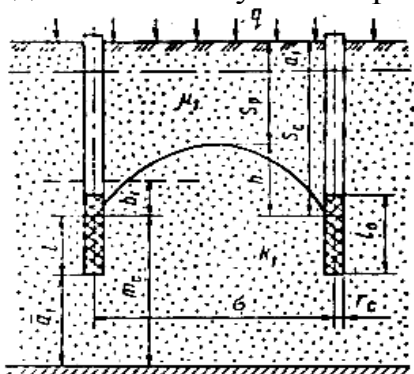


Рис. 29. Расчетная схема вертикального дренажа в однородном грунте (приведены основные параметры, используемые при расчете)

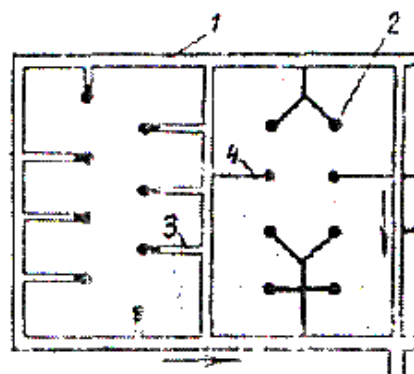


Рис. 30. Схема систематического вертикального дренажа: 1 – каналы; 2 – дренажные скважины; 3 – мелкие сбросные каналы с противофильтрационными экранами в оголовках; 4 – напорные закрытые трубопроводы

Эффективность вертикального дренажа зависит от конструкции скважин, их глубины, характера использования откачиваемых вод и земли. Основным показателем применения вертикального дренажа является водопроницаемость водоносного слоя, из которого откачивается вода. Проницаемость рассчитывается по формуле

$$T = km, \quad (25)$$

где k – коэффициент фильтрации грунта; m – мощность (толщина) водоносного слоя. Вертикальный дренаж применим при $T > 200...300 \text{ м}^2/\text{сут}$. В благоприятных условиях одна скважина обеспечивает дебит до $180...150 \text{ м}^3/\text{ч}$ и осушает до $80...100 \text{ га}$.

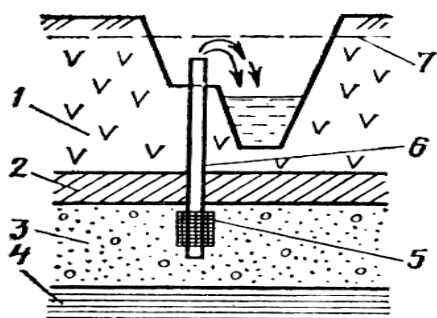


Рис. 31. Разгрузочная скважина для усиления действия глубоко канала в торфе: 1 – торф; 2 – слабопроницаемый грунт; 3 – напорный водоносный пласт; 4 – водоупор; 5 – фильтр на перфорированной трубе; 6 – разгрузочная скважина (усилитель); 7 – уровень напорных вод

Разгрузочные скважины (усилители) – буровые скважины небольших диаметров (до 10 см) с фильтрами, размещенными в водоносном горизонте (рис. 31). Скважины выводят в каналы или дрены. Крепят их асбестоцементными или пластмассовыми трубами. Вода из скважин поступает за счет естественного напора, расстояние между ними $30...100 \text{ м}$.

Использование разгрузочных скважин позволяет увеличить расстояние между каналами (дренами) на землях грунтово-напорного питания. Применяются разгрузочные скважины редко, так как напорное питание болот характерно для небольших по площади участков (в притеррасных частях пойм, на окраинах болот со стороны потока подземных вод). Осу-

шение их сложно и часто вызывает необходимость углубления всей осушительной сети или применения насосных установок и не всегда обеспечивает должный эффект. Целесообразнее оставлять эти участки в естественном состоянии, они обогащают фауну, становятся местами паломничества грибников, разнообразят агроландшафт.

Контрольные вопросы

- 1. В чем отличие осушителей от собирателей?*
- 2. Основные недостатки открытой осушительной сети и достоинства закрытого дренажа?*
- 3. Какие существуют ограничения для применения закрытого дренажа при осушении торфяных болот?*
- 4. Какие элементы входят в состав закрытой дрены?*
- 5. Для чего служит защитный дренажный фильтр и из каких материалов его изготавливают?*
- 6. Что можно сказать об оптимальной перфорации дренажных труб?*
- 7. Перечислите меры предотвращения заохривания дренажа.*
- 8. В чем отличие кротования от кротового дренажа?*
- 9. Основные параметры закрытого дренажа на болотах.*
- 10. Что такое предварительное осушение?*
- 11. Как определяют расстояние между дренами при проектировании дренажа?*
- 12. В чем отличие вертикального дренажа от скважин-усилителей?*

ГЛАВА 6. ОГРАЖДАЮЩАЯ ОСУШИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

Ограждающая сеть предназначена для защиты осушаемой территории от поступления извне поверхностных и грунтовых вод. Чем больше будет перехвачено притекающих со стороны избыточных вод, тем меньше будет нагрузка на осушительную сеть в пределах болота. Ограждающая сеть выполняет функции регулирующей сети при склоновом и намывном питании, а также служит для перехвата потоков грунтовых вод при грунтовом водном питании. Ограждающую сеть проектируют только вдоль границ осушаемой территории, со стороны которых возможно поступление поверхностных или грунтовых вод. Для отвода поверхностных вод её можно не устраивать, если осушаемый массив расположен на водораздельном плато или на равнине с небольшими по площади склонами, почвенный покров которых представлен водопроницаемыми почвами. Если склоны сложены слабопроницаемыми грунтами, можно обойтись и без устройства ограждающей сети для отвода грунтовых вод. Основные элементы ограждающей сети – нагорные каналы, ловчие каналы (дрены) и дамбы.

6.1. Нагорные каналы

Нагорные каналы располагают вдоль верховой границы осушаемой территории для перехвата поверхностного стока, поступающего с водосбора. В плане эти каналы могут быть непрерывные и прерывистые (рис. 32).

Непрерывные (сплошные) нагорные каналы применяют на ровных нерасчлененных склонах распаханых водосборов при опасности заиления каналов регулирующей сети продуктами водной эрозии, а прерывистые – на нераспаханных водосборах, когда на них расположены луга, выпасы или лес. В этом случае эрозия на склонах минимальная и заиления регулирующих каналов не происходит. В непрерывных каналах все наносы скапливаются в нагорном канале, что облегчает эксплуатационный уход.

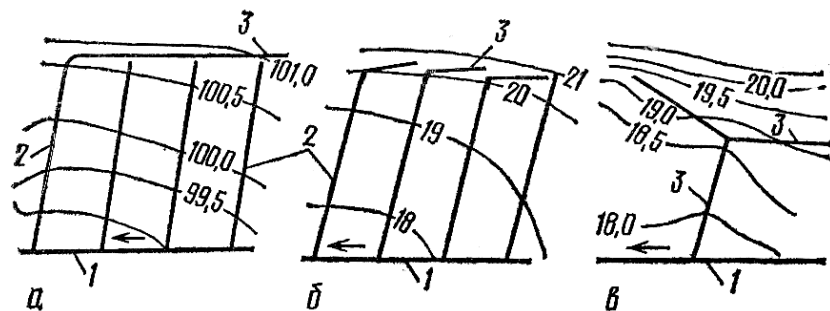


Рис. 32. Принципиальные схемы расположения нагорных каналов: а – непрерывный канал; б – прерывистый; в – У-образный канал; 1 – магистральный канал; 2 – собиратель; 3 – нагорный канал

В непрерывных каналах все наносы скапливаются в нагорном канале, что облегчает эксплуатационный уход.

При прерывистых каналах упрощается дорожная сеть, сокращается число мостов для въезда на осушаемые земли со стороны вышерасположенных земель, по которым обычно проходят дороги. На пересеченных склонах нагорные каналы нередко располагают по У-образной схеме (рис. 32,в).

Нагорные каналы проектируют с одинаковым уклоном по всей их длине с тем, чтобы транспортирующая способность потока по длине не уменьшалась и поступающие наносы не выпадали в канале, а выносились в водоприемник. Минимальный уклон – 0,0005. В плане их делают по возможности прямолинейными с минимальным числом поворотов.

Глубина нагорных каналов небольшая – до 1...1,2 м, при длинных непрерывных каналах с большой площадью водосбора она может составлять 1,5 м, редко более. Длина каналов составляет 200...400 м, но может достигать 5...10 км. Ширину по дну принимают равной 0,4...0,5 м.

В поперечном сечении нагорные каналы представляют собой несимметричную трапецию с более пологим верховым откосом. Заложение низового откоса принимают в зависимости от грунтов: 1...1,5 – в суглинках и торфах средней степени разложения, 1,25...1,5 – в хорошо разложившемся торфе, 2...2,5 – в песках, в верховом торфе – 1,2...1,5.

Кавальеры или отвалы грунта устраивают только со стороны низового откоса, чтобы не затруднять поступление поверхностного стока со склонов. Со стороны верхового откоса по понижениям предусматривают воронки-водоотпуски (рис. 33).

Для защиты откоса от разрушения рекомендуют делать параллельно каналу ложбины или борозды глубиной 0,3...0,4 м до воронок-водоотпусков, закрепляя последние камнем или плитами. В истоке нагорный канал, если он проходит по тальвегу, обязательно закрепляют камнями или устраивают перепад во избежание оврагообразования и заиления каналов образующимися при этом наносами.

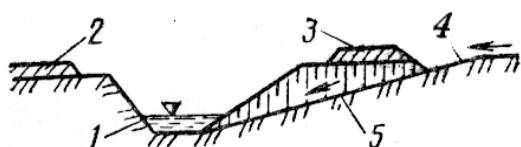


Рис. 33. Поперечное сечение нагорного канала с искусственной ложбиной и воронкой: 1 – нагорный канал; 2 – кавальер из грунта нагорного канала; 3 – то же из ложбины; 4 – ложбина; 5 – воронка-водоотпуск

ми или устраивают перепад во избежание оврагообразования и заиления каналов образующимися при этом наносами.

На узких и вытянутых в плане участках вместо нагорных каналов возможно устройство искусственных ложбин. При малых размерах водосбора вместо нагорного канала можно проложить 2...3 дрены с колодцами-фильтрами. Их же применяют, когда устройство открытой ограждающей сети может вызвать расчленение полей севооборота на небольшие участки.

6.2. Ловчие каналы

Ловчие каналы применяют для перехвата потоков грунтовых вод и понижения уровней грунтово-напорных вод. Их трассы приурочивают к местам с наиболее высоким залеганием уровней грунтовых вод, на торфяниках проводят их через воронки минерального дна, которые устанавливают при зондировании торфа. Длина ловчих каналов должна быть, по возможности, равной ширине потока во избежание их огибания. При ко-

ротких каналах верхняя часть осушенной карты ниже ловчего канала шириной до $0,7B$ (B – расстояние между каналами) иногда оказывается недоосушенной.

Глубину ловчих каналов назначают в зависимости от мощности водоносного слоя. На мелких торфяниках, подстилаемых песками, глубина их не превышает $1,5...2$ м, на мощных торфах ловчие каналы целесообразно врезать хотя бы на $0,3...0,4$ м в подстилающий их водопроницаемый грунт. Глубина их в этом случае может достигать $2,5...3$ м и более, она ограничивается из условий предотвращения переосушения почв на территориях, прилегающих к ловчим каналам. Уклоны ловчих каналов обычно небольшие, минимальный уклон – $0,003$.

Так как ловчие каналы пролегают часто в неустойчивых грунтах, насыщенных водой, и имеют большую глубину поперечного сечения, им придают параболическую форму. Только в слаборазложившихся торфах при глубине менее $2...2,5$ м строят каналы трапецеидального сечения с заложением откосов, примерно равным нагорным каналам. Схема осушения ловчими каналами приведена на рисунке 34.

При размещении ловчих каналов и проектировании дренажа возникает необходимость определения зоны (дальности) действия ловчего канала. В соответствии с рекомендациями С.Ф. Аверьянова дальность осушительного действия ловчего канала на грунтовый поток выше канала составляет

$$B = 1,5 \sqrt{\frac{L\Delta}{I}}, \quad (26)$$

где L – длина канала; Δ – глубина понижения уровня грунтовых вод в створе канала; $\Delta = b - h_0 - h_6$, b – глубина канала, h_0 – слой воды в канале; h_6 – глубина стояния грунтовых вод в естественных условиях до строительства канала; I – уклон потока грунтовых вод выше ловчего канала до его строительства.

Дальность осушительного влияния ловчего канала ниже по потоку грунтовых вод рассчитывается по формуле

$$B_1 = 0,5\Delta/I_1, \quad (27)$$

где I_1 – уклон потока грунтовых вод ниже канала до его сооружения. Величины B и B_1 оценивают полную ширину зоны влияния ловчего канала. В пределах неё норма осушения будет обеспечена на расстоянии x от канала, причём $x < B_1$. Величина x зависит от нормы осушения, глубины вреза Δ канала и расстояния от истока канала (короткости канала).

Ловчие каналы и дрены применяют для борьбы с подтоплением земель, связанным с хозяйственной деятельностью. Подтопление происходит при сооружении водохранилищ, русловых плотин, судоходных каналов и

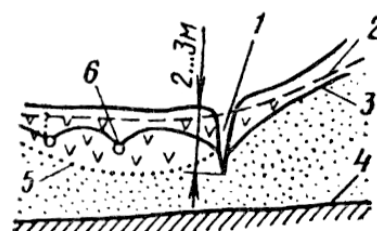


Рис. 34. Перехват потока грунтовых вод ловчим каналом и дренажами: 1 – ловчий канал; 2 – уровень грунтовых вод до осушения; 3 – то же после осушения; 4 – водопупор; 5 – подошва торфяника; 6 – дрены

других гидротехнических сооружений, а также за счет потерь воды из водопроводной, канализационной и оросительной сетей.

Ловчие каналы при грунтовом питании земель иногда заменяют **ловчими дренами**, которые устраивают из труб диаметром не менее 75...100 мм с обязательной обсыпкой их фильтрующим материалом. Нагорные и ловчие каналы нередко совмещают, устраивая вместо двух один **нагорно-ловчий канал**.

6.3. Береговые ловчие дренаи

Береговые ловчие дренаи устраивают для перехвата вод, профильтровавшихся через дамбу. Располагают их на расстоянии 200...400 м от уреза воды в водохранилище в супесях и легких суглинках и 400...500 м в песках. В тяжелых грунтах при отсутствии проницаемых прослоев дренаж обычно не требуется.

Дренаи укладывают на глубину 2,5...4 м так, чтобы их глубина превышала норму осушения как минимум на 0,5 м. Минимальный диаметр береговых дрена из гончарных труб 75 мм. Иногда вместо них устраивают глубокие ловчие каналы (рис. 35).

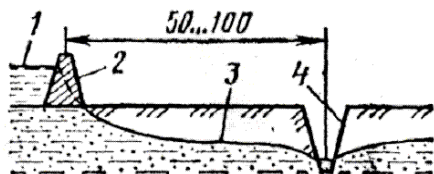


Рис. 35. Схема ограждения территории от мелководного затопления: 1 – водохранилище; 2 – дамба; 3 – уровень грунтовых вод; 4 – ловчий канал. Размеры указаны в метрах

Береговые дренаи и ловчие каналы выводят в нижний бьеф водохранилища, обеспечивая самотечный отвод воды. Чаще для этих целей приходится сооружать насосные станции, то есть использовать так называемое машинное осушение.

Для защиты осушаемой территории от притока грунтовых вод можно использовать противофильтрационные завесы (экраны). Для ограждения территории от затопления паводковыми водами в необходимых случаях применяют дамбы, которые рассмотрены ниже.

Контрольные вопросы

1. Какова форма поперечного сечения у нагорного канала?
2. Почему не всегда совмещают в одном канале нагорные и ловчие каналы?
3. Почему параболическое сечение ловчего канала более устойчивое, чем трапецеидальное?
4. От чего зависит дальность влияния ловчего канала на грунтовые воды прилегающей территории?
5. Осушение земель, страдающих от подтопления со стороны водохранилища.

ГЛАВА 7. ПРОВОДЯЩАЯ ОСУШИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

Проводящая сеть предназначена для удаления воды из регулирующей и ограждающей сети. Отвод воды должен быть обеспечен в допустимые сроки без затопления земель в вегетационный период.

Проводящая сеть может быть открытой (транспортирующие собиратели, магистральные каналы, водоотводные борозды, открытые коллекторы) и закрытой (коллекторы).

7.1. Размещение проводящей сети

На болотах с мощностью торфа более 1,5...2 м проводящую сеть размещают по тальвегам минерального дна болота, то есть по наименьшим отметкам дна болот. На низинных болотах это часто соответствует местам с максимальной залежью торфа. Делают это с учетом того, что после осушения торф уплотняется (дает осадку), при этом поверхность торфа понижается тем больше, чем мощнее залежь.

По мере использования в сельском хозяйстве осушаемого торфяника рельеф его изменяется, на поверхности образуется тальвег, совпадающий с тальвегом минерального дна болота.

Помимо основного требования – размещения проводящей сети по тальвегам минерального дна болот, – при проектировании проводящей сети в плане руководствуются следующими соображениями:

1) Каналы должны быть по возможности прямолинейными с минимальным числом поворотов, пересечений с дорогами и другими коммуникациями, чтобы поля были правильной конфигурации, удобны для применения машин и с минимумом мостов и переездов.

2) Протяженность каналов и коллекторов должна быть минимальной. В этом случае уменьшается объем земляных работ, сокращается путь движения воды, а, следовательно, и время её отвода с осушаемой площади.

3) Магистральные каналы и транспортирующие собиратели необходимо располагать по границам хозяйств, полей севооборота и вдоль дорог для увеличения площади полей и контуров, удобных для сельскохозяйственной обработки.

4) Магистральные каналы и собиратели на болотах не должны выходить за пределы торфяной залежи на минеральные земли и участки с малой залежью торфа, так как после осадки торфа глубина канала изменяется, и он может получить на отдельных участках обратный уклон.

5) Размещать каналы надо так, чтобы по возможности избегать устройства перепадов и быстотоков.

6) При наличии на осушаемой территории озер магистральные каналы проводят в обход их. Допускается спуск только мелких озёр, не представляющих рыбохозяйственного и рекреационного интереса. Озера соединя-

ют с магистральным каналом в нижней его части для создания проточности или устраивают подпитывающий и сбросной каналы со шлюзами.

7) В поймах рек каналы проектируют по возможности вдоль течения паводковых вод, но не поперек во избежание заиления наносами и разрушения русел каналов. Угол отклонения трассы не должен превышать 30° .

8) Сопряжение каналов в плане лучше проводить под углом 90° из хозяйственных соображений. При размещении каналов в плане перпендикулярно друг другу в устьевой части впадающий канал плавно закругляют. Радиусы закруглений должны быть не менее $5B_k$, где B_k – ширина канала поверху. Для нерассчитываемых каналов минимальный радиус закругления – 20 м; углы поворотов у магистральных каналов должны быть не менее $110 \dots 120^\circ$. Пересекать их дорогами и трубопроводами необходимо под прямым углом. Каналы не должны пересекать скотомогильники.

Бывают закрытые системы площадью до 400...500 га без открытых транспортирующих собирателей. Нередко воду из крупных коллекторов сбрасывают непосредственно в водоприемник, то есть отсутствует и магистральный канал.

Заканчивая параграф о размещении проводящей сети, следует сказать, что проектирование осушительной системы на плане начинается после выбора водоприемника и принятия решения о составе регулирующей сети (открытые каналы или закрытый дренаж) с детального изучения плана. При этом отмечают (обычно карандашом) основные тальвеги поверхности и минерального дна болота, по которым сможет быть проложен магистральный канал и его ветви – основные транспортирующие собиратели.

Транспортирующие собиратели размещают на местности в зависимости от её рельефа, наличия и расположения существующих дорог и магистральных каналов.

Расстояния между транспортирующими каналами обычно составляет 400...1200 м. Исходя из этого, намечают трассу остальных проводящих каналов и коллекторов. Все запроектированные каналы и коллекторы нумеруют. Начинать нумерацию принято от устья. Впадающие в реку магистральный или другой транспортирующий канал справа по течению воды нумеруют четными цифрами, слева – нечетными. В название канала обязательно включается буква от названия реки – водоприемника. Например, название канала С-4-1-7 означает: канал третьего порядка, впадающий слева в канал 1, который в свою очередь впадает в магистральный канал 4, который расположен на правом берегу реки Скалбы, вторым от её устья или начала осушаемого массива.

7.2. Продольный профиль проводящих каналов

Для определения размеров каналов (уклон дна, глубина, ширина канала и др.) по трассам всех каналов составляют продольные профили, которые используют для гидравлических расчетов. При проектировании осушительных систем пикетаж по трассе канала разбивают от его устья к истоку, нулевой пикет размещают в месте впадения канала в другой канал или водоприемник.

В качестве примера составления продольного профиля используем магистральный канал осушительной системы болота, показанной на рис.

10. Канал располагаем по тальвегу болота, которое в течение многих лет использовалось в земледелии, поэтому осадку торфа и изменение его мощности по длине не показываем.

Мощная залежь торфа (более 3 м) подстилается мелкозернистым песком. Торф гипново-осоковый средней степени разложения, коэффициент фильтрации 0,5 м/сут. Северную часть болота планируется использовать под полевые и овощные культуры, южную (по левому берегу магистрального канала) – под сенокосы и пастбища.

Продольный профиль составляют по горизонтальной оси канала обычно в масштабе плана. На профиле показывают номера пикетов, расстояния между пикетами, отметки поверхности земли, отметки устьев всех впадающих каналов и коллекторов.

Проектное дно канала, а, следовательно, и его глубину устанавливают с учетом уклона поверхности по трассе канала на основе гидравлического расчета и, так называемых, правил вертикального сопряжения. На рис. 36 приведен продольный профиль магистрального канала, расчет которого выполнен ниже (п. 7.7), а отметки впадающих в него коллекторов и каналов определены расчетом. Рассчитывают только крупные проводящие каналы с площадью водосбора более 500 га.

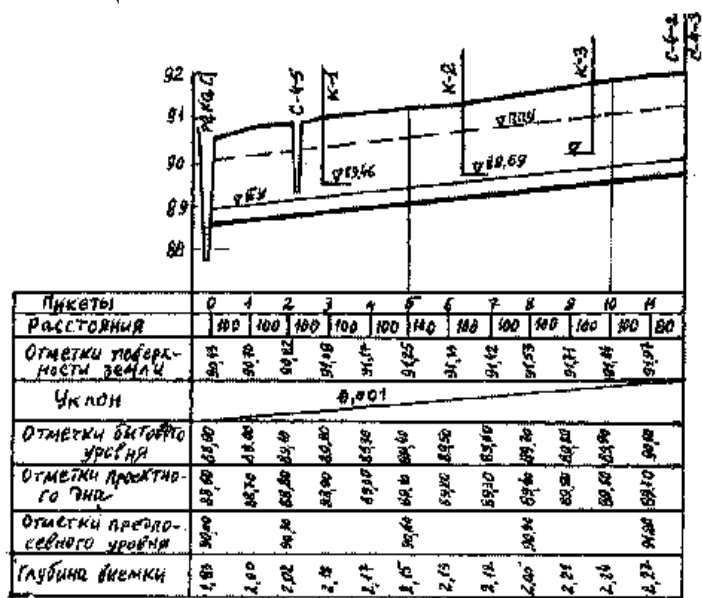


Рис. 36. Продольный профиль магистрального канала (см. рис. 10)

7.3. Правила вертикального сопряжения

Правила вертикального сопряжения используют при назначении глубин как гидравлически рассчитываемых, так и не рассчитываемых каналов.

Для беспрепятственного (без подпора уровней в них) отвода воды из каналов и коллекторов глубина проводящих каналов должна быть больше, чем впадающих в них каналов и коллекторов:

1) при впадении одного канала в другой, если размеры каждого определены гидравлическим расчетом, их сопрягают по правилу «уровень в уровень». Другими словами, уровни воды в каналах летом (в бытовой период) должны совпадать;

2) при впадении небольшого (нерассчитываемого) канала в гидравлически рассчитываемый их сопрягают по правилу «дно в уровень», то есть дно канала должно совпадать с бытовым уровнем в принимающем канале;

3) если оба канала не рассчитывают, то основной канал принимают на 20 см глубже впадающего, а иногда их сопрягают по принципу «дно в дно»;

4) при впадении закрытого коллектора в канал предусматривают запас между нижней поверхностью коллекторной трубы и бытовым уровнем в канале не менее 20 см. Если канал не рассчитывают и уровень воды в нем не известен, перепад (запас) отмеряют от дна, и он должен быть не менее 40 см;

5) при выводе в открытый коллектор дрен их устья должны быть выше дна канала не менее чем на 50 см.

Перечисленные правила (рис. 37) позволяют определить минимальную допустимую глубину каналов проводящей сети в конкретных условиях. При сопряжении элементов осушительной сети в вертикальной плоскости перепады дна могут превышать приведенные значения (0...50 см) и составлять 0,7...1 м и более. В этом случае гарантирован бесподпорный отвод воды. В таких местах дно и откос канала крепят камнем для защиты от размыва.

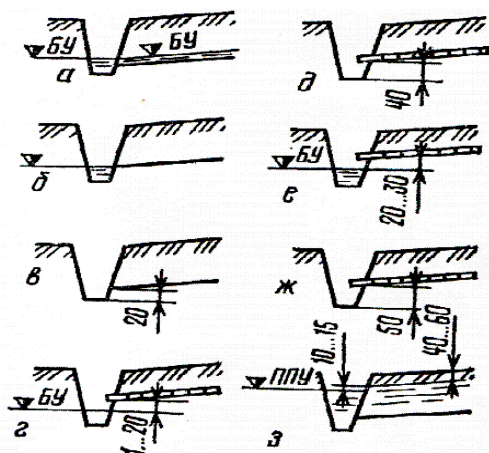


Рис. 37. Правила вертикального сопряжения. Канал впадает в канал: а – «уровень в уровень»; б – «дно в уровень»; в – оба канала гидравлически не рассчитываются – запас над дном 20 см. Коллектор впадает в канал: г – запас над бытовым уровнем 10...20 см; д – запас над дном 40 см. Дрена впадает в канал: е – запас над бытовым уровнем 20...30 см; ж – запас над дном 50 см; з – сопряжение каналов исходя из предпосевных уровней

Правила вертикального сопряжения не ограничиваются требованиями отвода минимальных расходов воды в летний период. В предпосевный и летне-осенний периоды уровни воды в принимающих каналах должны быть на 10...15 см ниже уровней воды во впадающих каналах (цифры определяют потери напора при слиянии потоков) и на 30...50 см ниже бровок каналов для обеспечения минимальной предпосевной нормы осушения.

Исходя из этих требований, на продольный профиль наносят сначала бытовой уровень канала, если последний рассчитывают, или уровень его дна. При этом запас (перепад) отсчитывают от наиболее глубоко вре-

занного коллектора или канала. Для других каналов (коллекторов) в этом случае запас будет больше минимально допустимого. Бытовой уровень воды и дно канала проектируются с уклоном, примерно равным уклону поверхности земли. Если по трассе канала уклоны поверхности земли резко

меняются, то на продольном профиле выделяют 2...3 участка с примерно равным уклоном. В этом случае канал будет иметь изменяющийся по длине уклон. Важно, чтобы от истока к устью уклон не уменьшался.

Уклон дна канала должен обеспечить необходимые скорости движения воды, не допускающие заиление русла и особенно его размыв. Минимально допустимые уклоны проводящих каналов 0,0002...0,0003. Максимально допустимые уклоны зависят от грунтов, глубин каналов и расходов воды в них. При уклонах от 0,0015 до 0,005 дно канала проектируют с уклоном, равным поверхности земли. При больших значениях допустимый уклон определяют гидравлическим расчетом.

Если по расчету уклон канала превышает максимально допустимый и уменьшить его невозможно, предусматривают крепление дна и откосов канала в соответствии с действующими типовыми решениями.

Уменьшение уклонов дна до допустимых значений можно добиться устройством по его длине перепадов и быстротоков. Оптимальное решение – крепить канал или строить перепад – принимают на основе технико-экономических расчетов.

Исходя из правил вертикального сопряжения и глубин заложения регулирующей сети, ориентировочно могут быть установлены глубины элементов проводящей сети. При наличии уклонов поверхности не менее 0,001...0,002 они имеют обычно следующие средние глубины: закрытые коллекторы – 1,2...1,4 м; открытые коллекторы 1,4...1,7 м; транспортирующие собиратели – 1,2...1,8 м; магистральные каналы – 1,5...2,5 м.

При осушении безуклонных и малоуклонных равнин для обеспечения элементам регулирующей (дрены, собиратели и др.) и проводящей (коллекторы, каналы) сети хотя бы минимально допустимых уклонов возникает необходимость устройства более глубоких каналов.

Глубину каналов и коллекторов ограничивают требованиями охраны природы. Во избежание переосушения прилегающих к осушительным системам земель глубина магистральных каналов не должна превышать 2,2 м, а выправляемых рек – 2,5 м. Применение больших глубин допускается только при соответствующем экономическом обосновании с учетом экологических последствий.

7.4. Учет осадки торфа при проектировании

Глубину каналов, коллекторов и дрен на болотах увеличивают на величину осадки торфа за расчетный период. Приблизительно осадку принимают равной 10...15% глубины канала для плотного торфа и 30...40% для рыхлого. Она может быть рассчитана для низинных болот в первые 5...8 лет после осушения по формуле:

$$h_{oc} = 0,18km^{0,35} t^{0,64}, \quad (28)$$

где h_{oc} – осадка торфа, м; m – мощность торфяной залежи, м; t – глубина канала, м; k – коэффициент, зависящий от плотности или объемной массы торфа. На болотах после предварительного осушения $k = 1$.

Объемная масса, г/см ³	k	Установив примерную глубину канала, определяют по пикетам осадку торфа, которую наносят на продольный профиль. Эти точки соединяют плавной кривой или ломаной линией, которая характеризует поверхность торфа после первичной (строительной) его осадки. От этой поверхности определяют глубину проводящей сети. Глубину канала с учетом осадки торфа различают строительную и эксплуатационную (после осадки). Расчеты водного режима почвы проводят по эксплуатационной глубине.
Более 0,15	1,00	
0,12...0,15	1,40	
0,10...0,12	1,96	
0,08...0,10	2,74	
0,06...0,08	3,84	

Установив примерную глубину канала, определяют по пикетам осадку торфа, которую наносят на продольный профиль. Эти точки соединяют плавной кривой или ломаной линией, которая характеризует поверхность торфа после первичной (строительной) его осадки. От этой поверхности определяют глубину проводящей сети. Глубину канала с учетом осадки торфа различают строительную и эксплуатационную (после осадки). Расчеты водного режима почвы проводят по эксплуатационной глубине.

Каналы копают экскаваторами. Из-за низкой несущей способности торфа экскаватор устанавливают на слани, представляющие собой щиты из 2...4 соединенных между собой бревен длиной 6,5...8 м и диаметром 16...26 см. Работая двумя щитами, экскаватор постоянно переходит с одного щита на другой, двигаясь вдоль канала. Глубокие каналы из-за сильной обводненности торфа и оплывания откосов копают за два-три прохода экскаватора.

7.5. Поперечные сечения проводящих каналов

Поперечные сечения проводящих каналов устанавливают, исходя из достаточной пропускной способности для отвода воды из регулирующей и ограждающей сети, а также устойчивости русла.

Пропускную способность определяют гидравлическим расчетом, в результате которого устанавливают ширину канала по дну, глубину наполнения при разных расчетных расходах и скорости воды в канале.

Устойчивость русла канала зависит от многих факторов, главными из которых являются характер грунтов, гидрогеологические условия, скорости движения воды в канале и режим его работы.

При выборе формы поперечного сечения канала и заложения откосов необходимо учитывать возможные деформации русла в процессе работы и вызывающие их причины. Основные виды деформации каналов – зарастание русла травянистой растительностью, заиление их илистыми наносами, поступающими с поверхностным стоком, размыв русла, оползание откосов.

Заиление и размыв русла можно предотвратить, если обеспечить в канале неразмывающие скорости (решается гидравлическим расчетом) и предусмотреть необходимые мероприятия по борьбе с водной эрозией (разравнивание кавальеров, устройство воронок-водоотпусков, крепление

русла в местах впадения каналов и коллекторов, устройство перепадов в необходимых местах и т.д.).

Наиболее распространенным видом деформации открытых каналов является оползание откосов. Особенно характерны такие процессы для каналов в слоистых грунтах, а также при резком понижении уровней воды, что особенно свойственно каналам при насосных станциях и в используемых для увлажнения. При быстром снижении уровня воды в канале на его откос оказывают давление грунтовые воды, уровни которых понижаются с меньшей скоростью, чем в канале. Давление на откос измеряется разностью уровней, под его воздействием происходит выпирание грунта у основания откоса с последующим оползанием.

Устойчивость откосов каналов зависит от связности грунта, в котором проходит канал, и степени его увлажнения. Сырые откосы оползают быстрее, чем сухие. В тонкозернистых песках, сильно разложившемся торфе и сапропеле откосы всегда неустойчивы. Они неустойчивы и в том случае, когда эти грунты присутствуют даже в виде тонких прослоев.

Наиболее радикальные методы борьбы с оползанием откосов – устройство каналов с более пологими откосами, которые не разрушались бы в самых неблагоприятных условиях работы; крепление откосов на всём их протяжении. Однако эти методы ведут к снижению коэффициента земельного использования и к повышению стоимости систем, поэтому предусматривают ряд мероприятий по обеспечению устойчивости откосов.

Форма поперечного сечения каналов может быть трапецеидальной и параболической. Преимущество параболического сечения состоит в том, что заложение откосов у него переменное – уменьшается от дна к бровке. Благодаря этому в нижней части канала, где грунт находится в водонасыщенном состоянии и наименее устойчивый, откос пологий. В верхней же части, где грунт не насыщен водой и устойчив, откос крутой. Каналы параболического поперечного сечения делают в неустойчивых и слоистых грунтах и при глубине более 2 м.

Параболическое сечение характеризуют отношением ширины канала поверху B к его глубине H . Для разных грунтов рекомендуют следующие отношения B/H (параметр параболы):

Глина, суглинок, торф со степенью разложения $R < 50\%$	4...8
Суглинок легкий, супесь, торф с $R = 50...70\%$	6...10
Песок, торф с $R > 70\%$	8...14

Большие значения параметра параболы принимают для глубоких каналов (более 2,5...3 м). Зная глубину канала H и принимая в зависимости от грунта то или иное значение параметра параболы, можно определить ширину канала поверху при полном затоплении.

Коэффициенты заложения откосов для трапецеидальных каналов в зависимости от грунтов и глубин каналов приведены в таблице 17. В местах, используемых для водопоя скота, заложение откосов принимают равным 4...5.

Таблица 17

Коэффициенты заложения откосов проводящих каналов

Грунты	Глубина канала, м		
	менее 1,5	1,5...2,0	более 2,0
Торф со степенью разложения до 50%	1,0	1,5	2,0
Торф со степенью разложения 50...70%	1,5	2,0	2,5
Торф со степенью разложения более 70%	2,0	2,0	2,5

В устойчивых грунтах откосы каналов крепят засевом трав или одерновкой. Залужение откосов позволяет создавать скорости воды в канале до 1...1,5 м/с. Применяют травяные и армированные стекловолокном ковры. В неустойчивых грунтах для крепления нижней части откосов и дна используют хворостяный плетень, плиты из пористого бетона, железобетона, керамзитобетона, бетонные решетчатые плиты, пористые лотки, фильтрующие синтетические ткани с пригрузкой и др. Для защиты откосов от разрушения давлением воды применяют также приоткосный дренаж, иногда закладываемый параллельно магистральному каналу. Выбор того или иного типа крепления зависит от местных условий.

С целью предотвращения ветровой эрозии на торфяных почвах и снижения зарастаемости каналов травяной растительностью вдоль крупных проводящих каналов и водоемов сажают лесные полосы. Лучшими породами деревьев для мелкозалежных торфяников являются тополь, береза бородавчатая, сосна, ель; на среднезалежных торфах – осина, береза бородавчатая и пушистая, тополь канадский, рябина. Посадку деревьев и уход за ними проводят в соответствии с рекомендациями по агролесомелиорации.

7.6. Определение расходов каналов

Расходы (количество воды, протекающей через расчётный створ водотока в единицу времени) в реках и каналах изменяются в течение года от максимальных в период половодья до минимальных в бытовой (меженный) период лета и зимы (рис. 3). Кроме того, расходы меняются и по годам, в многоводные и засушливые годы они разные. Качество проекта во многом зависит от тщательности определения расчетных расходов. Ниже приведены сведения по основным гидрологическим характеристикам, используемым в осушении – расчетным периодам, обеспеченности и способам определения расчетных расходов.

Расчетные периоды. Тот или иной период для расчетов каналов определяется типом сельскохозяйственного использования осушаемых земель.

Если на осушаемых землях предусматривают размещение полевых севооборотов с озимыми культурами, которые не выдерживают даже кратковременного весеннего затопления, расчет каналов выполняют на максимальные весенние расходы (рис. 3). Каналы проектируют таких размеров, чтобы вода не выходила из берегов. Максимальные расходы весеннего паводка используют в расчетах и при наличии на осушаемой территории населенных пунктов и хозяйственных построек.

При осушении земель под полевые севообороты без озимых культур, овощные и овоще-кормовые севообороты расчет ведут на предпосевные расходы. При их пропуске вода в каналах должна быть, по крайней мере, на 0,5...0,7 м ниже берегов, чтобы обеспечить предпосевную норму осушения. Проверку каналов проводят на расходы летне-осенних паводков и бытовые.

При осушении под луга используют расходы летне-осенних паводков и бытовые. Бытовые расходы по величине небольшие, они не определяют размеров каналов. По ним вычисляют глубины наполнения каналов в летний период, необходимые для обеспечения вышеприведенных правил вертикального сопряжения. Расчетный период зависит от проектного использования осушаемой территории (табл. 18).

Таблица 18

Расчетные гидрологические периоды

Тип сельскохозяйственного использования	Расчетный период	
	основной	поверочный
Полевые севообороты с озимыми культурами	максимальный весенний	летнее-осенний паводковый, бытовой
Полевые севообороты без озимых культур, овощные и кормовые севообороты, весенние пастбища	предпосевной	то же
Искусственные луга и летние пастбища	летне-осенний паводковый	бытовой

Расчетный расход для каждого периода устанавливают на основании материалов наблюдений за многолетний период по рекам-аналогам или по эмпирическим зависимостям при отсутствии наблюдений.

Так как расходы воды в одной и той же реке (или канале) в один и тот же расчетный период по годам не остаются постоянными, то необходимо установление расчетного расхода. Принимать в качестве расчетного расхода минимальное значение за расчетный период нельзя, так как он обеспечивает пропускную способность канала только в маловодные годы. Принимать максимальный из наблюдаемых расходов в качестве расчетного также

нельзя, так как размеры канала будут полноценно использоваться только в многоводные годы.

Для установления расчетного расхода на каждый расчетный период проводят статистическую обработку материалов наблюдений за расходами на реках-аналогах за 30...50 лет и более, размещая их в убывающем порядке, и устанавливая обеспеченность каждого из наблюдаемых расходов.

Обеспеченность расхода, как следует из названия, – это показатель того, насколько обеспечен этот расход в многолетнем периоде. Точнее, обеспеченность – это вероятность превышения данного расхода в многолетнем разрезе.

Обеспеченность часто характеризуют числом лет из ста, в которых рассматриваемая величина расхода может быть превышена. Например, при обеспеченности расходов, равной 2%, принятый расход может быть превышен 2 раза за 100 лет, или его повторяемость составляет 1 раз в 50 лет ($50 = 100/2$). При 25%-ой обеспеченности повторяемость составляет ($100/25$) один раз в 4 года.

Приняв в качестве расчетного, например, расход 5%-ой обеспеченности и определив размеры канала для его пропуска, мы заведомо допускаем, что более высокие расходы (соответствующие меньшим процентам обеспеченности) через этот канал не пройдут. В результате один раз в 20 лет ($100/5 = 20$) осушаемый массив будет переувлажнён, и, следовательно, снизятся урожаи.

Для повышения надежности системы надо уменьшить процент обеспеченности, однако при этом возрастают капиталовложения на ее сооружение и расходы на эксплуатацию. Поэтому установление расчетной обеспеченности представляет собой сложную технико-экономическую задачу. Для её решения сопоставляют доходы от сельского хозяйства с расходами на строительство с учетом возможных ущербов из-за отклонения водного режима почвы от оптимального. Для расчета используют расходы определенной обеспеченности в зависимости от характера сельскохозяйственного использования земель (табл. 19)

Таблица 19

Обеспеченность расчетных расходов, %

Тип сельскохозяйственного использования	Способ осушения	
	закрытая сеть	открытая сеть
Сады	1...5	–
Овощные и кормовые севообороты, пастбища	1...5	–
Зерновые севообороты	5...10	5...15
Сенокосы	5...10	10...20

Более сложные и дорогие осушительные системы, применяемые для осушения ценных сельскохозяйственных культур, рассчитывают на меньшую обеспеченность, делая их таким образом более надежными. При осушении под овощи и сады проектный водный режим не обеспечивается

в среднем один раз в 20...100 лет, при осушении открытыми каналами сенокосов возможно недоосушение в среднем один раз в 5...10 лет.

Расчетный расход вычисляют для каждого периода по формуле 19 через расчетный модуль стока, то есть расход, поступающий в канал с единицы водосборной площади, который обычно выражают в л/с с 1 га. Площадь водосбора канала в расчетном створе (в устье, в месте впадения другого канала и пр.) определяется по плану.

Модуль стока зависит от климатических условий местности (запас воды в снеге, интенсивность осадков, дружность половодья и др.) и характеристик водосборов (заболоченность, залесенность, проницаемость почв, уклоны поверхности, рельеф и др.).

Расчетные модули стока при наличии наблюдений за расходами на каналах и реках с близкими характеристиками водосбора определяют по методу аналогии. При этом если площадь водосбора-аналога существенно не отличается от водосбора рассчитываемого канала (более чем в десять раз), модули стока предпосевного и бытового периодов принимают без изменений по каналу-аналогу.

При отсутствии аналогов используют расчетные формулы, рекомендуемые строительными нормами. Широко используют также местные (региональные) эмпирические формулы, выведенные на основе обработки материалов наблюдений за расходами в реках.

Предпосевной модуль стока часто бывает в 2...6 раз меньше максимального весеннего модуля стока. Модуль летнего паводкового стока в свою очередь часто составляет 70...100% предпосевного модуля.

Бытовой модуль стока принимают без расчета равным 0,02...0,05 л/с·га, максимальное значение назначают при грунтовом и грунтово-напорном водном питании.

7.7. Расчет проводящей сети

Расчет каналов. Целью расчета является определение размеров поперечного сечения канала, способного пропустить расчетные расходы воды, не вызывая подтопления впадающих в него каналов, то есть при соблюдении правил вертикального сопряжения. Кроме того, канал не должен быть чрезмерно большим и глубоким (экономия на земляных работах), должен иметь уклон дна, близкий к уклону поверхности земли, а скорость течения воды в нем не должна вызывать размыв и разрушение берегов.

Поскольку по длине канала от истока к устью расходы изменяются, а максимальные расходы наблюдаются в его устье, то устье канала принимают в качестве основного расчетного створа. Гидравлический расчет канала проводят для устьевого створа при площади водосбора более 500 га и во всех случаях, когда уклон поверхности земли вдоль трассы канала пре-

вышает 0,003. При малых размерах водосборов (менее 500 га) и небольших уклонах каналы не рассчитывают, размеры их принимают конструктивно.

Помимо этого расчет проводят для следующих створов: выше и ниже впадения гидравлически рассчитываемого канала; в створах изменения уклона дна канала; при увеличении площади водосбора более чем на 20%. Размеры канала на участках между смежными створами принимают по нижнему створу.

Гидравлический расчет выполняют по формулам равномерного движения воды. Задача гидравлического расчета сводится к определению площади поперечного сечения канала, достаточной для пропуска расчетного расхода при допустимых значениях скорости воды.

Следует подчеркнуть, что размеры канала устанавливают по расчетному расходу воды, поверочные расходы (см. табл. 18) используют для контроля скорости движения воды и глубин наполнения каналов в соответствии с требованиями правил вертикального сопряжения каналов.

В расчете используют следующие формулы гидравлики. Расход воды в канале

$$Q_p = \omega v, \quad (29)$$

где Q – расчетный расход, м³/с; ω – площадь поперечного сечения канала (м²), необходимая для пропуска этого расхода при скорости потока v (м/с).

Скорость воды определяют по формуле Шези

$$v = C\sqrt{RI}, \quad (30)$$

где C – коэффициент сопротивления движению воды (коэффициент Шези), который зависит от шероховатости (гладкости) дна и откосов канала; R – гидравлический радиус (м)

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (31)$$

где χ – смоченный периметр канала при данном расходе Q , I – гидравлический уклон, равный уклону дна русла (безразмерная величина). Скоростной коэффициент определяется по формуле Павловского

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (32),$$

где n – коэффициент шероховатости; определяется в зависимости от состояния смачиваемой поверхности.

Состояние поверхности	n
Тщательно оструганные доски, штукатурка из чистого цемента	0,010
Неоструганные доски, чистые водопроводные и водосточные трубы	0,012
Булыжная мостовая, высеченные в скале каналы	0,020
Большие земляные каналы в средних условиях	0,0275
Земляные каналы, заросшие травой	0,030
Каналы в плохих условиях (засорены камнем, обвалами грунта)	0,035
Реки с промоинами и отмелями	0,040
Поймы крупных рек, покрытые травой, кустарником	0,050
Поймы со слабым течением и заводьями	0,10

При расчете осушительных каналов, с учетом поддержания их в удовлетворительном состоянии при эксплуатации, принимают $n = 0,03$.

Показатель степени y в формуле Павловского определяется по формулам

$$y = 1,3\sqrt{n} \text{ при } R > 1 \text{ м и } y = 1,5\sqrt{n} \text{ при } R < 1 \text{ м} \quad (33)$$

При определении скоростного коэффициента с использованием формулы Павловского в практике проектирования используют номограммы, одна из которых приведена на рис. 38.

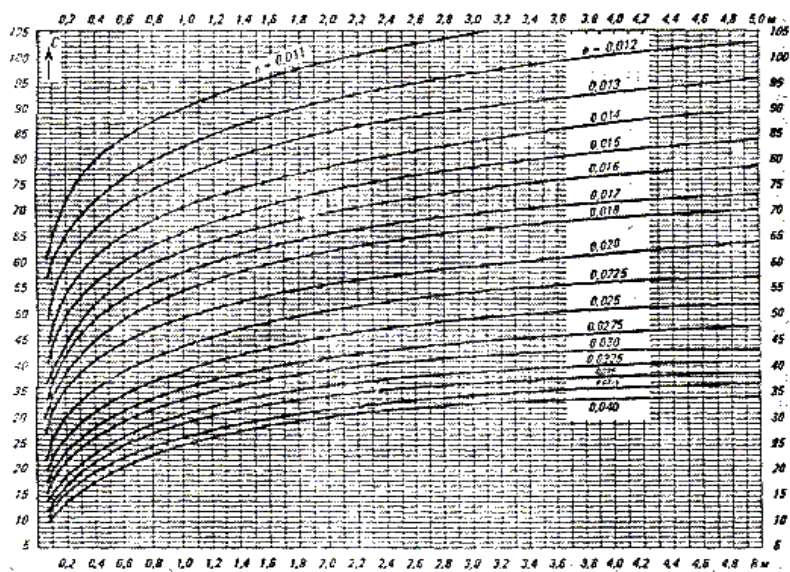


Рис. 38. График для определения скоростного коэффициента C по формуле Н.Н. Павловского

Площадь поперечного сечения трапецеидального русла рассчитывается по формуле

$$\omega = (b + mh)h, \quad (34)$$

где m – заложение откосов, b – ширина по дну, h – глубина воды в канале при данном расходе. Смоченный периметр вычисляется по формуле

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (35)$$

Скорость движения воды в канале v должна удовлетворять неравенству

$$v_{\min} < v < v_{\max}, \quad (36)$$

где v_{\min} – минимально допустимая скорость воды в канале по условиям заиления и зарастания его русла, $v_{\min} = 0,2 \dots 0,4$ м/с.

Во избежание заиления каналов предусматривают мероприятия по борьбе с водной эрозией на осушаемых землях (воронки-водовыпуски, ложбины и пр.), крепление истоков каналов, проходящих в тальвегах, закрепление устьев боковых каналов. Максимально допустимую скорость v_{\max} определяют в зависимости от грунтов ложа канала и глубины потока.

Ниже приведены размеры допускаемых средних скоростей, не вызывающих размыва грунта при гидравлическом радиусе $R = 1$ м (таблица 20).

Если гидравлический радиус канала меньше или больше одного метра, то допустимую скорость воды определяют по формуле

$$v_{\max} = v_T R^{0,3}, \quad (37)$$

где v_T – скорость при $R = 1$; R – фактический гидравлический радиус.

При скоростях воды больше допустимых и невозможности уменьшения уклона канала предусматривают во избежание его размыва крепление русла каким-либо материалом или строительство сопрягающих сооружений. Средние скорости воды, не вызывающие размыва закрепленных русел зависят от вида крепления.

Минимальные из приведенных значений соответствуют каналам с глубиной потока до 0,5 м, максимальные – более 3 м. При расчете каналов с закрепленным руслом коэффициент шероховатости необходимо принимать, исходя из принятого вида крепления: для булыжной мостовой $n = 0,025$, бетонной облицовки $n = 0,014$.

Таблица 20
Максимально допустимые скорости при $R=1$

Грунты	Допустимые скорости, м/с
Глина	0,75...1,25
Песок крупный	0,60...0,75
Песок мелкий	0,30...0,40
Торф осоково-гипновый:	
хорошо разложившийся	0,50...0,70
слаборазложившийся	0,80...1,00
Торф древесный	0,30...0,50
Торф сфагновый:	
разложившийся	0,50...0,80
слаборазложившийся	1,20...1,50

<p>Вид крепления</p> <p>Залужение и одерновка откосов</p> <p>Хворостяное фашинное покрытие</p> <p>Одиночная каменная мостовая</p> <p>Бетонные плиты</p>	<p>Допустимые скорости, м/с</p> <p>1,0...1,5</p> <p>1,5...2,0</p> <p>2,5...4,0</p> <p>> 4,0</p>	<p>При расчете каналов трапецеидального сечения коэффициент заложения откосов принимают в зависимости от грунтов (см. табл. 17), ширину канала по дну задают. В начале расчетов ее нередко принимают 0,5 м или равной ширине ковша экскаватора, в последующем расчете при нахождении глубины канала h ширину уточняют.</p>
---	--	---

Пример. Порядок расчета магистрального канала, приведённого на рис. 10. На построенный продольный профиль канала (рис. 36) наносим все впадающие в него каналы (С-4-1, С-4-2, С-4-3) и коллекторы (К-1, К-2, К-3) и отмечаем отметки их дна в устьях (расчеты коллекторов выполнены ниже).

Следующим шагом является определение уклона дна рассчитываемого канала, который должен примерно соответствовать уклону поверхности по его трассе. В данном случае он может быть задан в пределах 0,001...0,0015. Принимаем уклон равным $I = 0,001$, что допустимо. С этим уклоном проводим линию ниже дна наиболее глубоко врезанного коллектора (на 15...20 см), которая будет характеризовать бытовой уровень воды в летний период. Для определения глубин наполнения канала в расчетные гидрологические периоды находим расходы магистрального канала (МК) в устье и в местах впадения всех коллекторов и каналов. Ограничимся в качестве примера расчетом для устьевоего створа (пикет 0). Площадь водосбора данного МК складывается из участков, осушаемых закрытым дренажем и открытыми каналами (по плану площадь равна 104,8 га), а также из площади водосборов нагорных каналов С-4-2 и С-4-1 (определяется по

плану местности более мелкого масштаба). Суммарная площадь водосбора МК в устье составляет $F = 474,8$ га.

На основе гидрологических данных региона устанавливаем значения расчетных модулей стока: бытового – 0,05; летне-паводкового – 0,66; предпосевного 0,78 и максимального весеннего – 1,57 л/с·га. По вышеприведенной формуле $Q = qF$ определяем расчетные расходы и проводим гидравлический расчет канала. Расчет ведется методом подбора: при принятой ширине канала по дну b задаемся величиной h (глубиной наполнения при данном расходе) и последовательно вычисляем ω , χ , R , C , v и расчетный расход Q_p . Этот расход должен соответствовать или быть близким пропускаемому, то есть Q . В таблице 21 приведены рассчитанные значения, которые, как нетрудно убедиться, соответствуют допустимым скоростям воды, правилам вертикального сопряжения и т.д. Если Q_p получается больше Q , следует уменьшить глубину h и повторить расчёт. Обычно при некотором опыте с третьей-четвертой попытки удается определить размеры канала, удовлетворяющие требованиям пропуска максимального расхода без переполнения канала, предпосевного и летне-паводкового расходов ниже берегов на 0,5...0,7 м.

Таблица 21

Пример расчетных значений параметров магистрального канала на рис. 10 (при $b = 0,5$ м; $I = 0,001$, $m = 1,5$)

Параметры	Расчётный период		
	максимальный весенний	предпосевной	бытовой
Расход Q , м ³ /с	7,46	0,40	0,024
Глубина воды h , м	2,10	1,50	0,30
Площадь поперечного сечения ω , м ²	7,45	4,12	0,26
Смоченный периметр, м	7,96	4,64	1,48
Гидравлический радиус R , м	0,94	0,89	0,17
Коэффициент C	32,5	33	23
Скорость, м/с	1,0	0,99	0,10
Расход Q_p	7,46	0,41	0,026

Допускаемая скорость для осоково-гипнового торфа средней степени разложения составляет 0,65...0,80 м/с при $R = 1$ м в зависимости от зольности. Пересчет скорости к другому гидравлическому радиусу R произведен по формуле 37.

Не всегда удается пропустить бытовой расход со скоростью выше минимально допустимых по условиям заиления и зарастания русла (0,2...0,3 м/с). Последствия этого не представляются большим злом, потому что и при скорости 0,2...0,3 м/с каналы зарастают растительностью, с которой приходится бороться при их эксплуатации.

В данном примере все рассчитанные параметры находятся в пределах допустимых значений, что является идеальным случаем. Для повышения надежности нелишне было бы провести повторный расчет, например, при $m = 1,75$ или уклоне 0,0015.

Расчитанное значение глубины воды в канале в бытовой период откладываем на продольном профиле канала и проводим линию, параллельную бытовому уровню, которая будет проектным дном канала. Вычисляем проектные глубины канала, наносим остальные расчетные уровни. На этом заканчивается составление продольного профиля МК (рис. 36). Следующим шагом является определение объемов земляных работ и подбор техники

Расчет закрытых коллекторов

Гидравлический расчет коллектора проводят с целью определения диаметров труб, достаточных для пропуски воды, поступающей в коллектор по дренам. Так как по длине коллектора от истока к устью расход воды нарастает, то в этом направлении должны увеличиваться и диаметры труб. Строить коллектор из труб одного диаметра, рассчитанного на расход в устьевом створе, невыгодно, так как такой коллектор будет работать полным сечением только в устье, а на всей остальной длине избыточный размер труб неоправдан. Такой коллектор неэкономичен, так как стоимость труб резко возрастает с увеличением диаметра. Только дренаы делают на всю их длину из труб одного диаметра.

Каждый коллектор строят из труб не более 2...4 сортаментов. Например, длинный коллектор может быть из керамических труб диаметром 75 или 100 мм в его истоке, 150 мм – в средней части и 200 мм в устье. Короткий коллектор с небольшим расходом может состоять из двух типов труб: 75 мм в истоке и 125 мм в устье.

Обязательно проводят гидравлический расчет каждого коллектора в следующих створах: в устье коллектора, в местах изменения уклона, при сопряжении двух или нескольких коллекторов, в местах устройства колодцев-поглотителей. Расход коллектора в устье или в любом створе по его длине определяют по формуле (19), в которую подставляют величины $q_{др}$ – дренажный модуль стока (модуль внутреннего стока); F – площадь водосборного бассейна коллектора выше рассматриваемого створа.

Дренажный модуль стока может быть вычислен через расчетный приток воды к дренам (который определяют при назначении междренних расстояний) по формуле

$$Q_{др} = 116 n q_n, \quad (38)$$

где q_n – средний за расчетный период приток воды к дрене, м/сут (рассчитывают на основе уравнения водного баланса); n – коэффициент, обычно $n = 1$, а при комбинированном дренаже с применением кротования $n = 1,2$. Увеличение на 20% притока воды к дренам происходит за счет отвода ее с поверхности почвы и из пахотного слоя кротовинами.

Расчет коллекторов проводят по формулам гидравлики для безнапорного движения воды, предполагая, что при пропуске расчетного расхода трубопровод коллектора работает полным сечением. Дренажный модуль стока равен 0,5...0,6 для легких суглинков и супеси, 0,7...0,9 л/с·га для песков и низинного торфяника.

На болотах интенсивного грунтового и грунтово-напорного водного питания дренажные модули стока увеличивают до 0,9...1,1 л/с·га. При отводе через коллекторы родников и поверхностного стока модули стока увеличивают до 1,2...1,5 л/с·га.

Для круглых труб скорость движения воды в коллекторе вычисляют по формуле Шези $v = C\sqrt{RI}$ при значениях $\omega = \frac{\pi d^2}{4}$, d – внутренний диаметр труб коллектора, м; I – уклон дна коллектора; C – скоростной коэффициент, который определяют в зависимости от шероховатости и гидравлического радиуса R . Для труб с полным заполнением водой гидравлический радиус

$$R = d/4, \quad \chi = \pi d \quad (39)$$

Коэффициент шероховатости n принимают равным для керамических труб 0,017, деревянных – 0,015, пластмассовых гофрированных – 0,013...0,015.

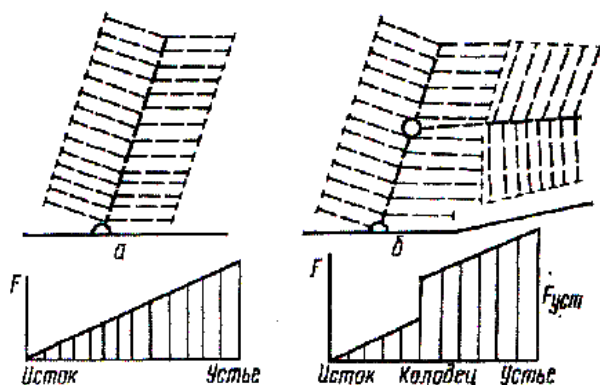


Рис. 39. Графики нарастания водосборной площади коллекторов: а – коллектор простой; б – коллектор сложный (с впадением бокового коллектора)

Гидравлический расчет закрытых коллекторов из гончарных труб выполняют в следующей последовательности: строят график нарастания площади водосбора коллектора от истока к устью (рис. 39), принимают минимальный диаметр труб для верхней части (истока) коллектора равным 75 или 100 мм, определяют пропускаемый ими расход при принятом по продольному профилю уклоне I ; находят делением полученного

расхода на дренажный модуль стока площадь, с которой коллектор этого диаметра обеспечит отвод воды.

Эту площадь наносят на график, определяют диаметр устьевых труб коллектора по формуле, вычисляют диаметры труб для промежуточных участков с учётом того, чтобы по длине коллектора использовалось не более 2...4 сортаментов труб.

Диаметр труб и скорость воды определяют в зависимости от уклона. В таблице 22 приведена выдержка из общей таблицы для гончарных труб.

Пример проектирования коллектора для конкретного объекта осушения, показанного на рис. 10. Система коллектора К-3 с дренами длиной 170...190 м, расположенными преимущественно по поперечной схеме с некоторыми использованиями уклона местности. Принимаем глубину дрен в истоке равной 1 м и уклон дрен равным 0,003 в соответствии с рекомендациями.

Глубина дрен по длине уменьшится за счет использования местного уклона на 0,12 м (определяется по плану). С учетом этого глубина дрен в устье будет равна $1,0 + 190 \cdot 0,003 - 0,12 = 1,45$ м, что находится в пределах допустимых значений.

Коллектор обслуживает площадь 18,3 га. Из уравнения водного баланса (п. 7.6) определяем величину слоя избыточной воды $w = 0,054$ м. Этот объем воды надо отвести в допустимые сроки. Принимаем $T = 10$ сут, тогда модуль стока $q = 0,054/10 = 0,0054$ м/сут, по формуле 38 дренажный модуль стока $q_{др} = 116q = 0,63$ л/с·га. На этот

расход необходимо рассчитать коллектор. Расход коллектора в устье $Q = q_{др}F = 0,63 \cdot 18,3 = 11,5$ л/с.

Принимаем уклон коллектора по продольному профилю примерно равным уклону поверхности по его трассе – 0,0025. В таблице 22 такого уклона нет, но имеются уклоны 0,002 и 0,003. Интерполяцией находим, что при уклоне 0,0025 трубы в состоянии пропустить расход, равный $(11,02+13,68)/2 = 12,35$ л/с, что больше чем 11,5 л/с. Останавливаемся на диаметре трубы для устьевоего участка равном 17,5 см.

Принимаем для истоковой части коллектора трубы диаметром 12,5 см, которые при уклоне 0,0025 обеспечивает пропуск расхода 5,21 л/с. Среднюю часть коллектора изготавливаем из труб диаметром 15 см, которые в состоянии пропустить расход до 8,3 л/с. Для определения длины участков с разными диаметрами труб используют графики нарастания расходов от истока до устья (подобно графику для определения водосборной площади) или используют аналитические выкладки.

Таблица 22

Расход Q (м³/с) керамических труб в зависимости от диаметра и уклона

Уклон I	Внутренний диаметр труб, см						
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
0,001	–	0,82	1,77	3,30	5,24	7,91	11,24
0,002	0,39	1,16	2,50	4,71	7,45	11,02	15,94
0,003	0,48	1,42	3,08	5,72	9,15	13,68	19,50
0,004	0,55	1,65	3,54	6,59	10,47	16,10	22,60
0,005	0,62	1,84	3,96	7,43	11,77	17,75	25,29
0,006	0,68	2,01	4,33	8,05	12,80	19,70	27,60
0,007	0,73	2,18	4,68	8,78	14,00	20,85	29,80
0,008	0,78	2,33	5,01	9,31	14,80	22,15	31,80
0,009	0,83	2,47	5,31	9,93	15,80	23,00	33,80
0,010	0,88	2,60	5,60	10,50	16,60	25,00	35,60
0,012	0,95	2,86	6,10	11,90	18,12	27,40	–
0,015	1,07	3,19	6,83	12,75	20,30	–	–
0,018	1,18	3,49	7,50	14,01	–	–	–
0,020	1,24	3,69	7,88	14,70	–	–	–
0,023	1,34	3,96	8,50	–	–	–	–

Расход в устье, равный 11,5 л/с, формируется при длине коллектора 516 м, т.е. на каждый метр длины коллектора поступает $11,5 : 516 = 0,0223$ л/с. Трубы диаметром 12,5 см должны пропускать 5,21 л/с. Этот расход они соберут с участка длиной $5,21 \cdot$

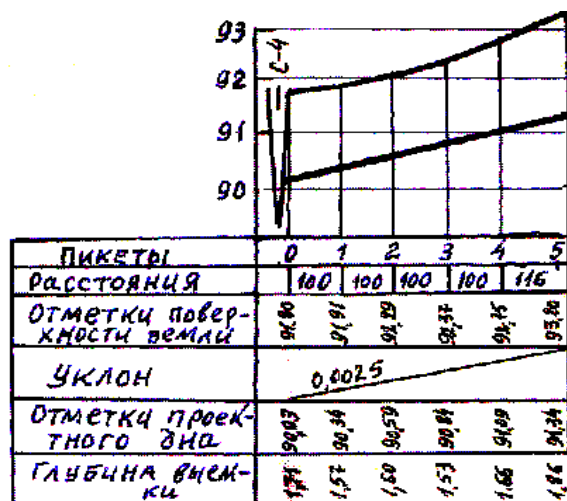


Рис. 40. Продольный профиль коллектора

$0,0223 = 237$ м. Трубы диаметром 15 см в состоянии отвести воду, поступившую по длине $8,3 \cdot 0,0223 = 372$ м. Трубы диаметром 15 см необходимы на длине $372 - 237 = 135$ м. Устьевой участок коллектора на длине $516 - 372 = 144$ м будет из труб диаметра 17,5 см. Аналогично подбираем диаметры и других коллекторов.

Для завершения построения продольного профиля и определения глубины коллектора в наиболее низком месте откладываем от поверхности глубину коллектора $H_k = H_{др} + d_{к.н.}$, где $d_{к.н.}$ – наружный диаметр труб коллек-

тора с учетом толщины стенок. Рассчитываем $H_k = 1,45 + 0,175 + 2 \cdot 0,002 = 1,66$ м и через эту точку проводим линию дна коллектора с принятым уклоном, вычисляем отметки проектного дна и глубины выемки по пикетам. Установленные таким образом отметки устьев коллекторов наносим на продольный профиль проводящего канала С–4 (рис. 36).

Для определения осушаемых площадей, которые могут обслуживаться при данных значениях дренажного модуля стока, проще использовать номограммы.

Скорости течения воды в коллекторах должны быть в пределах 0,3...1,5 м/с. Минимальные уклоны коллекторов из гончарных труб равны 0,0015, из пластмассовых – 0,001. Аналогично рассчитывают коллекторы из деревянных и других труб.

Контрольные вопросы

- 1. Что такое расход канала?*
- 2. Почему каналы проводящей сети размещают по тальвегу минерального дна болота?*
- 3. В каких пределах изменяется дренажный модуль стока?*
- 4. Продольный профиль канала и порядок его построения.*
- 5. Перечислите основные правила вертикального сопряжения элементов осушительной сети.*
- 6. Что такое заложение откосов и каковы значения коэффициента заложения откосов для проводящих каналов в разных грунтах?*
- 7. Почему расчет каналов проводят на предпосевный расход, а не на максимальный расход талых вод?*
- 8. Назначение гидравлического расчета проводящих каналов и последовательность расчета.*
- 9. От чего зависят допускаемые скорости движения воды в канале (дрене) и каковы их значения?*
- 10. Значения минимальных скоростей течения воды в каналах и закрытых коллекторах.*
- 11. Чему равен гидравлический радиус русла?*

ГЛАВА 8. РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДОПРИЕМНИКОВ



8.1. Требования к водоприемникам

Основными водоприемниками осушительных систем являются реки. Используют для этих целей также крупные овраги, ручьи и балки. Реже используют в качестве водоприемников озера, моря и водохранилища, так как режим уровней в них редко удовлетворяет требованиям отвода воды из осушительной сети.

Практически не используют, но часто рекомендуют для этих целей подземные структуры путем устройства поглощающих колодцев. Поскольку под низинными болотами вся толща геологических пород насыщена водой, сбрасывать ее туда невозможно.

В связи с этим, а также для дополнительного освещения роли подземных вод в питании болот, поучителен следующий случай. Автору данного учебника поступила на рецензию из Комитета по делам изобретений заявка «Вертикальный дренаж болот», в которой ее автор, сельский учитель, предлагал для осушения применять бурение торфа до подстилающего водопроницаемого грунта, в который должны были уйти болотные воды. Для доказательства демонстрировался опыт: дырявое ведро заполнялось глиной, доведенной до «консистенции блинного теста» и заливалось водой, которая через непродолжительное время уходила. Автору изобретения было предложено ответить на один вопрос – ушла бы вода, если ведро не было бы худым или дырявое ведро стояло в бочке, заполненной вровень с ним водой. Прецедент с «изобретением» был исчерпан.

При самотечном отводе воды к водоприемнику предъявляют ряд требований. Водоприемник не должен создавать подпор в осушительных каналах, уровень воды в бытовой период в нем не должен превышать уровня воды в устьях этих каналов; водоприемник должен обладать достаточной водоприемной или пропускной способностью, обеспечивающей своевременный отвод избыточных вод с осушаемой территории. Подпор воды в каналах со стороны водоприемника допускается только в период прохождения максимальных расходов талых вод и в ограниченных размерах в предпосевной и летне-паводковый периоды с обеспечением необходимых норм осушения. Русло водоприемника должно быть устойчиво в пределах всего осушаемого массива; при выходе воды в половодье из берегов рек водоприемников песчаные наносы не должны отлагаться в пойме, допускается лишь илистый наиллок, способствующий повышению плодородия почвы. Продолжительность весеннего затопления не должна превышать оптимальных значений.

К сожалению, в естественном состоянии водотоки и водоемы не всегда удовлетворяют этим требованиям из-за недостаточной глубины вреза русла; высокого положения водотока по отношению к осушаемым землям; малых размеров русла, малых уклонов дна водотока из-за извилистости; высокой шероховатости русла при зарастании кустарником и водной растительностью, засоренности корягами, топляком и камнями; подпора воды

искусственными сооружениями – плотинами, трубами-переездами и заколами, устраиваемыми для купания и рыбной ловли.

Основными целями регулирования водотоков и водоемов являются понижение уровней воды в них и увеличение водопропускной, водоприемной способностей в расчетные (критические) периоды работы осушительной системы. Эти цели могут быть достигнуты двумя путями: регулированием русла водоприемника и его разгрузкой от излишней воды.

Мероприятия по регулированию русла водоприемника включают: увеличение поперечного сечения русла его углублением и уширением; увеличение уклона и скоростей движения воды путем спрямления реки; увеличение пропускной способности реки с помощью очистки русла от растительности и мусора; создании условий для равномерного движения речного потока с помощью выправительных работ; устранение местных подпоров на реке ликвидацией мелких плотин и заколов или переводом режима работы водохранилищ на благоприятный для мелиорации график; снижение уровня воды в озере за счет частичного спуска; ограждение водоприемника от нагонных течений моря дамбами.

Наиболее распространенные способы регулирования – очистка, углубление, расширение, спрямление и выправление русла. Иногда одного устранения подпоров достаточно для регулирования реки. В более сложных случаях проводят углубление, расширение русла, а также его спрямление. При невозможности таких работ применяют машинное осушение с использованием насосных станций.

8.2. Очистка русла

Очистка русла водоприемника – наиболее простая операция. Каждый закол или яз, выполненный в виде плетня в русле реки, вызывает подъем уровня воды, по крайней мере, на 10...20 см. При массовом их сооружении уровень воды в реке может подтопить каналы и прилегающие пойменные земли. Заращение русла кустарниково-древесной растительностью, засорение деловой древесиной (особенно на лесосплавных реках), хворостом и корягами не только уменьшает поперечное сечение русла, но и во много раз увеличивает его коэффициент шероховатости (с $n = 0,035$ до $n = 0,1...0,3$). В результате уровень воды в реке повышается.

8.3. Углубление и расширение русла

Углубление и расширение русла проводят на реках со слабо выраженной извилистостью, когда необходимо небольшое понижение уровней воды.

Углубление предпочтительнее расширения русла, так как оно приближает его к гидравлически наивыгоднейшему сечению. Однако это не

всегда возможно, так как углубление лимитируется положением местного базиса эрозии. Нельзя заглублять приток ниже дна той реки, в которую он 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 (рис. 41,а). Если такой возможности нет, русло уширяют с двух сторон или с одного берега (рис. 41,б). Наиболее распространен способ регулирования, основанный на одновременном углублении и уширении русла (рис. 41,в).

В зависимости от размеров реки и объемов работы углубление выполняют сухопутными плавучими экскаваторами или с помощью средств гидромеханизации (землесосные установки, землечерпалки).

8.4. Спрявление 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 извилистости (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 спрявления реки, которые применяют в зависимости от извилистости и размеров естественного и проектного русла, характера слагающих его грунтов.

Если размеры русла невелики и река образует много мелких излучин, то новое русло проектируют по возможности прямолинейным с минимальным числом поворотов, не считаясь с положением существующего (рис. 42,а).

Если русло сильно извилистое и отдельные участки его имеют значительные размеры, спрямляют наиболее крупные излучины, устраивая короткие прокопы (рис. 42,б). 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 происходит заиление русла. Более эффективны решительные спрямления. В этом случае сразу удаётся исключить из реки крупные излучины (рис. 42,в) и тем самым за счет сокращения длины реки увеличить ее уклон.

Спрямления сопрягают с участками старого русла плавно 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. Спря-

ления не должны выходить в пределы притеррасной поймы. Трассы спрямлений рек не должны пересекать озер.

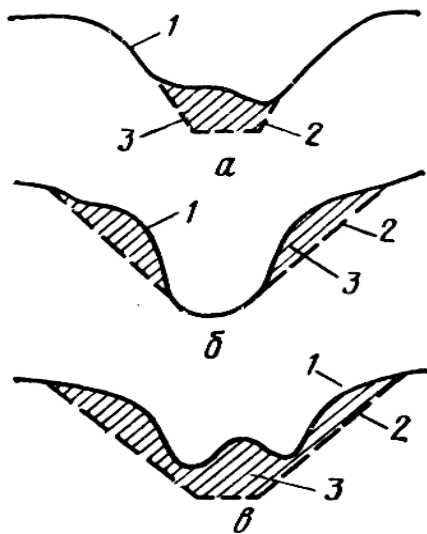


Рис. 41. Примеры увеличения размеров русла водоприемника: а – углубление русла при достаточной его ширине; б – уширение при достаточной глубине русла; в – углубление с одновременным уширением;
1 – существующее русло;
2 – проектируемое русло;
3 – грунт срезки

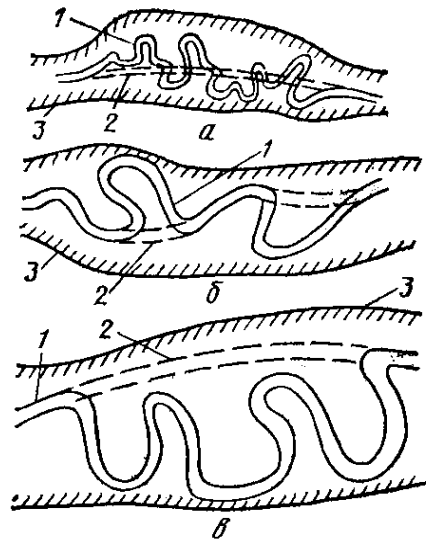


Рис. 42. Способы спрямления русел рек-водоприемников: а – новое русло (при малых размерах сильно извилистого русла); б – короткие прокопы; в – решительное спрямление;
1 – естественное русло;
2 – проектируемая трасса реки (спрямление);
3 – коренной берег поймы реки

При спрямлении рек участки старого русла, исключенные из реки, засыпают, если они не нужны для хозяйственных целей. При недостатке местного грунта засыпку проводят только 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 заиливается.

Спрямление рек проводят экскаваторами, скреперами и земленасосными установками.

8.5. Выправительные работы

В русле реки выправительные работы выполняют для придания ему правильной формы, создания и поддержания одинаковой ширины. При резких изменениях русла (например, от глубоких и узких участков до широких и мелких) движение воды становится неравномерным и замедляется, на перекатах откладываются наносы. Выправительные работы придают оси потока плавность, а движению воды – равномерность, что снижает потери напора. Применяют струенаправляющие дамбы (рис. 43), запруды и полузапруды для выправления динамической оси потока и водостесни-

тельные сооружения на широких участках реки. К выправительным работам относят также берегоукрепительные.

Струенаправляющие дамбы сооружают для сужения участков реки, когда ширина русла более чем в два раза превышает проектную. Дамбы размещают на расстоянии, равном ширине реки от устойчивого берега. В плане им придают плавное очертание. Между дамбой и берегом образуется карман (отмель), который постепенно заиливается взвешенными в воде наносами.

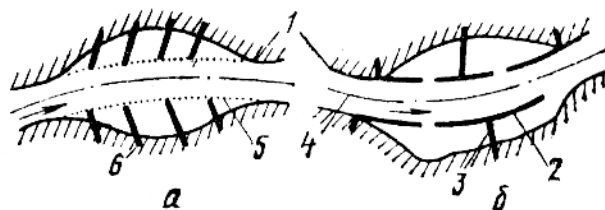


Рис. 43. Выправительные сооружения на реке-водоприемнике: а – поперечные; б – продольные; 1 – берег реки до выправления; 2 – струенаправляющие дамбы; 3 – траверсы; 4 – динамическая ось потока; 5 – берег после выправления русла; 6 – буны (полузапруды)

Водостеснительные дамбы, полузапруды или буны (рис. 43,а) располагают под углом $100...110^\circ$ к оси русла реки против течения. Скорость движения воды между бунами резко снижается, в результате происходит отложение наносов, постепенно русло сужается. Для повышения эффективности бун их дополняют короткими отрезками дамб, образуя буны с траверсами. Расстояния между полузапрудами принимают равным $1/3...1/4$ ширины реки, но не более четырехкратной длины полузапруды.

Струенаправляющие дамбы более эффективны и их действие сразу же сказывается на реке, но они дороги и сложны в строительстве, так как возводят их в глубоких местах реки. Полузапруды проще (их строят от берега, постепенно выдвигая вглубь реки), но их воздействие на реку проявляется только после заиления межбунных пространств.

Дамбы и полузапруды строят из двух параллельных плетней, которые через 2...3 м стягивают поперечным плетнем. Затем плетневые клетки заполняют камнем. Используют для этих целей фашины и габионы.

Берегоукрепительные работы проводят на вогнутых участках реки, где размываются и разрушаются откосы. Для этого применяют посев трав, дерновые ковры, плетни, фашины, бетонные плиты и другие материалы.

При регулировании рек и осушении пойм ухудшается паводковый режим: из-за увеличения уклонов реки паводковые воды быстрее отводятся, в результате возрастают максимальные расходы половодий и уменьшается их продолжительность. В связи с этим возрастает опасность наводнений в нижнем течении реки, особенно за отрегулированными участками. Поэтому регулирование русел (точно так же, как и обвалование) надо доводить до устья реки или до места, ниже которого наводнение не представляет опасности.

Чрезмерное регулирование русел может вызвать нежелательное снижение уровней грунтовых вод на прилегающей территории, а также ухудшить условия для обитания рыбы, купания и отдыха людей. Поэтому в

настоящее время разрешается регулировать мелкие реки. Средние реки регулируют только в малонаселенных местах.

8.6. Разгрузка водоприемников

Разгрузку водоприемников применяют для понижения уровней воды в реке с целью бесподпорного отвода воды из осушительной системы с помощью устройства водохранилища для регулирования паводкового стока на реке или ее притоках выше осушаемого массива; переброски части речного стока с помощью канала или туннеля в бассейн другой реки; устройства разгрузочного канала с отводом части речного стока в ту же реку, но ниже мелиорируемой территории; перехвата притоков реки по границе или выше границы осушаемого массива устройством разгрузочного перехватывающего канала, который отводит воду ниже объекта осушения.

Разгрузочные каналы (рис.44) проводят по возможности через местные понижения, балки и овраги с минимальным пересечением дорог, магистральных трубопроводов и других коммуникаций. Углы отвода и примыкания их к реке принимают близкими к 30° . Для уменьшения срока окупаемости разгрузочные каналы трассируют с учетом возможных водопотребителей (сельское хозяйство, коммунальное хозяйство и др.).

Понижение уровня воды в озерах для улучшения их как водоприемников осушительных систем проводят редко. Спускают лишь часть воды с осушением мелководной части. Достигается это путем углубления русла вытекающей из озера реки, сооружения канала или трубопровода. Спуск озер отрицательно влияет на ландшафты и редко экономически оправдан. В настоящее время разрешают спуск только мелких озер с обязательным освоением озерных впадин под сельское хозяйство или другие нужды.

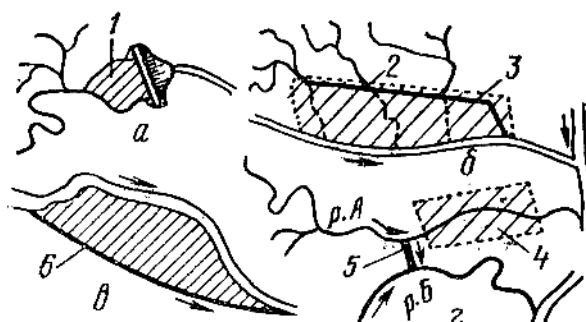


Рис. 44. Основные схемы разгрузки водоприемников: а – устройство водохранилища на реке; б – перехват притоков реки каналом; в – деление русла реки (бифуркация); г – переброска части стока реки А в бассейн другой реки; 1 – водохранилище; 2 – перехватывающий (нагорный) канал; 3 – старые русла притоков; 4 – осушаемый массив; 5 – туннель (канал) для переброски части стока; 6 – параллельный (разгрузочный) канал

8.7. Составление проекта регулирования реки

До составления проекта регулирования реки проводят необходимые топографические, гидрологические, гидрогеологические, инженерно-геологические и почвенно-мелиоративные изыскания. Особое место занимают работы по детальной съемке реки, для чего проводят промеры попе-

речных сечений русла с нанесением бытовых уровней воды через 100 м и менее. Порядок составления проекта следующий:

1) намечают основную осушительную сеть на пойме, водоприемником которой будет отрегулированная река;

2) строят сокращенный продольный профиль реки от устья до истока (или до верхней границы осушаемого массива) по динамической оси потока (стрезень). Динамическая ось примерно соответствует наибольшим глубинам русла, которые определяют по поперечникам реки и наносят на план;

3) выделяют на продольном профиле характерные участки (обычно 2...5) по глубине русла и воды в межень, уклонам дна, слагающим ложе реки грунтам, извилистости реки, ширине поймы и др.;

4) вычисляют путем осреднения поперечных сечений для каждого характерного участка ширину по верху русла V , максимальную глубину русла H , ширину русла b и глубину воды h в бытовой период, а также подсчитывают отношения b/h и V/H . По продольному профилю определяют уклоны для каждого характерного участка реки;

по осредненным морфологическим характеристикам (V , H , b , h) подбирают аналитическую форму поперечного сечения – параметр параболы. Для этого используют формулу

$$P=V^{2/8}H \quad (40)$$

При глубине реки до 2 м руслу придают трапецеидальное сечение;

5) проверяют устойчивость осредненных сечений русла реки, вычисляют для каждого участка заложение откосов по формуле $m = V/4H$ и сопоставляют с допустимыми;

6) определяют приближенно пропускную способность русла по формуле равномерного движения воды в параболическом русле при $n = 0,006...0,1$ для заболоченных и заросших рек;

7) проводят гидрологический расчет реки-водоприемника с определением максимальных, предпосевных, летне-паводковых и бытовых расходов.

Пропускную способность русла в естественном состоянии сопоставляют с фактическими расходами, определенными при гидрологическом расчете. После завершения этого этапа проектируют мероприятия по регулированию русла реки.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях разрешаются экологами работы по регулированию рек? 2. В чем принципиальное различие между короткими прокопами и решительными спрямлениями реки? 3. Почему и в каких случаях требуется проводить регулирование рек до их устьев? 4. Какие виды выправительных работ проводятся в русле реки для улучшения ее как водоприемника осушительной сети? 5. Назовите основные приемы разгрузки реки.

6. Каким требованиям должна удовлетворять река, если использовать ее в качестве водоприемника? 7. Расскажите о примерной схеме и последовательности составления проекта регулирования реки. 8. Почему подстилающие торф породы не используют для отвода воды из осушительной сети?

ГЛАВА 9. МЕЛИОРАЦИЯ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ПОЙМ. ПОЛЬДЕРЫ

9.1. Виды пойм и способы их мелиорации

Задачи мелиорации пойм. Пойма – периодически затопляемая паводками часть речной долины. Низкие поймы затапливаются весенними разливами рек, а нередко и дождевыми паводками. Следовательно, водный режим пойменных земель в решающей степени зависит от режима паводков, то есть от их частоты, продолжительности и глубины затопления.

Вместе с паводковыми водами на пойму поступают взвешенные наносы, которые обогащают почву плодородным иллом. Объем илистых наносов зависит от условий формирования паводкового стока и площади распаханых и залесенных угодий на водосборном массиве. Если площадь лесов на водосборе небольшая, то при дружном снеготаянии вода с полей быстро стекает в реку и бурным течением выносит много крупных песчаных частиц, которые не являются плодородным материалом. Так формируются слоистые малопродуктивные почвы.

При сочетании пашни с лесными массивами создаются благоприятные условия для формирования зернистых почв. В лесах снег сходит на 10...15 суток позже, чем на полях, благодаря чему речные паводки более продолжительные и менее бурные. При замедленном движении воды песчаные фракции наносов выпадают в русле, на пойму же поступают осветленные воды.

На пойме вода стоит или медленно движется, отстаиваясь и удобряя почву. Так образуются наиболее плодородные зернистые почвы, широко распространенные в поймах рек Оки, Волги, Оби и др. При больших площадях лесов на водосборах, что свойственно северным рекам, плодородные почвы образуются редко. Таким образом, водный и питательный режимы пойм определяются, прежде всего, режимом рек.

Первая, главная задача мелиорации пойм – регулирование продолжительности и высоты затопления, обеспечивающее на пойме такие скорости движения воды, при которых не происходит размыва почв и отложения песка. Обеспечивается это дамбами, а также системой лесомелиоративных и агротехнических мероприятий (сохранение лесов и кустарников на пойме, являющихся гасителями энергии паводковых вод, посадка лесных полос, умеренная распашка пойменных земель, использование пойм под сенокосы и др.).

Второй задачей является создание условий для быстрого сброса оставшихся на пойме вод, после того как река войдет в берега.

Третья задача – своевременный отвод грунтовых вод, склонового и дождевого стоков, если они участвуют в переувлажнении почв.

9.2. Основные схемы мелиорации пойм

Пойменные земли очень разнообразны. Даже у одной реки пойма на отдельных участках может полностью отсутствовать, быть односторонней (с одного берега реки), а в так называемых уширениях достигать ширины в несколько километров. В связи с этим реализуют разные схемы мелиорации. Для мелиорации узких пойм (ширина 200...500 м) бывает достаточно одного углубления русла реки до 2...3 м. На широких поймах осушительную сеть проектируют с учетом водного питания каждой части поймы.

По рельефу, почвам и гидрогеологическим условиям пойма неоднородна. В ее составе выделяют следующие части: притеррасную, центральную и прирусловую (рис. 45).

Притеррасная часть – пониженная часть поймы, расположенная около коренного берега. Она, как правило, сложена торфами. Здесь выклиниваются грунтовые и напорные воды, благодаря чему притеррасные почвы всегда переувлажнены. В притеррасной части поймы нередко протекает притеррасная речка, впадающая в конце уширения в основную реку. Летом обычно речка пересыхает, сохраняются лишь отдельные бочаги. Осушительная часть на пойме включает ловчие каналы или глубокие ловчие дрены.

Центральная пойма равнинная, сложена глинистыми и суглинистыми почвами. Осушают такую пойму открытыми каналами и закрытым дренажем, при этом магистральные каналы приурочивают к тальвегу. Ближайшая к реке прирусловая часть поймы является наиболее возвышенной, сложена легкими почвами.

Для каждой поймы составляют индивидуальный проект мелиорации, включающий целый комплекс мероприятий по осушению, освоению и орошению. Схема мелиорации обычно включает следующие элементы: дамбы для защиты земель от затопления паводковыми водами; ловчие каналы для перехвата грунтовых вод и понижения уровня напорных вод, регулирующую открытую или закрытую сеть; увлажнительную сеть.

Тип осушительных систем с самотечным отводом воды или ее откачкой насосами должен выбираться в зависимости от требований охраны

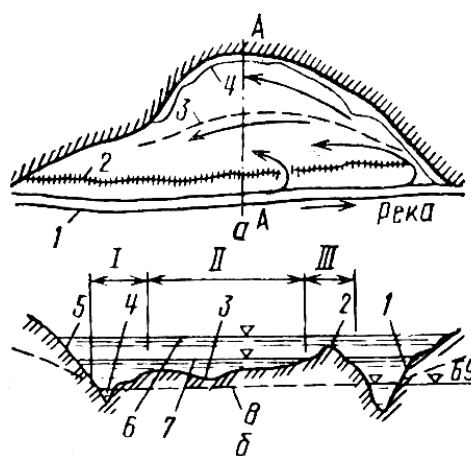


Рис. 45. Схема речной заболоченной поймы: а – план; б – поперечный разрез по А-А; I – притеррасная пойма; II – центральная; III – прирусловая пойма; 1 – река; 2 – прирусловый вал; 3 – тальveg центральной поймы; 4 – притеррасная речка; 5 – коренной берег; 6 – максимальный уровень талых вод в многоводные годы; 7 – то же в средние годы; 8 – уровень грунтовых вод в летнюю межень. Стрелками показано направление движения паводковых вод при затоплении поймы

окружающей природной среды и гидрологического режима водоприемника.

Для отвода воды из магистральных каналов в реку нередко прибегают к машинному осушению, то есть строят насосные станции.

9.3. Защита земель от затопления

Затопление – покрытие территории водой при разливах рек (озер) во время половодий и паводков, при сгонно-нагонных явлениях на морях и водохранилищах, а также в результате сооружения на водотоках русловых плотин.

В естественных условиях речная вода затопляет только пойму. При этом полая вода не только увлажняет почву, но и снижает ее кислотность, удобряет илистыми наносами. В многоводные годы равнинные реки затопляют огромные площади, включая водораздельные пространства. Затопление может быть долговременным (в этом случае землю использовать невозможно или нецелесообразно) и кратковременным (землю используют в сельском хозяйстве или для других целей).

Для борьбы с затоплением эффективны водохранилища в верховьях рек и на их притоках. Они задерживают избыточную воду, регулируют речной сток, перераспределяют его во времени. Наиболее эффективным приемом мелиорации является обвалование затопляемых низин.

Обвалование – ограждение земель валами (дамбами) для защиты от затопления водами рек, озер, водохранилищ и морских приливов. Обвалование осушаемого массива оградительными дамбами (устройство полей) следует применять:

- на приморских равнинах, затапливаемых приливом или нагоном волны;
- в поймах рек, подверженных затоплению весенними и летне-осенними паводками на сроки, превышающие допустимые для данного вида сельскохозяйственного использования земель;
- на приозерных заболоченных низменностях и на затапливаемых территориях, примыкающих к водохранилищам, для ликвидации зон мелководья.

Осушительные системы без устройства оградительных дамб с откачкой воды насосами следует применять:

- на безуклонных территориях, подтапливаемых водами морей, рек, озер, водохранилищ;
- при осушении замкнутых впадин во избежание строительства глубоких проводящих каналов;

– на участках вдоль железных и автомобильных дорог при экономической нецелесообразности переустройства существующих водопропускных сооружений.

Защитные дамбы могут быть незатопляемые, или зимние (не затопляются даже высокими весенними половодьями), и затопляемые, или летние (затопливаются весной, но не летними паводками). Последние применяют при обваловании пойм и лугов с тем, чтобы сохранить увлажнительно-удобрительное воздействие полой воды на почву.

Выбор конструкции дамб зависит от многих факторов. Нередко сочетают незатопляемые и затопляемые дамбы в пределах одной поймы.

Осушенные и возделываемые участки низменного побережья морей и рек, защищенные дамбами от затопления, называют **польдерами**. В настоящее время к ним относят любые пониженные участки, защищаемые дамбами от постоянного или периодического подтопления со стороны рек, водохранилищ, озер. Для осушения польдеров строят системы, обязательным элементом которых является дамба обвалования.

Защитные дамбы на поймах устраивают вдоль русла реки. При осу-

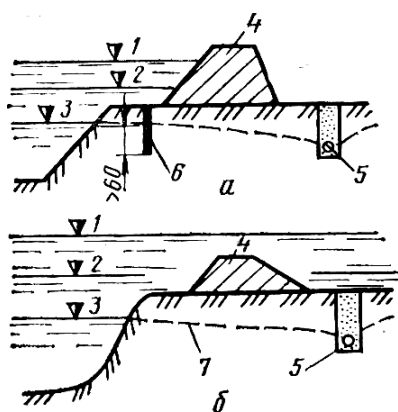


Рис. 46. Защитные дамбы: а – незатопляемая; б – затопляемая (летняя); 1 – уровень весеннего половодья; 2 – уровень летне-осеннего паводка; 3 – уровень летней межени; 4 – дамба; 5 – береговая дрена; 6 – шпунтовая стенка для защиты дамбы от землеройных животных; 7 – уровень грунтовых вод

шении крупных массивов помимо продольных предусматривают поперечные дамбы, которые доводят до коренного берега. Они предохраняют поймы от затопления в случае прорыва продольных дамб. Поперечные сечения дамб приведены на рисунке 46.

Расчетную отметку гребня незатопляемых дамб назначают исходя из отметки паводкового уровня в обвалованном русле (определяют гидравлическим расчетом), которая увеличивается на высоту наката ветровой волны на откос дамбы и высоту ветрового нагона воды. Кроме того, вводится еще конструктивный запас, равный 0,5 м для незатопляемых дамб. Высоту затопляемых дамб принимают на 0,3...0,6 м ниже расчетного уровня паводковых вод во избежание их повреждения при ледоходе.

Ширина гребня оградительных дамб должна быть не менее 3 м при высоте 1,5 м и не менее 1 м при высоте менее 1,5 м. Заложение откосов дамб зависит от грунтов (табл. 23), более пологими делают верховые откосы.

Для уменьшения заложения откосы крепят камнем, бетонными плитами и другими материалами, если это экономически оправдано.

Для выхода воды на пойму в период весеннего половодья в дамбах летних польдеров устраивают шлюзы-регуляторы и водосливы-прорези.

Отметку порога водослива-прорези принимают равной отметке расчетного уровня в период паводков.

Таблица 23

Заложение откосов защитных дамб

Типы дамб	Дамбы из глины, суглинков и тяжелых супесей		Дамбы из песков и легких супесей	
	верховой откос	низовой откос	верховой откос	низовой откос
Незатапливаемые	1,0...2,5	1,0...2,0	1,5...3,0	1,5...2,5
Затапливаемые (без перелива)	1,5...2,5	1,5...2,5	1,5...3,0	1,5...3,0

На защищенной дамбами территории строят осушительную сеть в зависимости от водного питания и с учетом необходимого отвода воды с затопливаемых полей.

Особую категорию затопленных земель составляют мелководья водохранилищ.

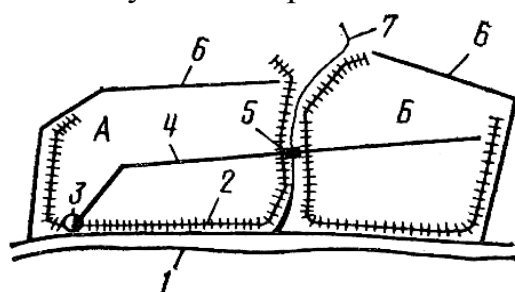


Рис. 47. Схема двух полей (А и Б) в речной пойме с одной насосной станцией: 1 – река-водоприемник; 2 – дамба; 3 – насосная станция; 4 – магистральный канал; 5 – дюкер; 6 – нагорно-ловчий канал; 7 – речка (ручей)

Более 15% площади водохранилищ составляют мелководья со слоем затопления до 1...1,5 м. Запас воды в них невелик; как правило, они зарастают тростником, камышом, рогозом. Для осушения мелководий сооружают незатапливаемые дамбы, а защищенную от водохранилищ землю осушают и используют в сельском хозяйстве (рис. 47). Одновременно решают вопросы борьбы с подтоплением и улучшают санитарно-гигиенические условия местности.

9.4. Кольматаж заболоченных низменностей

Кольматажем называется способ мелиорации болот и заболоченных земель путем искусственного повышения их поверхности за счет отложения наносов, выпадающих из речной воды. Благодаря отложениям (илистые частицы, песок и др.) поверхность почвы повышается над уровнем грунтовых вод. Таким образом, на кольматируемом участке достигается необходимая норма осушения без сооружения какой-либо осушительной сети.

Кольматаж используют при наличии в речной воде большого количества взвешенных частиц. Иногда применяют кольматаж также для улучшения песчаных и гравелистых почв, создавая с его помощью плодородный слой.

Кольматаж осуществляют путем подачи паводковой богатой наносами воды через систему каналов на кольматируемую территорию, разграни-

ченную валами на отдельные бассейны. Вода медленно движется из одного бассейна в другой, освобождаясь при этом от наносов.

В среднем за год в зависимости от мутности воды интенсивность кольматирования поверхности составляет 1...10 см, в особо благоприятных случаях достигает 25 см. Поэтому кольматаж осуществляют, как правило, в течение десятков лет.

Кольматаж как метод осушения применяют лишь в случаях, когда регулирование водоприемников невозможно, строительство насосных станций экономически нецелесообразно и допустимо длительное освоение земель. Следует помнить, что в период кольматажа земли не используются, а застойная вода ухудшает санитарное состояние территории.

Для ускорения кольматажа заболоченных понижений применяют искусственный намыв рыхлых отложений (песок, ил) из рек и озер землесосами. Этот прием иногда называют **рефулированием**. При нем разжиженный грунт в виде пульпы подается на кольматируемую территорию по трубопроводам на расстояние до 1...2 км и более.

В последнее время получил распространение намыв на малопродуктивные земли ила и сапропеля из озер. В этом случае одновременно проводится коренная мелиорация сельскохозяйственных угодий и озер.

Контрольные вопросы

- 1. Сформулируйте основные особенности речных пойм как объектов мелиорации.*
- 2. Назовите виды мелиорации, применяемые на разных участках пойм.*
- 3. В каких случаях целесообразно применение дамб обвалования?*
- 4. Что такое польдер и польдерная система осушения?*
- 5. Как проводится кольматаж болот и заболоченных низменностей?*
- 6. Возможно ли применение кольматажа на болотах после добычи торфа или сработки его при многолетнем сельскохозяйственном использовании?*

ГЛАВА 10. ОСУШЕНИЕ С МАШИНЫМ ВОДООТВОДОМ

10.1. Схемы машинного осушения

Самотечный отвод воды из осушительной сети не всегда применим. Если водоприемник не удовлетворяет мелиоративным требованиям и его нельзя или невыгодно регулировать, применяют **машинное осушение**. Его также применяют при наличии хорошего водоприемника, если для отвода воды необходимо строительство магистрального канала в очень глубокой выемке, например при пересечении водораздела.

При машинном осушении вода отводится насосами, устанавливаемыми в устьях магистральных каналов или коллекторов около водоприемников. Обычно для этого сооружают насосные станции. На польдерных системах их размещают при дамбах.

Осушительную сеть в системах машинного осушения проектируют как обычно, исходя из типов водного питания. При этом в целях уменьшения капиталовложений в насосные станции и снижения эксплуатационных затрат в осушительную сеть вносят ряд изменений.

Основные схемы размещения насосных станций показаны на рисунке 48.

Мощность, потребляемую насосной станцией N (кВт) вычисляют, по формуле:

$$N = \frac{9.81QH}{\eta}, \quad (41)$$

где Q – подача (расход) насоса ($\text{м}^3/\text{с}$); H – полный напор насоса и η – коэффициент полезного действия насосной установки, зависящий от КПД насоса, двигателя и передачи.

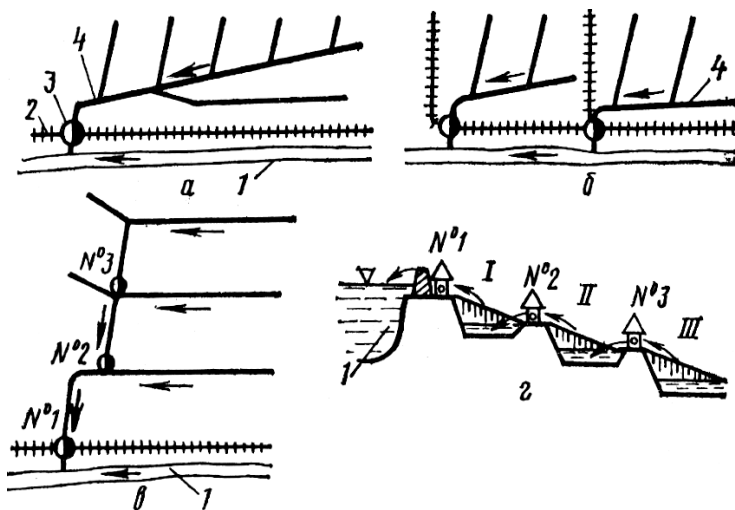


Рис. 48. Основные схемы систем с осушительными насосными станциями на польдерах: а – система осушения с одной насосной станцией и протяженным каналом; б – с несколькими насосными станциями; в – с каскадом насосных станций, план; г – то же – схематический разрез; 1 – водоприемник; 2 – дамба; 3 – насосная станция; 4 – магистральный машинный канал; I, II, III – зоны

Производительность насосной станции определяется расходом, который должен пройти по магистральному каналу.

В целях уменьшения расчетных расходов и, следовательно, мощности и размеров насосной станции, необходимо нагорные и ловчие каналы, собирающие грунтовые и поверхностные воды с прилегающих площадей, вы-

водить в водоприемник, минуя насосную станцию. В необходимых случаях эти каналы, а также проходящие через польдер ручьи и речки обвалывают. Оптимальным вариантом является тот, при котором площадь водосбора машинного канала равна площади польдера.

Насосную станцию располагают в наиболее низкой части массива – в устье канала или коллектора. Поскольку расходы и напоры в течение года изменяются, для более экономной работы на насосной станции устанавливают несколько насосов разной подачи. Только на малых осушительных насосных станциях с подачей менее $0,4 \text{ м}^3/\text{с}$ допускается установка одного насоса.

На насосных станциях с подачей менее $1 \text{ м}^3/\text{с}$ устанавливают два насоса с соотношением подачи 1:2 или 1:3, при трех насосах принимают соотношение 1:1:1, 1:1:2, 1:1:3. В весенний период работают все насосы, в меженный – один насос малой подачи. Это позволяет более полно загружать насосы, повысить коэффициент полезного действия и улучшить использование электроэнергии.

Для обеспечения более равномерного режима работы насосов летом предусматривают следующие мероприятия: магистральный канал делают более широким, чтобы в нем аккумулировалось больше воды; рядом с насосной станцией сооружают регулирующий бассейн.

Цикл работы насоса включает время работы и последующего перерыва. Откачав воду из канала и резервуара, насос отключается и вновь включается после их наполнения. Продолжительность цикла при автоматизированном управлении $0,5 \dots 1$, при ручном – $6 \dots 12$ часов.

Вода из насосов по напорному трубопроводу сбрасывается через водовыпускное сооружение в водоприемник.

При низких уровнях в водоприемнике насосная станция отключается, сброс воды осуществляется через шлюз рядом с насосной станцией или через самотечный сброс внутри здания насосной станции. Шлюзы используют также для подачи воды на летний польдер для его затопления, а также в вегетационный период для орошения.

Годовая откачка воды насосной станцией зависит от метеорологических условий и, прежде всего, от осадков. Годовые коэффициенты откачки (отношение слоя стока за год к годовой сумме осадков) обычно составляет $0,2 \dots 0,85$. Минимальные значения соответствуют маловодным годам.

При протяженных магистральных каналах для более гибкого регулирования водного режима на осушаемых землях вместо одной насосной станции проектируют несколько или каскад насосных станций. Применение каскада насосных станций обычно требует больших капиталовложений по сравнению с одной насосной станцией, но в эксплуатационном отношении каскад выгоднее.

10.2. Конструкции осушительных насосных станций

Осушительные насосные станции проектируют, как правило, стационарными. Конструкции их зависят от типа электродвигателей и насосов (рис. 49,50). На осушительных насосных станциях широко применяются центробежные насосы, которые характеризуются простотой устройства и надежностью в работе. Центробежный насос состоит из металлического корпуса, внутри которого на валу установлено рабочее колесо со спиральными лопастями. С помощью двигателя рабочее колесо приводится во вращательное движение.

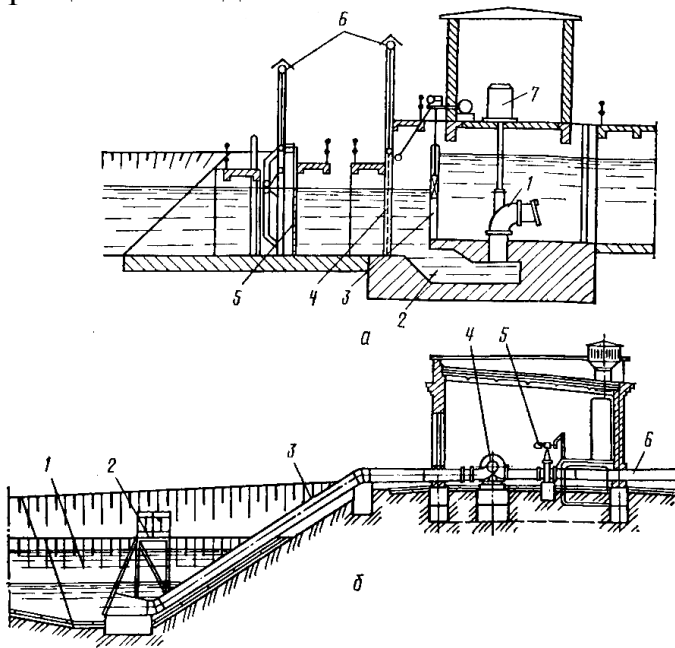


Рис. 49. Схемы насосных станций. *а* – совмещенного типа: 1 – вертикальный насос; 2 – камера всасывания; 3 – водовпускное сооружение; 4 – рыбазаградитель из плоских сеток с промывной водой; 5 – сероудерживающая сетка; 6 – электродвигатель для подъема решетки и сеток; 7 – электродвигатель; 8 – раздельное и незаглубленное здание станции на ленточном фундаменте: 1 – ковш; 2 – служебный мостик; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – горизонтальный насос с электродвигателем; 5 – задвижка; 6 – напорный трубопровод

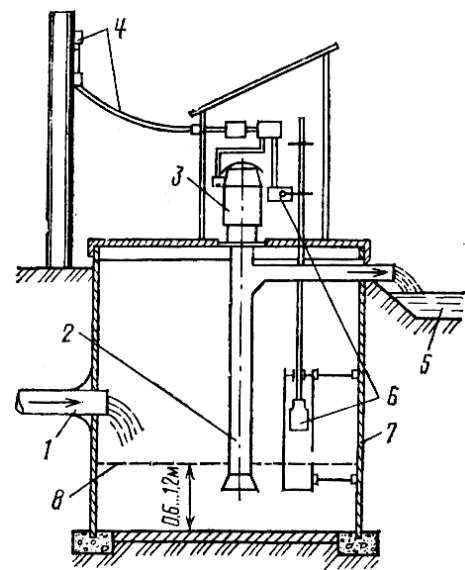


Рис. 50. Насосная установка в устье закрытого коллектора: 1 – коллектор; 2 – капсульный насос; 3 – электродвигатель; 4 – электросеть; 5 – водоприемник; 6 – поплавковое реле; 7 – колодец; 8 – уровень воды после откачки

При вращении колеса вращательное движение передается воде в насосе (перед пуском насос заливают водой). При быстром вращательном движении под действием центробежных сил вода от центра насоса устремляется к внешней окружности корпуса и далее по его спиральным каналам поступает в напорную трубу. Центробежные силы движения воды в насосе, а затем в напорной трубе преобразуются в напор.

Напор определяется частотой вращения рабочего колеса насоса: чем больше оборотов в минуту делает рабочее колесо, тем больший напор со-

здается в напорном трубопроводе. При работе насоса в его корпусе создается разрежение, а на поверхность воды в источнике действует давление в одну атмосферу. Под действием этого давления по всасывающей трубе вода из водного источника поступает в насос.

Высота установки насоса на уровне воды в канале для обеспечения ее всасывания не должна превышать 7 м. Центробежные насосы обеспечивают напоры до 60 м и более.

В осевых насосах вода в рабочих колесах движется параллельно оси поступательно, при этом за счет вращательного движения рабочего колеса получает также вращательное движение. Для его устранения перед поступлением в напорный трубопровод устраивается выправляющий аппарат.

Осевые насосы – низконапорные, они обеспечивают напор от 4,2 до 19 м. Привод насосов осуществляется преимущественно электродвигателями, местами используются ветродвигатели и ветровые подъемные установки.

Для отвода воды из закрытого коллектора в осушительный канал или реку может быть использована насосная установка, показанная на рис. 50. Капсульный насос, приводимый в действие электродвигателем, установлен в железобетонном колодце, размещенном в устье коллектора. Включается и выключается насос автоматически по мере сработки уровня воды в колодце с помощью поплавкового реле. Для устранения влияния волнений воды в колодце на точность регулирования поплавков помещен в успокоительную камеру.

Для повышения продолжительности цикла работы насоса на крупных коллекторах предусматривают резервные емкости. В последние годы в некоторых странах устраивают подземные стальные резервуары ёмкостью до 100 м³ и более.

Контрольные вопросы

- 1. В каких случаях применяется осушение с использованием насосов для откачки воды?*
- 2. Расскажите об устройстве и принципе работы центробежного насоса.*
- 3. Как можно уменьшить мощность осушительной насосной станции и потребление энергии?*
- 4. Зачем устраивают регулирующий бассейн и резервные емкости при машинном осушении?*
- 5. Основные схемы систем машинного осушения.*

ГЛАВА 11. УВЛАЖНЕНИЕ ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

11.1. Потребность в увлажнении

Одного осушения для интенсивного сельскохозяйственного использования отвоеванных у болот земель часто недостаточно. Бывают периоды продолжительностью до 10...40 суток и более, во время которых не выпадают дожди, в результате запасов влаги для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур оказывается недостаточно. Наиболее подвержены влиянию засух влаголюбивые культуры: овощные с мелкой корневой системой, многоукосные сенокосы и культурные пастбища.

Для восполнения дефицитов почвенной влаги и повышения эффективности сельскохозяйственного производства наряду с осушением земель в засушливые периоды вегетации проводят их увлажнение. Для этого вместо осушительных систем строят системы двухстороннего действия, или осушительно-увлажнительные системы. Они обеспечивают получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, что в сравнении с чисто осушительными системами увеличивает доход.

Потребность в дополнительном увлажнении минимальная на торфяных почвах, обладающих высокой влагоемкостью и характеризующихся неглубоким залеганием уровней грунтовых вод, и на хорошо окультуренных дерновых и подзолистых почвах с высокой водоудерживающей способностью. Наибольшая отдача от увлажнения на легких почвах.

В Нечерноземной зоне средняя многолетняя прибавка урожая разных культур составляет 5...30% на мощных торфяных почвах, 10...40% на маломощных торфяниках и до 20...60% на минеральных почвах легкого механического состава (супеси, пески).

Стоимость дополнительной валовой продукции в растениеводстве и чистый доход от увлажнения в основном зависят от культуры земледелия, достигнутой урожайности без увлажнения. Например, при внесении удобрений урожайность лугов повышается в 1,4...2 раза, а при дополнительном, наряду с удобрением, увлажнении – в 2...3,6 раза.

Дополнительное увлажнение является эффективным средством повышения производительности сельского хозяйства. Однако из-за высокой капиталоемкости увлажнительных систем оно наиболее целесообразно и экономически оправдано только в хозяйствах с высокой агротехникой. Поэтому технико-экономическое обоснование целесообразности дополнительного увлажнения – основа его проектирования.

11.2. Режим увлажнения

Режим увлажнения – составная часть режима осушения земель, характеризующаяся совокупностью сезонных норм увлажнения (оросительных норм), разовых норм увлажнения (поливных норм), сроков увлажнения и межполивных периодов. Режим увлажнения сельскохозяйственных культур зависит от почвенно-гидрологических условий, уровня агротехники в хозяйстве и метеорологических условий вегетационного периода. Необходимо помнить, что увлажнение требуется не ежегодно, поэтому прибавка урожаев в засушливые годы должна покрыть амортизационные и эксплуатационные расходы и в годы без поливов.

Сезонная (вегетационная) норма увлажнения – суммарное за вегетационный период количество воды, которое необходимо подать в почву для данной культуры.

Она равна суммарному дефициту влаги в корнеобитаемом слое почвы, то есть разности между суммарным водопотреблением культуры и располагаемыми водными ресурсами почвы.

Сезонную норму увлажнения (оросительную норму) устанавливают на основе уравнения водного баланса для вегетационного периода как разность между расходной и приходной частями баланса для лет различной обеспеченности осадками или климатическим дефицитом увлажнения $E_0 - P$. В качестве примера приведем значения оросительных норм на мощных торфяных почвах для центрального района европейской части России. В засушливый год (75% обеспеченности величины $E_0 - P$) для картофеля и капусты оросительная норма составляет менее 120 мм, для трав – до 200 мм; в острозасушливый год (95% обеспеченности) оросительная норма соответственно 75...175 мм и 150...350 мм для многолетних трав при трехкосном использовании. В средние годы (50% обеспеченности) достаточно 1...2 поливов, во влажные годы дополнительное увлажнение бесполезно и даже вредно.

Поливная норма – норма увлажнения за один полив – зависит от водоудерживающей способности почв, типа их водного питания, метеорологических условий года, выращиваемой культуры, способа увлажнения и других факторов. При дождевании осушаемых земель поливные нормы в период вегетации составляют для легких почв – 20...30 мм; для тяжелых – 30...45 мм; торфяных – 30...40 мм. Иногда проводят послепосадочные (приживочные) поливы при выращивании культур рассадным способом и освежительные поливы в период атмосферной засухи нормами 10...20 мм. Поливы проводят без сброса воды на фильтрацию.

Число поливов определяют как частное от деления оросительной нормы (M) на поливную (m)

$$n = M/m . \quad (42)$$

Поливы приурочивают к наиболее засушливым периодам и к периодам максимальной потребности растений к воде. Сроки поливов зависят от метеорологических условий года, физиологических особенностей растений и водно-физических свойств почвы. На культурных пастбищах первый полив дают через 4...5 суток после стравливания, заканчивают поливы не менее чем через 2...3 суток до стравливания. Поливы корнеплодов и картофеля прекращают как минимум за 20 суток до уборки. Сроки полива определяют по влажности почвы или метеорологическим показателям (испаряемость). Продолжительность межполивных периодов в зависимости от культур и почв составляет 6...30 суток. В зависимости от степени засушливости года применяют для культурных пастбищ 1...5 поливов.

11.3. Способы увлажнения. Конструкции осушительно-увлажнительных систем

Эффективность систем двухстороннего действия во многом зависит от капиталоемкости увлажнительной части систем, которая, в свою очередь, зависит от способа осушения и увлажнения, наличия или отсутствия водоисточника. При совмещении элементов осушительной и увлажнительной сетей стоимость системы уменьшается. Для полива сельскохозяйственных культур на осушаемых землях применяют в основном два способа увлажнения – подпочвенное (шлюзование) и дождевание. Ограниченное применение получили лиманное орошение, полив по бороздам, полосам и затоплению.

Шлюзование осушительной сети – простейший способ увлажнения. С помощью системы шлюзов вода в засушливые периоды задерживается в осушительных каналах и коллекторах. Вода, задержанная или поданная дополнительно в канал выше шлюза, просачиваясь через откосы и дно в почву, повышает уровень грунтовых вод и влажность почвы, то есть увлажняет ее (рис. 51).

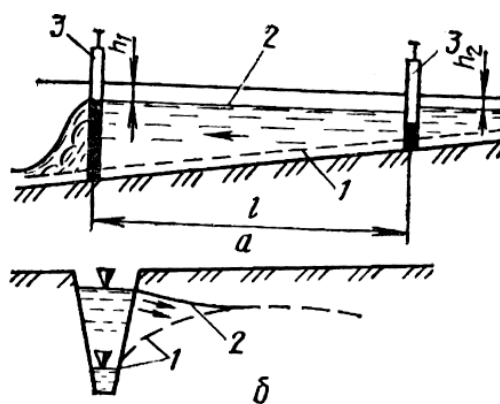


Рис. 51. Схема шлюзования канала: а – продольный разрез по оси канала; б – поперечный разрез канала; 1 – уровень воды в канале и грунтовых вод до шлюзования; 2 – то же после закрытия шлюзов; 3 – шлюзы

Осушительно-увлажнительные системы с шлюзованием применяют на участках с ровным рельефом и хорошо проницаемыми почвогрунтами, имеющими коэффициент фильтрации более 1 м/сут. Такие системы можно применять на мелких торфяниках, подстилаемых песками, а также на песчаных, супесчаных и аллювиальных структурных почвах.

Уровень воды в каналах поддерживают шлюзами на глубине 30...50 см от бровки, допуская кратковременный подъем его около нижних шлю-

зов на 10...20 см. Зона увлажняющегося действия одиночного канала при шлюзовании мелких торфяников, подстилаемых песками, распространяется на 100 м и более, на мощных торфяниках – до 50 м.

При почвенном увлажнении применяют системы с увлажнением путем задержания стока весной (предупредительное шлюзование) и системы с увлажнительным шлюзованием каналов и дрен с подачей воды извне.

Предупредительное шлюзование позволяет только один раз на спаде весеннего паводка задержать воду и провести увлажнение почвы, в период летней засухи оно не применимо из-за отсутствия воды. Зарегулированный сток в каналах системы может быть надежным источником, если водосборная площадь в 15...20 раз превышает площадь увлажняемой системы.

Системы с увлажнением путем регулирования внутреннего стока применяют на пойменных землях с ярко выраженным грунтово-напорным либо грунтовым питанием, а также когда вблизи объекта отсутствуют надежные источники воды.

Весной, при снижении уровня грунтовых вод до нормы осушения (50...60 см), частично закрывают щиты водорегулирующих сооружений на каналах, прекращая дальнейший сброс дренажных вод в водоприемник. Недостаток такого способа состоит в отсутствии возможности оперативно управлять водным режимом в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур. Для эффективного почвенного увлажнения мелких

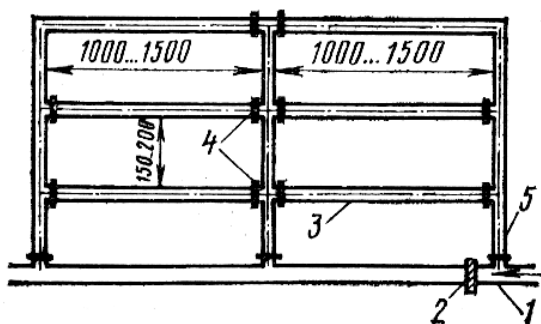


Рис. 52. Размещение шлюзов на открытой осушительной системе для увлажнения: 1 – магистральный канал; 2 – русловой шлюз-регулятор; 3 – открытый осушитель-увлажнитель; 4 – шлюзы-регуляторы; 5 – водоподводящий (сбросовой) канал. Размеры в м

торфяников, подстилаемых оглееными супесчаными и песчаными грунтами, открытые каналы устраивают примерно через 150 м друг от друга.

Водорегулирующие сооружения на каналах располагают так, чтобы обеспечить уровни воды в каналах на глубине 20...70 см от бровки. Время увлажнения при этом составляет около 5...6 сут. В виде исключения допустимое время увлажнения можно увеличить до 10...12 сут. При этом расстояние между каналами возрастает

до 200 м. Расстояние между транспортирующими собирателями – увлажнителями составляет 1000...1500 м (рис. 52).

Водоподачу и водораспределение осуществляют по принципу напуска воды в осушительно-увлажнительную сеть, подаваемую от руслового шлюза, для чего шлюзы-регуляторы устраивают в голове и устье каждого канала (рис. 52).

Системы с увлажнением по кротовым дренам применяют на мощных и среднемощных торфяниках с глубиной залежи более 0,8 м, а также в мелких торфяниках, подстилаемых связными минеральными грунтами.

Расстояние между открытыми коллекторами может составлять 200...250 м при одностороннем впуске дрен и 400...500 м при двухстороннем. Длина коллекторов равна 1000...3000 м, глубину назначают из условий сопряжения дрен с дном канала (но не менее 1,5 м). Расстояние от дна канала до устьев дрен около 0,5 м.

Специальные подводящие каналы (водоводы) проектируют, когда для увлажнения требуется подвести воду из дополнительного водоисточника: соседней реки, озера, водохранилища.

Расстояния между кротовыми дренами принимают от 5 м в слабопроницаемом торфянике с коэффициентом фильтрации менее 0,1...0,3 м/сут до 15 м в хорошо водопроницаемом торфянике; в мелких торфяниках, подстилаемых суглинистыми (с примесью супеси) грунтами расстояние между кротовинами принимают 5 м.

При увлажнении глубоких и мелких торфяников проектируют такой уровень воды в каналах, чтобы напор над устьями кротовин при их длине 200...250 м был не менее 30 см на участках с безуклонной местностью и не менее 30...40 см при уклоне местности к каналу 0,001...0,002. Указанные напоры обеспечивают равномерное увлажнение всей межканальной площади в течение 5...6 суток с начала поступления воды в дренах. Кротовый дренаж сохраняется в течение трех лет в глубоких и двух лет в мелких торфяниках, подстилаемых оглееными глинистыми и суглинистыми грунтами.

11.4. Системы увлажнения

Системы с увлажнением при помощи трубчатого дренажа применяют двух видов: состоящие из закрытой коллекторно-дренажной сети и комбинированной, состоящей из регулирующих трубчатых дрен в сочетании с сетью открытых каналов (рис. 53). Гончарный и пластмассовый дренаж в целях двухстороннего регулирования проектируют в основном в мелких торфяниках и на хорошо водопроницаемых минеральных пойменных землях. Его следует устраивать с небольшими уклонами – от 0,001 до 0,003. При проектировании дрен с малыми уклонами их диаметр принимают 75...100 мм. Расстояние между дренами для увлажнения на 20...40% меньше, чем для осушения.

Осушительно-увлажнительные системы с применением дождевания являются наиболее совершенными и используются для любых почв и на всех типах севооборота независимо от рельефа местности.

Осушительно-увлажнительные системы, предусматривающие осушение земель закрытым дренажем и полив с помощью дождевальных машин, проектируют с учетом параметров последних.

В совмещенных осушительно-увлажнительных системах при увлажнении земель дождеванием закрытые коллекторы во влажные периоды служат для отвода избытков влаги, в засушливые – для подачи воды на увлажнение. Закрытые дрены объединены в секции по четыре-шесть дрен, впадающих в малые коллекторы, не участвующие в увлажнении; эти коллекторы оборудованы обратными клапанами, препятствующими поступлению воды в дрены при увлажнении.

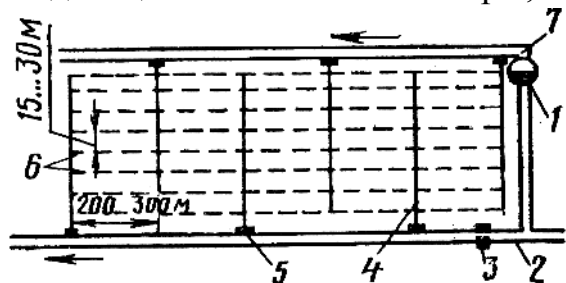


Рис. 53. Осушительно-увлажнительная система с закрытым дренажем и подачей воды насосной станцией: 1 – насосная станция; 2 – магистральный осушительный канал; 3 – русловой шлюз; 4 – коллекторы; 5 – шлюзы-регуляторы; 6 – дрены; 7 – распределительный канал

конструкций, при их строительстве и эксплуатации не требуются специалисты высокой квалификации. Недостаток способа – высокая инерционность. От подачи воды в канал до поступления ее к корням растений необходимо продолжительное время, тем большее, чем меньше коэффициент фильтрации грунта.

На осушительных системах с увлажнением должно обеспечиваться равномерное по площади увлажнение почвы в допустимые для сельскохозяйственных культур сроки. Подпочвенное увлажнение применяется в грунтах с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сут, при уклонах поверхности до 0,005 с использованием мелиорируемых земель под полевые севообороты и сенокосы.

Осушительные системы с увлажнением дождеванием допускается проектировать при любой водопроницаемости почв и уклонах поверхности.

11.5. Водоисточники

При выборе источника воды для увлажнения должна быть выполнена оценка пригодности воды:

- 1) по опасности ухудшения плодородия почв (осолонцевание, засоление, обесструктурирование, выщелачивание почв и т.д.);
- 2) по солеустойчивости сельскохозяйственных культур.

Качество оросительной воды следует определять на основании специальных исследований и согласовывать с органами государственного надзора.

Гидрологический режим водоисточника и пропускная способность сети и сооружений осушительно-увлажнительной системы должны обеспе-

чивать своевременную подачу воды на увлажняемые земли в количестве, гарантирующем получение 90% среднегодовой продукции растениеводства за не менее чем 20-летний период наблюдений, получаемой при полном удовлетворении потребности растений в воде и обеспечении оптимальных агрономических условий. При этом в острозасушливые годы с обеспеченностью дефицита влаги в водном балансе 10% снижение объема продукции допускается не более чем на 10% гарантированного.

Общий объем воды, забираемой из источника для увлажнения, включает, помимо оросительных норм, потери воды из увлажнительной сети на фильтрацию и технологические сбросы из каналов.

Контрольные вопросы

- 1. Что такое режим увлажнения и его связь с режимом осушения?*
- 2. Назовите основные типы дополнительного увлажнения осушаемых торфяных почв и условия их применения.*
- 3. Как определяется оросительная норма, от каких факторов зависит поливная норма?*
- 4. Чем отличается предупредительное шлюзование от увлажнительного шлюзования?*
- 5. Принципиальные особенности осушительно-увлажнительных систем с применением дождевания.*
- 6. Каковы преимущества водооборотных систем увлажнения по сравнению с обычными?*

ГЛАВА 12. ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ НА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ. ДОРОГИ

12.1. Виды сооружений и условия строительства

Осушительную сеть для нормальной работы и использования оснащают необходимыми гидротехническими сооружениями. Для сооружений используют действующие типовые проекты, а при их отсутствии повторно используют уже имеющиеся экономичные проекты сооружений. Индивидуальные проекты сооружений, как правило, не разрабатываются.

Применяемые конструкции сооружений ориентируют на максимальное использование местных строительных материалов и индустриальных способов строительства с минимальными затратами ручного труда. Они должны быть долговечными, надежными и удобными в эксплуатации и при ремонте. Постоянные сооружения делают, как правило, из сборного железобетона, бетона, камня и кирпича. Деревянные сооружения (мосты, шлюзы и пр.) применяют только при наличии их на месте строительства.

При размещении сооружений необходимо по возможности располагать их в местах с наиболее благоприятными геологическими и гидрогеологическими условиями. Не рекомендуется располагать их в местах с мощной залежью торфа, с наличием озерного ила, сапропеля, пльвунов, с выходом напорных вод. Число сооружений по возможности следует делать минимальным, стремиться к тому, чтобы сооружение выполняло несколько функций (например, трубчатый шлюз-регулятор с переездом), размещать их так, чтобы одно сооружение не нарушало нормальной работы другого, а на прямолинейных участках каналов и рек они располагались перпендикулярно к их оси. От створа сооружения до криволинейного участка должно быть не менее 10...100 м в зависимости от расхода воды.

Сооружения на торфах обладают устойчивостью и дают малую осадку при устройстве их на предварительно уплотненном торфяном основании. Торфяное основание уплотняют пригрузочными, как правило, песчаными насыпями. При этом контуры насыпи, ее высота и другие размеры должны быть такими, чтобы нагрузка, передаваемая насыпью на торфяное основание, была несколько больше или равна нагрузке, передаваемой различными частями будущего сооружения. Время предварительного уплотнения торфяного основания пригрузочной насыпью рассчитывают. В случае необходимости сокращения времени уплотнения (для торфов со степенью разложения более 45%) применяют вертикальные песчаные дрены, при устройстве которых используют крупнозернистый песок.

Трубчатые сооружения (регуляторы с переездом, переезды) можно строить на естественном торфяном основании. Один из вариантов – уклад-

ка звеньев водопроводящих труб на разгрузочные плиты, которые, в свою очередь, уложены на песчаную подушку толщиной 0,5 м.

При строительстве новой осушительной сети на болотах со степенью разложения торфа менее 45% и реконструкции осушительной сети на торфах со степенью разложения до 75% трубчатые регуляторы и трубы-переезды целесообразнее устраивать с жесткой неразрезной водопроводящей трубой, укладываемой непосредственно на естественное торфяное основание. Устойчивость такого сооружения обеспечена равномерностью осадок как водопроводящей, так и подводящей и отводящей частей. Для обеспечения равномерности осадок водопроводящей части дренажную насыпь заключают в подпорные стенки, исполняющие роль оголовков.

12.2. Сооружения на каналах

Размеры всех сооружений на каналах и водоприемниках (за исключением труб-переездов на внутрихозяйственных и эксплуатационных дорогах) рассчитывают на пропуск максимальных расходов, принятых в зависимости от класса капитальности и расчетной обеспеченности; трубы-переезды рассчитывают на летне-паводковые расходы.

По назначению сооружения подразделяют на три основные группы: сопрягающие (перепады, устья), предназначенные для гашения гидравлической энергии и предохраняющие каналы от размыва; дорожные (мосты, трубы, переезды); регулирующие (шлюзы, насосные станции).

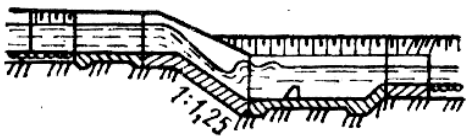


Рис. 54. Железобетонный перепад на канале

Перепады (рис. 54) делают деревянные и из железобетона. Высоту перепада принимают 0,5...1 м (редко до 3 м). Дно и откосы канала выше и ниже перепада укрепляют каменной отмосткой.

Шлюзы устраивают для регулирования расходов, подаваемых или сбрасываемых, для поддержания в каналах необходимых уровней воды и накопления ее перед сооружением. Шлюзы-регуляторы могут быть открытые или закрытые (трубчатые). На рис. 55 показан наиболее распространенный тип шлюза, устраиваемого на канале.

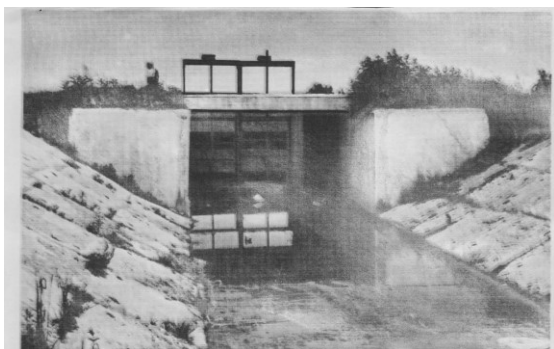


Рис. 55. Шлюз

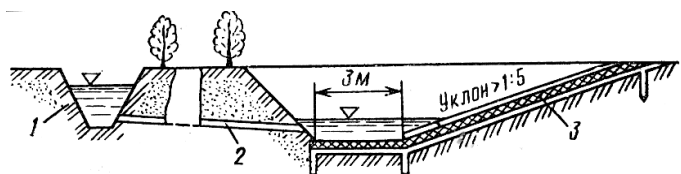


Рис. 56. Водопой на осушительной системе: 1 – канал; 2 – трубчатый водовод из канала; 3 – каменная мостовая или настил из бревен

Водопои и броды на каналах устраивают за счет уполаживания откосов канала до 0,1. Откосы укрепляют камнем, щебнем или гравием (рис. 56).

12.3. Сооружения на закрытой сети

На закрытых осушительных системах применяют следующие сооружения: устья, смотровые колодцы, колодцы-поглотители, или фильтры; перепадные колодцы, трубчатые шлюзы-регуляторы. Особое место занимают соединительные детали для закрытого дренажа: тройники (для подсоединения дрен к коллектору), переходы (для соединения труб разных диаметров), заглушки (для закрытия концов дренажных труб) и соединительные муфты. Их изготавливают в основном из пластмасс.

Устье – сооружение, устраиваемое в концевой части (в устье) закрытого коллектора при впадении его в открытый канал. Простейшее устье –

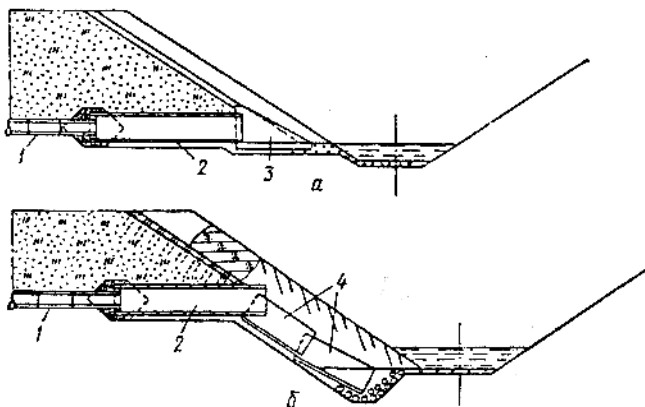


Рис. 57. Конструктивные схемы устьев: а – объемным блоком; б – из лотков; 1 – коллектор; 2 – устьевая труба; 3 – объемный оголовок; 4 – лотки

асбестоцементная или полиэтиленовая неперфорированная труба длиной 1,5...3 м с наружным диаметром 75...160 мм, выведенная в откос канала. Эта труба соединена с гончарными трубами коллектора с помощью перехода или отрезка трубы. В месте выхода этой трубы откос и дно канала укреплены гравийной или щебеночной отсыпкой.

Устья располагают выше дна канала не менее чем на 0,4

м. На рис. 57 показаны основные схемы устьевых сооружений.

Для регулирования уровней вод в закрытой сети путем создания необходимого подпора применяют водорегуляторы для закрытой сети, автоматические **регуляторы-водовыпуски**. Регулятор верхнего бьефа с гибким клапаном, позволяющий регулировать уровень воды от 0,5 до 2 м, показан на рисунке 58.

Принцип его работы следующий: при помощи фиксатора 5 устанавливают требуемый уровень регулирования. При подъеме уровня воды в верхнем бьефе выше расчетного поплавки всплывают и упираются в фиксатор и с помощью штанги 7 открывают клапан. Происходит сброс воды через коллектор в нижний бьеф. Регуляторы используют при увлажнении осушаемых земель.

Смотровые колодцы служат для наблюдения за работой закрытой сети. Их устраивают в местах соединения коллекторов друг с другом, рез-

кого изменения уклонов дна, а на длинных коллекторах через каждые 400...500 м. В грунтах с высоким содержанием железа смотровые колодцы иногда устраивают в истоках коллекторов для их промывки при эксплуатации.

Смотровые колодцы делают из бетонных колец диаметром 0,7...0,8 м, которые выводят выше поверхности земли (открытый колодец) или заглубляют до 0,4...0,5 м ниже поверхности земли (потайной колодец). Закрывают колодцы деревянными или железобетонными крышками (рис. 59, а,б).

Колодцы-поглотители устраивают в понижениях местности для отвода поверхностной воды в закрытый коллектор. Их строят из железобетонных труб, щелеванных в верхней части (рис. 59,в и 60).

Около труб отсыпают фильтр из щебня, через который вода поступает в колодец. Для защиты имеется соросудерживающая решетка. Для отвода поверхностных вод применяют также поглотительные колонки, которые собирают из блоков, изготовленных из пористого бетона.

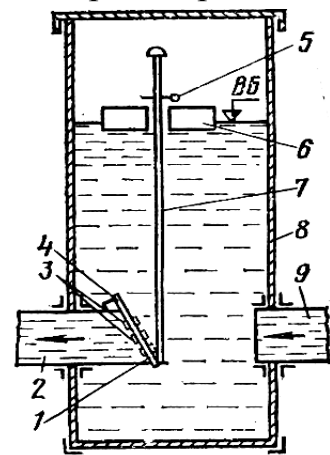


Рис. 58. Регулятор для закрытой сети: 1 – гибкий клапан; 2 – отводящий патрубок; 3 – ребра жесткости; 4 – шарниры; 5 – фиксатор; 6 – поплавок; 7 – шток (тяги); 8 – колодец; 9 – подводный па-

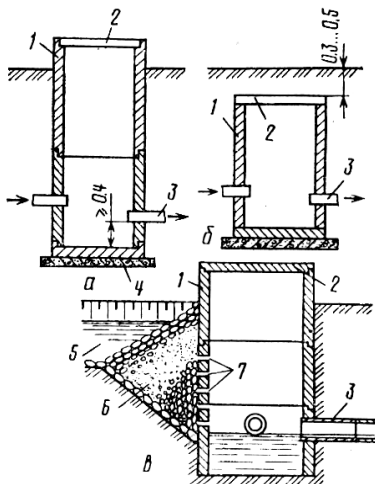


Рис. 59. Смотровой колодец из железобетонных колец (а – открытый, б – потайной) и водоприемный колодец (в): 1 – железобетонная труба; 2 – крышка; 3 – коллекторная труба; 4 – днище; 5 – канал; 6 – фильтр; 7 – отверстия для поступления воды. Размеры в м

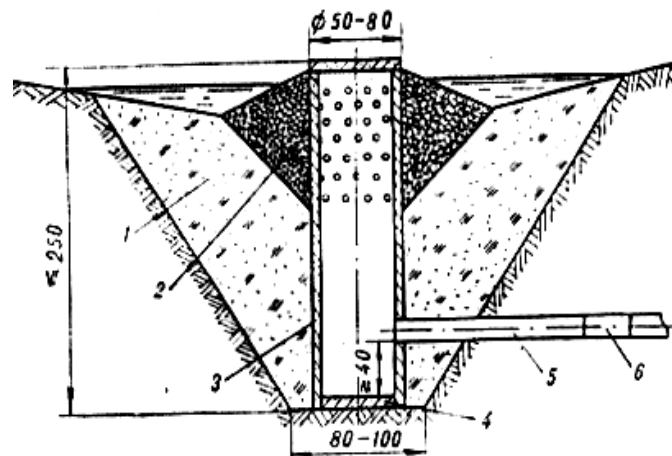


Рис. 60. Поглотитель поверхностных вод из железобетонных колец: 1 – засыпка местным грунтом; 2 – гравий, щебень, мелкие камни; 3 – железобетонные кольца; 4 – бетонное днище; 5 – неперфорированная труба; 6 – дренажная труба

Перепадные колодцы располагают на коллекторах, проходящих по крутым склонам, для уменьшения уклона коллектора до допустимого. Они

отличаются от смотровых колодцев большой разницей по высоте (до 1...1,2 м) между впадающей и отводящей трубами закрытого коллектора.

12.4. Дороги на осушаемых землях

Осушение земель повышает интенсивность их использования, ведет к увеличению валового сбора сельскохозяйственной продукции. В результате возрастают объем и масса вывозимой с полей сельскохозяйственной продукции. Значительно увеличивается также поток грузов из хозяйств на поля: минеральные и органические удобрения, семена, топливо и смазочные материалы, сельскохозяйственные машины. В современных условиях автоперевозки являются важнейшей составной частью технологического процесса в сельском хозяйстве.

Эффективность работы автотранспорта зависит от наличия и состояния дорог. В условиях бездорожья в период распутицы крестьяне вынуждены перевозить грузы тракторами, что экономически невыгодно. При плохих дорогах скорости перевозок уменьшаются в 3...4 раза, увеличивается в 3...5 раз себестоимость перевозок, преждевременно изнашиваются машины, снижается качество вывозимой продукции.

Поэтому развитие дорожной сети, строительство новых благоустроенных дорог и улучшение существующих – обязательная составная часть мелиорации земель. Рекомендуемая протяженность дорог не менее 2...3 км на 100 га мелиорированной площади.

По возможности совмещают дороги разного назначения – внутрихозяйственные, магистральные и полевые с эксплуатационными, что сокращает длину дорог, расчленение осушаемой территории на мелкие участки. Проектирование их выполняют на основе определения грузо- и пассажирообмена и расчетов интенсивности движения автомобилей в напряженные сезоны перевозок.

Трассы внутрихозяйственных дорог на местности назначают с учетом размещения существующих дорог, границ землепользователей, ферм и других производственных комплексов. Полевые дороги предназначены для обслуживания полей севооборотов, садов, лесов и ягодников, сенокосов и пастбищ. Их проектируют одновременно с землеустройством хозяйства. Предусматриваются также скотопрогоны.

Дороги размещают по возможности вдоль границ хозяйств, полей севооборотов, рек-водоприемников, вдоль крупных каналов по наиболее сухим местам, на болотах по местам с наименьшей залежью торфа, со стороны истоков каналов. Число пересечений с каналами, реками, трубопроводами должно быть минимальным.

Дороги должны быть размещены так, чтобы проезд транспорта по полю не превышал 1 км. На дорогах предусматривают устройство мостов и труб-переездов (не реже чем через 700 м), съездов в местах пересечения

полевых дорог с границами полей, площадок для разворота автомобилей и в необходимых случаях – погрузочно-разгрузочных площадок.

На осушаемых массивах внутрихозяйственные дороги обычно прокладывают вдоль магистральных каналов (часто с двух сторон), от них отходят полевые дороги вдоль транспортирующих собирателей, которые соединяют с полевыми дорогами, проведенными вдоль нагорно-ловчих каналов.

Качество дорог, их надежность и долговечность зависят от несущей способности земляного полотна. При переувлажнении земляного полотна поверхностными или грунтовыми водами несущая способность его резко снижается и дорожное покрытие разрушается. Для ускорения отвода поверхностных вод земляному полотну придают двухскатный поперечный профиль; для уменьшения воздействия грунтовых вод дороги делают на насыпи. Чем выше насыпь, тем устойчивее полотно, но вместе с этим растут объем земляных дорог и стоимость дороги.

Высоту земляного полотна над поверхностью земли принимают в зависимости от степени переувлажненности земель и тем больше, чем ближе к поверхности уровень грунтовых вод и больше высота капиллярного поднятия грунтов. Обычно высота полотна 0,5...1,2 м.

При строительстве дорог на болотах с мощностью торфяной залежи до 1 м торф полностью удаляют из-под дорожного полотна. При большей мощности залежи насыпают минеральное основание полотна дороги с полным или частичным вытеснением торфа.

Дороги устраивают с твердым асфальтобетонным или гравийным покрытием, полевые дороги строят грунтовые профилированные, а также с покрытием из грунта, улучшенного добавлением щебня или гравия.

Ширину земляного полотна внутрихозяйственных дорог принимают 6,5...8 м при ширине проезжей части 4,5 м, у полевых и эксплуатационных дорог ширина проезжей части до 3 м. С обеих сторон дороги устраивают кюветы глубиной 0,8...1,0 м в минеральных грунтах и 1,2...1,5 м в торфе. При размещении дороги вдоль канала один кювет не нужен. На торфяниках между основанием насыпи и кюветом оставляют берму шириной 3...4 м.

12.5. Мосты и переезды

Мосты строят только на крупных магистральных каналах с максимальным расчетным расходом не менее $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$ и только капитального типа – железобетонные, каменные и бетонные. На полевых дорогах, на болотах и в лесных регионах допускается строительство деревянных балочных мостов. Железобетонные мосты строят из плит на опорах из железобетонных свай длиной 8...9 м, забиваемых на глубину не менее 4 м. Мосты имеют нечетное число пролетов, чтобы не устраивать в середине канала свайную опору (бык), которая будет мешать движению воды.

Пролетные строения мостов опирают обычно на устои (береговые опоры) без промежуточных опор. Пролетные строения должны быть уложены не менее чем на 0,5 м выше максимального расчетного уровня и на 0,3 м выше бровки канала для обеспечения беспрепятственного прохода льда и древесины, приносимой полыми водами (рис. 61).

Трубы-переезды устраивают вместо мостов в устьях осушителей, а также при пересечении дорогами транспортирующих собирателей с расходами менее $2,5 \text{ м}^3/\text{с}$. Используют преимущественно круглые трубы диаметром 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50 и 2,00 м в зависимости от пропускаемого расхода. Их рассчитывают на расходы летне-осенних паводков.

Трубы-переезды состоят из входного и выходного оголовков (рис. 62) и отдельных звеньев заводского изготовления. Их укладывают на бетонный фундамент или основание из уплотненного грунтощебня или глинобетона. Швы между элементами труб заделывают гидроизоляционными материалами; снаружи трубы покрывают битумом. Переезды через каналы, во избежание холостых перегонов сельскохозяйственных машин через осушительные каналы с одной карты на другую, должны быть размещены не реже чем через 700 м. На каналах, не далее 1 км от мостов и труб-переездов, устраивают **пешеходные мостики**, приуроченные к существующим тропам.

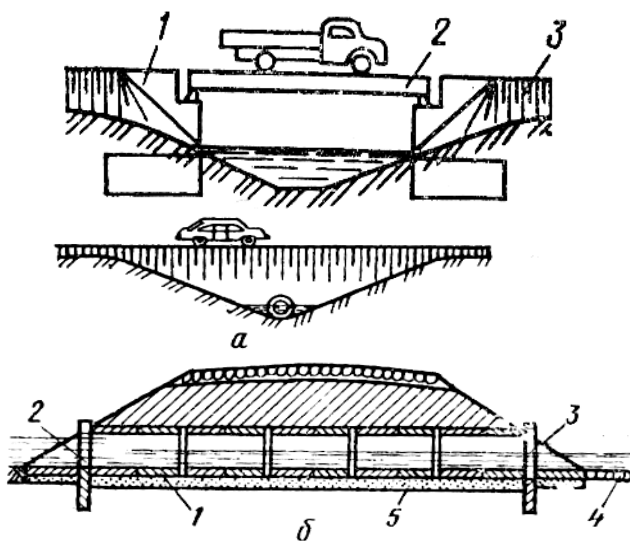


Рис. 61. Однопролетный балочный мост через канал: 1 – устои; 2 – пролетное строение; 3 – канал

Рис. 62. Труба-переезд: а – общий вид; б – продольный разрез; 1 – звенья труб; 2 – входной оголовок; 3 – выходной оголовок; 4 – укрепленное камнем русло; 5 – подушка из щебня и грунта

Сооружения для хозяйственно-бытовых и культурных нужд населения (мостики для забора воды, пляжи, рыболовные площадки, лодочные станции и пр.) предусматривают около населенных пунктов на каналах с межженным расходом не менее $2 \text{ м}^3/\text{с}$.

12.6. Противопожарные мероприятия

Вопросы предупреждения и борьбы с пожарами на осушаемых торфяных почвах рассматриваются в разделах освоения и эксплуатации мелиорируемых земель, в данной книге они искусственно внесены в состав гидротехнических сооружений.

При использовании в земледелии торфяных почв обязательно должны проектироваться и выполняться мероприятия по профилактике (недопущению) и тушению пожаров.

Противопожарные мероприятия включают **водоем** и средства тушения пожара. Источником противопожарного водоснабжения может быть река, пруд, осушительный или оросительный канал, резервуар, подземные водоносные горизонты, обладающие необходимыми запасом воды.

Необходимый для тушения пожара расход воды следует определять по формуле

$$Q = 160\sqrt{F},$$

где Q – расход воды, необходимый для тушения пожара, м³/ч; F – площадь торфяного участка, га.

При использовании для тушения пожаров воды из рек и каналов следует сооружать на них водоемы в пониженных участках. При использовании оросительных трубопроводов необходимо предусматривать установку на них гидрантов для присоединения пожарных рукавов.

При использовании для тушения пожаров безнапорных трубопроводов и подземных вод следует предусматривать устройство колодцев (резервуаров) с емкостью, обеспечивающей работу одного пожарного насоса в течение получаса, глубина воды в колодце должна быть не менее 0,5 м.

Для локализации возможных пожаров на торфяниках следует применять локально закрытые дрены с засыпкой траншей песком, полезащитные лесные полосы из деревьев лиственных пород шириной 10...15 м.

На торфяных почвах не допускается разведение костров, сжигание древесины и других растительных остатков (соломы, стерни, прошлогодних нескошенных остатков травы), применение неисправных тракторов и автомашин.

В заключение отметим, что пожары на болотах – осушаемых и неосушаемых, залесенных и безлесных – обычное явление. Как сообщают летописи, болота и леса горели и дымом застилало солнце периодически во все века, когда даже не думали об осушении болот и лесов. Только в последней четверти XIX века и в конце XX века в пожарах стали обвинять мелиораторов – осушили, переосушили и вот горят болота! Особенно много безграмотных заявлений раздается в широкой печати в последние годы. Пожары на болотах Мещеры в 1972 году были искусственно привязаны к сельскохозяйственной мелиорации, но государство быстро справилось с ними. Пожары 2002 г. и 2005 г. приписали лесной мелиорации, так как сельскохозяйственная под влиянием антимелиоративных настроений в период развала советского государства была практически прекращена.

Давно уже не ведется и мелиорация лесов. Вместо приведения земель в порядок (как это было, например, в начале XIX века под Петербургом), появились предложения о затоплении всего Подмосковья. Болота горят не из-за мелиорации, а от бесхозяйственности. Возникающие очаги возгорания торфа от молний (очень редко), от туристов-дикарей (часто) и от умышленных поджогов леса (что установлено) необходимо сразу тушить, а не раздувать их пламя через СМИ. Тезис пожарников: «Пожар легче предупредить, чем потушить» справедлив и в отношении торфяников.

Экологическая пропаганда, подкрепляемая повышением ответственности за халатное обращение с огнем на болотах и в лесу, с уголовным наказанием лесных воров за отвлекающие лесную охрану поджоги леса, – необходимое условие защиты от пожаров на болотах.

Было бы целесообразно разработать и реализовать схему водно-земельного обустройства земель в Мещерской низменности (части Московской, Владимирской и Рязанской областей). Эти меры позволят на основе комплексной мелиорации облагородить огромную территорию в ближнем Подмосковье; превратить ее в высокопродуктивную зону для сельского, лесного, рыбного и охотничьего хозяйства; создать благоприятные условия для жизни, рекреации и оздоровления населения; защитить людей и природные ресурсы от огня и дыма пожаров. Такие же мероприятия необходимы и в других регионах.

Контрольные вопросы

- 1. Какие основные сооружения используются на осушительных системах?*
- 2. Как размещают шлюзы на осушительно-увлажнительной сети?*
- 3. Для чего устраивают смотровые колодцы?*
- 4. Какие достоинства и недостатки у мостов и труб-переездов, размещаемых на осушительной проводящей сети?*
- 5. Какие гидротехнические сооружения на осушительных системах помимо шлюзов и смотровых колодцев вы знаете? Расскажите о них.*
- 6. Причины возникновения пожаров на осушаемых торфяных почвах и меры их предупреждения.*

ГЛАВА 13. ОСУШЕНИЕ ЗАБОЛОЧЕННЫХ ЛЕСОВ И ПАРКОВ

13.1. Лесной мелиоративный фонд

Задачи осушения определяются прежде всего огромным фондом страдающих от переувлажнения лесов. В России насчитывается свыше 250 млн. га заболоченных и избыточно увлажненных лесных земель. Примерно половину этой площади (49%) занимают леса низкой производительности, остальную – открытые болота. Переувлажненность и связанная с ней заболоченность снижают ежегодный прирост древесины, ухудшают ее качество, создают тяжелые условия для заготовки и вывозки, затрудняют естественное и искусственное возобновление леса, ухудшают санитарно-гигиенические и эстетические условия территории. Последние показатели особенно важны для лесов рекреационных зон и парков. Эффективного преобразования заболоченных лесов можно достигнуть только на основе лесосушительной мелиорации.

Переувлажненные лесные земли подразделяют в зависимости от эффективности осушения, обусловленной типом леса и условиями местопрорастания, на группы (табл. 24). При оценке мелиоративного фонда учитываются также бонитет и возраст лесонасаждений.

Таблица 24

Характеристика лесов по результативности осушительных работ

Группа эффективности и результаты осушения	Основной тип леса, условия произрастания	Преобладающая глубина торфа, м
I. Весьма высокие. Дополнительный прирост древесины 4...6 (10) м ³	Сосняки, ельники, кедровники и смешанные леса на низинных и переходных болотах	0,3...0,6 0,6...1,0
	а) разнотравные и осоково-тростниковые б) осоково-сфагновые	
II. Высокие. Дополнительный прирост до 3 м ³ Высокие. Дополнительный прирост 2...3 (4) м ³	а) Черноольшаники на низинных болотах, травяно-сфагновые	0,6...1,0 и более 0,3...0,6 и более 0,3...0,6 и более
	Сосняки, ельники, кедровники и смешанные леса на переходных болотах и на верховых в начальной стадии заболачивания	
	б) долгомошниково-сфагновые в) долгомошниково-сфагновые, сфагново-пушицевые, сфагново-кустарниковые	
III. Умеренные. Дополнительный прирост до 1...2 м ³	Сосняки сфагновые на верховых болотах с зольностью торфа менее 2...3%	Более 1, очес 0,3...0,5
IV. Слабые	Хвойные и смешанные леса на неторфованных почвах	—

Осушительные мелиорации проводят в основном в лесах I группы, ограниченно II, а также в районах интенсивных лесозаготовок в лесах III группы. В лесах III и IV групп, а также частично II группы осушение проводят только с помощью проводящей сети в сочетании с дорожным строительством, противопожарными мероприятиями и последующими лесокультурными работами.

Особое место в лесосушении занимают вырубki и гари. Площади после сведения леса часто заболачиваются и зарастают мхом. В результате снижается суммарное испарение (транспирация растительностью и испарение с поверхности почвы) с 300...400 мм за вегетационный период при наличии спелого леса до 180...200 мм на вырубках.

Лес является своеобразным биологическим дренажем, после его сведения возникает необходимость в искусственном открытом или закрытом дренаже.

13.2. Нормы осушения лесов

Уровни грунтовых вод в лесах должны быть понижены к концу мая до 0,2...0,3 м, летом они должны залегать на глубине более 0,3...0,4 м. На переходных и верховых болотах средняя за вегетацию норма осушения 0,4...0,5 м. Нормы осушения для лесопарков принимают такими же, как для лугов, лесопитомников – как для полевых севооборотов. Болотные сенокосы в лесах осушают, исходя из следующих норм: предпосевной – 0,4...0,5 м, средневегетационный – 0,6...0,75 м.

13.3. Способы осушения. Гидролесомелиоративная система

Лесоосушительная система состоит из регулирующей сети (осушители, тальвеговые каналы, дрены и борозды); проводящих каналов (транспортирующие собиратели, коллекторы, магистральные каналы), пограничных каналов и ограждающей сети (нагорные и ловчие каналы); водоприемников (реки, озера, ручьи), дорог, гидротехнических сооружений и противопожарных водоемов.

Для осушения используют в основном самотечные системы. В лесах преимущественно применяют открытую осушительную сеть. Схема лесосушительной си-

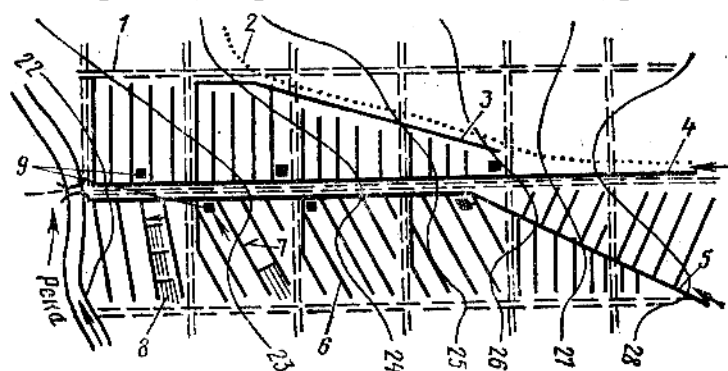


Рис. 63. Схема лесосушительной системы: 1 – квартальные просеки; 2 – граница заболоченного массива; 3 – нагорно-ловчий канал; 4 – магистральный канал; 5 – транспортирующий собиратель; 6 – осушители; 7 – собирательные борозды; 8 – борозды; 9 – противопожарные водоемы

стеми показана на рисунке 63. Закрытый дренаж используют при осушении луговых угодий, лесопитомников и парков. Все каналы регулирующей сети в лесоосушении называют осушителями. Осушители проектируют глубиной 0,6...1,4 м и более в зависимости от мощности торфа:

Мощность торфа, м	Глубина, м
до 0,5	0,6...1,0
0,5...1,0	1,0...1,4
более 1,3	1,2...1,4 и более

При осушении заболоченных вырубков, ольховых насаждений, земель с атмосферным водным питанием глубина осушителей допускается до 0,6...0,8 м.

Расстояние между осушителями на землях гослесфонда устанавливаются в зависимости от типов леса и климатических условий местности. Нормативные расстояния между осушителями глубиной 1 м после осадки грунта для основных групп типов местности приведены в таблице 25. Эти расстояния примерно соответствуют геометрическим центрам Псковской области, Мордовии и Курганской области. В таблице даны расстояния между дренами для самых неблагоприятных условий – при наличии тяжелых грунтов под торфом. При подстилении торфа другими грунтами эти расстояния увеличивают на 20...70 м, если подстилающим грунтом является крупнозернистый песок – на 50...130 м. Расстояния увеличивают на 5...15% при уклонах поверхности более 0,002.

Наоборот, при грунтово-напорном водном питании расстояния между осушителями уменьшают на 20...30%.

В зеленых зонах городов и промышленных центров проводят более интенсивное осушение; указанные в таблице расстояния умножают на коэффициент 0,75...0,80, а при осушении лесопарков – 0,65...0,7. Для других районов расстояния определяют с помощью поправочных коэффициентов по формуле $V = kV_T$, где k – коэффициент; V_T – расстояние между осушителями (табл.25).

Поправочные коэффициенты для расчета расстояний между осушителями изменяются от 0,68...0,7 (Архангельская, Камчатская, Тюменская области, Красноярский край, Якутия и др.) до 1,01...1,05 (центр Европейской части РСФСР).

Длину осушителей принимают в основном 500...1000 м, лишь при пересеченном рельефе допускается уменьшение до 200 м, а при хороших уклонах – увеличение до 1500 м. Осушители проектируют так, чтобы они размещались в пределах квартала и не пересекали квартальные просеки. Остальные требования те же, что и к открытым каналам в сельскохозяйственной мелиорации.

При трассировании осушительной сети по возможности максимально используют под трассы каналов существующие просеки.

Рекомендуемые расстояния между осушителями глубиной 1 м

Исходная группа типов леса	Расстояния (м), соответствующие:	
	максимальной продуктивности	максимальной рентабельности и оптимальной хозяйственной деятельности
Болота		
Сосняк на верховом болоте	40	80
Сосняк на переходном болоте	60	120
Болотные леса		
Сосняк:		
сфагновый	55	110
травяно-сфагновый	70	120
травяной	80	160
Ельник:		
травяно-сфагновый	60	110
травяной	75	150
Заболоченные леса		
Сосняк долгомошный	80	160
Ельник долгомошный	65	120

Закрытый дренаж проектируют обычно только для осушения лесопарков и лесопитомников. Осушение болотных сенокосов под использование в естественном состоянии допускается только экстенсивное по нормам осушения лесов (расстояние между каналами 100...200 м) в целях сохранения естественного травостоя и улучшения условий косьбы и передвижения по болоту.

Закрытые дрены делают из гончарных, деревянных и других труб, выводят их в закрытые или открытые коллекторы длиной 600...1000 м, глубину дрен принимают 0,8...1 м при атмосферном и 1...1,5 м – при грунтовом водном питании. Расстояние между дренами составляет 20...60 м (до 100...150 м) на низинных и 8...20 (до 40 м) – на верховых болотах.

В дополнение к сети осушителей обязательно проектируют борозды для сброса воды из мелких понижений. Размещают их через 15...50 м. Глубина борозд 0,3...0,7 м, длина 160...200 м. Через кавальеры и отвалы обязательно устраивают воронки.

Нагорные каналы делают глубиной 1...1,5 м, ловчие – 1,5...2 м. Каналы по возможности должны прорезать торфяной слой и углубляться в минеральный грунт на 10...20 см.

Пограничные каналы служат для ограничения разрастания болота в сторону суходольных лесов. Глубина их определяется мощностью торфа, они по возможности должны быть врезаны в минеральный грунт. Пограничными каналами окружают и неосушаемые верховые болота, расположенные в границах осушаемой территории. Они имеют также и противопожарное значение.

Проводящие каналы проектируют трапецеидального сечения с шириной по дну 0,4...0,6 м при площади водосбора до 500 га, при большей площади ширину канала и размеры поперечного сечения определяют гидравлическим расчетом.

Заложение откосов в зависимости от глубины каналов и грунтов принимают от 0,5...1 для слаборазложившихся торфов до 2...3 для мелкозернистых песков. Для магистральных каналов, проходящих в песках, супесях, иловатых суглинках и слоистых грунтах, форму поперечного сечения принимают трапецеидально-параболическую.

Глубину транспортирующих собирателей принимают на 0,1...0,2 м больше глубины осушителей, а глубину магистральных каналов – на 0,2...0,3 м больше глубины транспортирующих собирателей. Магистральные каналы рассчитывают на пропуск максимального расхода весенних вод при осушении парков и послепаводкового расхода при осушении лесов. В обоих случаях в расчетный период допускается полное затопление каналов.

Весеннее затопление лесных культур допускают на длительный срок: дуб, клен и ясень – до 25 суток, тополь – до 50, ива и ольха – до 60 суток. В летне-осенний период расчетные расходы должны проходить ниже бровок каналов на 0,2...0,4 м.

При осушении лесов повышается опасность пожаров. Для уменьшения их распространения устраивают противопожарные полосы в виде уширенных просек вдоль каналов (по ним может проходить дорога), шлюзы на осушительных каналах, водоподводящие каналы и противопожарные водоемы. Водоемы размещают в понижениях местности около осушительного канала, и соединяют их траншеей глубиной до 0,5 м для наполнения водой. Водоемы проектируют глубиной 2...3 м, шириной по дну 4...5 м. Длину водоемов определяют расчетом из условия обеспечения запаса воды 100...180 м³. Заполняют водоемы паводковыми водами.

Осушение является началом лесохозяйственного освоения заболоченных территорий. В целях ускорения облесения осушаемых площадей предусматривают мероприятия по естественному лесовозобновлению и искусственному облесению площадей, занятых низинными и переходными болотами, гарями, вырубками и пустырями.

Почву под культуры на болотах подготавливают бороздованием, на торфяниках с верхним слоем слаборазложившегося торфа мощностью более 0,5 м борозды нарезают после его снятия. Посев культур проводят не позднее чем через 3...5 лет после осушения.

13.4. Эффективность осушения лесов

В лесах I группы среднегодовой дополнительный прирост древесины составляет 4...6 м³, иногда 15...20 м³/га. Особенно отзывчивы на осушение

леса IV и V бонитетов. В зависимости от возраста наиболее высокие результаты получают в молодняках и жердняках, высокие – в средневозрастных лесах, умеренные – в спелых. Перестойные насаждения слабо реагируют на осушение, кроме ельников, которые отзывчивы на осушение в любом возрасте.

В древостоях возраста 80...100 лет прирост древесины, начиная с 10 лет после осушения, покрывает все расходы на мелиорацию. Кроме того, осушение подготавливает почву под лесовозобновление и облегчает борьбу с низовыми пожарами.

При интенсивном осушении на торфяных почвах с высоким плодородием вырастают сосновые и еловые насаждения уже через 20 лет с запасом древесины 150 м³/га, а через 60 лет – 400 м³/га.

Помимо значительного повышения производительности лесных угодий осушение позволяет: повысить качество древесины; улучшить условия для естественного лесовозобновления; сократить сроки выращивания леса; повысить ветроустойчивость леса (особенно елового) благодаря более глубокому проникновению корней в осушенные почвы; облегчить строительство сети дорог и подъездных путей; приспособить водоприемники и каналы для сплава леса; улучшить лесные сенокосы и пастбища, а также условия для работы; повысить эффективность использования машин и механизмов на лесозаготовке; облегчить борьбу с лесными пожарами; улучшить санитарно-гигиенические и эстетические условия леса.

Осушение, как показывает многолетний мировой опыт, – **необходимое условие повышения интенсивности ведения лесного хозяйства.**

Контрольные вопросы

- 1. Какими показателями оценивается эффективность осушения лесов?*
- 2. Сформулируйте основные требования к осушению хвойных лесных пород.*
- 3. Из каких элементов состоит гидроресомелиоративная система?*
- 4. Назовите ориентировочные расстояния между каналами при осушении лесных болот и заболоченных лесов.*
- 5. Какие мероприятия предусматривают для борьбы с пожарами на болотах и в лесах?*

ГЛАВА 14. ОСУШЕНИЕ БОЛОТ ДЛЯ ДОБЫЧИ ТОРФА

14.1. Способы добычи торфа

Добыча торфа ведется для топлива, производства удобрений, животноводческой подстилки и других целей. Основным способом добычи торфа является фрезерный способ, при котором образуется фрезерная крошка, представляющая собой раздробленный торфяной материал со средним размером частиц менее 10 мм и наиболее крупными частицами до 25 мм. Торфяная промышленность в России в 1986 году насчитывала 220 торфодобывающих предприятий, которые разрабатывали более 500 торфяных месторождений с геологическими запасами более 300 млн. тонн, ежегодно добывалось 50 млн. т торфа.

Разработка торфяного месторождения включает подготовительные работы: осушение торфяной залежи, подготовка осушенной площади болота к эксплуатации и ремонт используемых производственных площадей; работы по добыче торфа, сушке, уборке и транспортировке в пределах самого месторождения и за его пределами, включая потребителя.

Добыча торфа, включая предварительные и последующие работы, ныне полностью механизирована. Для этого используется система торфяных машин и комплексов, обладающих высокой проходимостью по неровному, неоднородному торфяному грунту при повышенной его влажности, небольшим удельным давлением на грунт, повышенной прочностью, маневренностью и простотой сборки. Торфяные машины и комплексы выполняют работу по предварительному осушению сильно обводненных месторождений, по рытью проводящей и регулирующей осушительной сети, по подготовке поверхности торфяной залежи к эксплуатации (сводка леса и кустарника, корчевание пней, погрузка древесины на транспортные средства и вывоз за пределы осваиваемого болота), по ремонту производственных площадей (корчевание и вывоз погребенных в торфе пней) и углублению регулирующих каналов по мере выработки торфа.

Используется преимущественно (95%) поверхностно-послойная система разработки торфяной залежи при фрезерном способе добычи торфа. Технология включает: скреперно-бункерный комплекс, предназначенный для уборки торфа механическим способом; скреперно-перевалочный комплекс для механической уборки торфа последовательной перевалкой его из одного вала в другой при сушке; пневмобункерный комплекс для уборки фрезерной крошки пневматическим способом. Все названные комплексы включают операции по ворошению торфа, формированию валков и штабелированию торфа.

Продукция торфяных предприятий (фирм): фрезерный топливный торф с условной влажностью 40%, фрезерный торф для компостов с влаж-

ностью 55% и торф для подстилки с влажностью 40%. Для топлива торфяная крошка формируется в виде брикетов.

Добыча кускового торфа проводится комплексами машин, позволяющих поднимать из карьеров глубиной до 4,5 м многоковшовым экскаватором торф, перетирать торф, формовать и стелить торфяные ленты на полях сушки. Комплексы включают машины для переворачивания и укладки подсохших кусков торфа в фигуры сушки, а также уборочно-транспортирующие машины. Кусковой (экскаваторный и формованный) торф имеет более высокие качественные показатели готовой продукции из-за большой однородности торфяного сырья (торф из разных слоев до глубины 2,5 м перемешивается и образуется однородная масса). Качество торфа как топлива зависит от ботанического состава, зольности и других свойств.

14.2. Нормы осушения

Осушение для добычи торфа проводится с целью отвода воды с поверхности болота и понижения уровня грунтовых вод. Отвод влаги уменьшает влажность верхних слоев торфяной залежи, повышает плотность торфа, а, следовательно, улучшает условия проходимости торфяных машин при добыче, сушке и транспортировке торфа. Установлено, что **с понижением влажности торфа и с увеличением глубины залегания уровня грунтовых вод повышается производительность машин и выход торфяной крошки.**

В начале сезона добычи торфа грунтовые воды должны быть понижены на глубину не менее 0,6...0,7 м. Для получения необходимой влажности фрезеруемого слоя залежи после предварительного осушения рекомендуют норму осушения 0,7...1,2 м.

Поскольку при добыче торфа поверхность болота все время понижается, для нормального осушения каналы регулирующей сети в процессе эксплуатации торфяного месторождения приходится постоянно углублять. При удалении за сезон торфодобычи слоя 0,1...0,2 м при минимально допустимой из требований проходимости машин глубине грунтовых вод 0,5 м, каналы регулирующей сети углубляют через 2...3 года.

14.3. Способы осушения. Осушительная система

Способы осушения болот для добычи торфа принимают, как и для сельскохозяйственной мелиорации, в зависимости от типа водного питания, который устанавливается в результате анализа рельефа и гидрогеологических условий местности, характера подстилающих торфяную залежь отложений (песок, глина и др.), гидрологии местности, наличия и состояния водоприемника.

Основным способом осушения является устройство системы картовых каналов, т.е. осушителей для понижения уровней грунтовых вод и отвода поверхностных вод. При грунтово-напорном водном питании, свойственном низинным болотам, иногда применяют вертикальный (с откачкой воды из скважин насосами) или комбинированный дренаж (сочетание канала с самоизливающимися скважинами). Ограниченно применяют для ускоренного снижения влажности торфа в верхних слоях залежи закрытый дренаж из пластмассовых труб и щелевой дренаж (см. главу 5).

Наиболее распространенная схема осушения для добычи торфа приведена на рисунке 64. По тальвегу минерального дна проводят магистральный канал, в который через 250...1000 м перпендикулярно выводят валовые каналы, являющиеся открытыми коллекторами для картовых. Картовые каналы проводят параллельно магистральному. Каждый картовый канал в истоке и устье соединяют со смежным валовым, иногда посередине его оставляют разрыв для проезда на осушаемую карту. Расстояние между картовыми каналами на низинных болотах 40 м, на верховых – 20 м. Глубина каналов на низинных болотах: магистральных – 3...3,5 м, валовых – 2,5...2,8, картовых – 1,7...2 м, на верховых – соответственно 3,5...4; 2,8...3 и 2 м.

Для перехвата склонового стока – поверхностного и подземного –

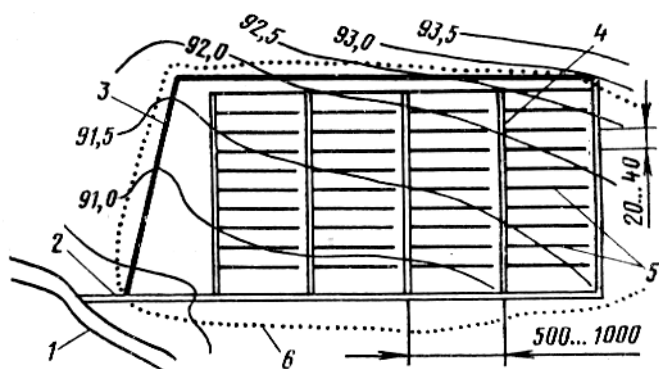


Рис. 64. Схема осушения торфяного месторождения для добычи фрезерного торфа: 1 – водоприемник; 2 – магистральный канал; 3 – нагорно-ловчий канал; 4 – валовые каналы; 5 – картовые каналы; 6 – граница болота. Размеры в м.

устраивают нагорные и ловчие каналы, которые делают непрерывными с независимым отводом воды в водоприемник.

В благоприятных условиях при мощности торфяной залежи до 2,5...3 м и наличии в ее основании хорошо проницаемых грунтов применяют редкую сеть глубоких каналов, врезанных на 0,5...0,7 м в песок (так называемое донное осушение).

При площади водосбора каналов менее 500 га принимают следующие стандартные размеры регулирующей сети. Ширина проводящих каналов по дну 0,5 м, минимальная глубина – 2...2,5 м, коэффициент заложения откосов 0,33 в верховых и 0,5 в низинных торфах.

Размеры картовых каналов (их называют канавами, так как проводят нередко без уклонов): ширина по дну – 0,3...0,6 м в зависимости от способа производства работ, глубина – 1,7...2 м, коэффициент заложения откосов в торфе – 0,25, в минеральном грунте – 0,5...1. При осушении торфяных месторождений применяют регулирование рек для улучшения их во-

доприемных качеств, иногда насосные станции для отвода воды. При осушении болот в поймах рек проводят их обвалование дамбами.

Схема осушения верховых торфяных месторождений для добычи фрезерного торфа приведена на рисунке 65. Уклоны осушительной сети обычно принимают: крупные реки – менее 0,0002, реки-водоприемники – 0,0003...0,0006, магистральные каналы – 0,0003...0,0008, валовые каналы – 0,0003...0,001.

Уклоны по возможности должны быть одинаковыми по всей длине, при необходимости их изменения они не должны уменьшаться в направлении к устью.

Наиболее сложно осушать верховые болота, торф которых всегда характеризуется очень низкой водоотдачей (1...2%), которая в 3...15 раз меньше чем у низинного торфа. Вода в верховом торфянике в естественных условиях движется только по «деятельному» слою (по К.Е. Иванову), толщина которого до 30...50 см, в нижележащем «инертном» слое движение воды практически отсутствует. Даже при устройстве глубоких каналов, кривая депрессии в верховых торфах не выражена, на середине карты между регулирующими каналами уровень воды понижается на 20...30 см, хотя в канале уровень может быть в это время на 1,3...1,5 м ниже.

Только при устройстве глубоких каналов, врезанных дном в песок, путь движения воды сокращается, вода фильтрует хоть и медленно (низкий коэффициент фильтрации) до песчаного слоя, а по нему, как по пластовой дрене, поступает в канал.

Вода в верховом торфе удерживается капиллярными, сорбционными и молекулярными силами, поэтому она медленно расходуется на испарение. Выработались в производстве принципы ускорения снижения влажности торфа путем планировки осушаемых карт в продольном направлении и профилирования карт в сторону картонных осушителей. **Для изменения водно-физических свойств верхового торфа, увеличения его водоотдачи и ускорения обезвоживания эффективны все способы механического разрушения структуры торфа:** многократной глубокой (до 0,8 м) вспашкой специально оборудованным экскаватором, периодическим дренированием с устройством траншей и щелей.

Каналы проводящей сети (магистральные, соединительные, валовые) при размерах водосборной площади более 500 га рассчитывают на пропуск

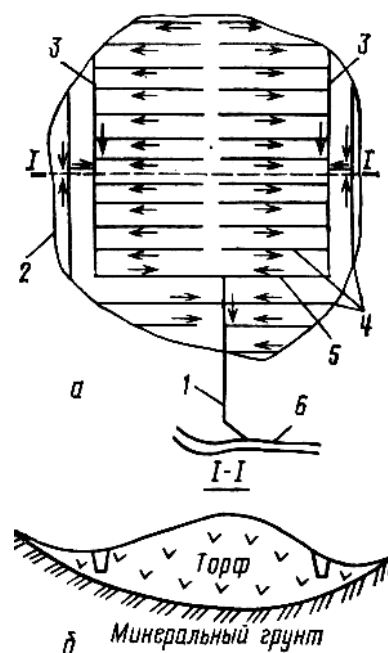


Рис. 65. Схема осушения верхового болота для добычи торфа: а – план, б – профиль; 1 – магистральный канал; 2 – граница промышленной залежи торфа; 3 – валовый канал; 4 – картонные каналы; 5 – соединительный канал; 6 – водоприемник

расходов летних паводков 25%-ой обеспеченности (умеренно многоводные годы повторяются один раз в 4 года); весенних многоводных половодий 5% обеспеченности (повторяемость один раз в 20 лет) для выявления за-тапливаемых участков. При использовании насосных станций принимается 5% обеспеченность для определения расходов, которые должны быть откачены за 10 суток до начала сезона торфодобычи.

По этим расходам проводится расчет размеров каналов. Расчетные уровни воды в проводящей сети принимают на 1,3 м ниже границы добычи торфа фрезерованием к концу расчетного года.

При карьерном способе добычи торфа проводящая осушительная сеть состоит из магистрального канала и впадающих в него карьерных каналов. Осушение проводят осушителями, длина которых должна обеспечить работу машин по добыче торфа в течение 3...5 лет. Осушители выводят под прямым углом в карьерные каналы. Расстояние между осушителями принимают в зависимости от типа торфяной залежи: на верховой – 10...20 м, на низинной – 50...70 м.

Для борьбы с пожарами обязательно устраивают водоемы (пруды).

14.4. Предварительное осушение

При осушении торфяных месторождений различают предварительное и эксплуатационное осушение. Предварительное осушение является необходимым условием стабилизации торфяной залежи за счет отвода вековых запасов воды и ее уплотнения. Без предварительного осушения невозможно придать каналам необходимые глубины из-за оплывания и оползания русла. Особенно это относится к верховым болотам. После предварительного осушения торфяная залежь обеспечивает необходимую проходимость для тяжелых торфодобывающих машин.

Предварительное осушение начинают за 3...4 года, а заканчивают не менее чем за год до начала добычи торфа.

Из-за деформации каналов в верховых торфах (глубина их из-за выноса и обрушения торфа уменьшается, а ширина поверху увеличивается) их строят до проектных глубин в течение 4...5 лет забоями небольшой глубины при многократной проходке экскаватора (на валовые каналах – до 8...10, на картовых – до 4...6 проходов и более).

При строительстве магистральных каналов нередко приходится осушать предварительно полосу шириной до 200 м с помощью пионерной траншеи, нарезаемой по оси канала на глубину до 1,5 м (обычно обеспечивается за 2...3 прохода экскаватора) и боковых каналов через 25...50 м. Только после этого можно вести строительство магистрального канала.

Предварительным осушением обеспечивается прокопка всей осушительной сети, нагорных и ловчих каналов, регулирование водоприемников, сооружение насосных станций, дорог. После сдачи объекта в эксплуата-

цию начинается эксплуатационное осушение, имеющее цель обеспечения стабильного состояния верхнего слоя торфяной залежи и дальнейшее повышение интенсивности осушения.

Контрольные вопросы

- 1. Назовите основные способы добычи торфа.*
- 2. В чем принципиальное отличие фрезерного способа от гидроторфа?*
- 3. Требования торфопредприятия к водному режиму разрабатываемых торфяников.*
- 4. Основные элементы осушительной системы и их параметры.*
- 5. Для чего проводится предварительное осушение болота?*
- 6. Задачи эксплуатационного осушения.*
- 7. Способы использования площадей после добычи торфа.*

Литература

1. Афанасьев А.Е., Бессребренников Н.К. Добыча торфа // МЭ. т. 1. – М.: Росинформагротех, 2003. – С. 430-432.
2. Брудастов А.Д. Осушение минеральных и болотных земель. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 444 с.
3. Волковский П.А., Розова А.А. Практикум по сельскохозяйственным мелиорациям: Учебник. – М.: Колос, 1980. – 240 с.
4. Дубах А.Д. Сельскохозяйственная мелиорация для агрономов и лесоводов. – М.-Л.: ГИЗ, 1931. – 268 с.
5. Инишева Л.И., Махлаев В.К. Мелиоративные режимы пойменных торфяников: Справочное пособие. – Томск: ЦНТИ, 2002. – 100 с.
6. Колпаков В.В., Сухарев И.П. Сельскохозяйственные мелиорации: Учебник. – М.: Колос, 1981. – 328 с.
7. Маслов Б.С. Осушение торфяных месторождений. // МЭ. т. 2. – М.: Росинформагротех. 2004. – С. 322-323.
8. Маслов Б.С., Станкевич В.С., Черненко В.Я. Осушительно-увлажнительные системы. – М.: Колос, 1981. – 280 с.
9. Практическая гидролесомелиорация /Под ред. В.К. Константинова. – СПб.: СПб-НИИЛХ, 2005. – 128 с.
10. Практикум по сельскохозяйственным гидротехническим мелиорациям / Под ред. Е.С. Маркова. – М.: Агропромиздат. 1986. – 368 с.
11. Практикум по сельскохозяйственной мелиорации /Под ред. С.Ф. Аверьянова – М.: Колос, 1970. – 344 с.
12. Справочник: Мелиорация и водное хозяйство. Осушение /Под ред. Б.С Маслова. – М.: Экоств. 2001. – 608 с.
13. Сельскохозяйственная мелиорация: Учебник / Б.С. Маслов, А.И. Безменов и др. – М.: Колос, 1984. – 511 с.
14. Шаблинский В.В., Кошман М.Г. Гидротехника в торфяной промышленности. – М.: Недра, 1971. – 272 с.

«Известно, сколь благополезно есть осушение болотных земель... Можно много для казны зарабатывать... Вместо болот глазу открылись бы пахотные поля и прелестные луга»

Н.С. Мордвинов, 1810

«Культуртехника не может быть оторвана от гидротехники и следовать за ней, а должна применяться одновременно с первой, так как обе они составляют неразрывные существенные элементы одного целого – мелиорации»

В.Р. Вильямс

Часть III

ОСВОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Глава 15. Культуртехнические работы

Глава 16. Сельскохозяйственное использование торфяных почв

ГЛАВА 15. КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Первичное освоение осушаемых болот представляет собой комплекс инженерных, агротехнических и организационных хозяйственных мероприятий, обеспечивающий вывод мелиорируемых земель на проектный уровень урожайности в конце периода освоения. Начинается освоение сразу после завершения гидромелиоративного строительства.

Первичное освоение включает культуртехнические работы (удаление кустарника и погребенной древесины, корчевка пней, уборка камня, уничтожение кочек, засыпка ям и старых каналов, планировка поверхности, удаление мохового очеса, разделка дернины и первичная обработка почвы) и работы по окультуриванию осушаемых почв (обработка почвы, известкование и фосфоритование почвы, внесение заправочных повышенных доз органических и минеральных удобрений).

Если осушение не дополняют работами по окультуриванию, то плодородие старопахотных почв не повышается, а падает.

15.1. Удаление деревьев и кустарников

Все культуртехнические работы выполняют механизированным способом с применением современной техники. Подготовку осушаемых земель к культурному освоению, как правило, начинают с очистки их от древесной растительности: срезкой кусторезами, отдельной корчевкой мелкоколосья и кустарника корчевателями-собирающими, глубоким фрезерованием, запашкой кустарника.

Кусторез используют для срезки на торфяниках густых и средней густоты зарослей кустарника и мелкоколосья поздней осенью и в начале зимы при снежном покрове до 0,5 м и промерзании почвы на глубину до 20 см. Хорошо он срезает осину, ольху, орешник, крушину. Значительно труднее – березу и сосну. Препятствием для работы кустореза являются камни, крупные деревья, пни, вязкие участки, ямы.

Удаляют растительность *корчевателями-собирающими* отдельным способом. Выкорчеванный кустарник в течение двух-трех недель остается

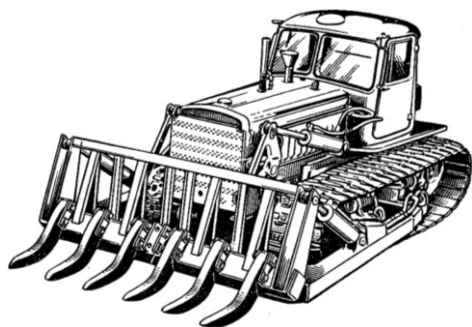


Рис. 66. Корчеватель-собирающий

лежать на месте до полного просыхания, затем его сгребают в валы или кучи. Для корчевки древесно-кустарниковой растительности широко применяют корчеватели-собирающие с гидравлическим управлением (рис. 66).

После срезки отбирают вначале пригодную для хозяйственных целей древесину, а остальную массу сгребают в валы с

интервалами в 40...50 м. Валы располагают по возможности в местах, непригодных для хозяйственного использования.

С торфяников срезанную массу вывозят на минеральные земли и используют как строительный материал или сжигают. Для сгребания используют кустарниковые грабли, корчеватели-собиратели, корчеватель-бульдозер и погрузчик. Вывозят древесину на транспортных тележках, металлических листах (пэнах) или санях.

Запашка кустарника – наиболее простой и эффективный способ освоения закустаренных земель. При мощности торфяного горизонта более 30 см можно запашивать кустарник высотой до 5 м с диаметром стволов у корневой шейки до 7 см. На торфяных почвах кустарник запашивают на глубину 40...50 см. Заросли ивы и деревья хвойных пород запашивать нельзя во избежание их прорастания.

Кустарник запашивают кустарниково-болотными плугами с полным оборотом пласта. Глубина вспашки – 25...45 см. Запашка кустарника целесообразна при хорошо разложившемся верхнем слое торфа, так как рыхлый, слабо разложившийся торф и моховой очес плохо прижимают уложенный плугом кустарник и не обеспечивают нужного качества запашки. Вновь осваиваемые торфяные почвы с погребенной древесиной следует готовить одновременно с выкорчевыванием пней.

Нельзя перепахивать расчищенные площади в течение 3...5 лет, пока не перегниет запаханный кустарник. Поэтому площади после запашки кустарника следует использовать под многолетние сенокосы и пастбища.

Уничтожение древесно-кустарниковой растительности проводят *фрезерованием* машинами МПГ-1,7 и МТП-42А, которые одновременно выполняют фрезерование древесины и кочек на глубину до 0,5 м.

Машина МПГ-1,7 с трактором Т-100 с ходоуменьшителем представляет собой барабан диаметром 720 мм, где в корпус фрезы вварены специальные гнезда для крепления тарелочных ножей. Норма выработки за смену 0,2...0,25 га (рис. 67).

При фрезеровании древесная растительность измельчается в стружку размером 1...7 см и равномерно распределяется по всему расфрезерованному слою торфа. Глубина фрезерования – до 40 см.

При *химическом способе* удаления кустарника и мелкоlesia растительность сначала обрабатывают химическими веществами – арборицидами с самолета в летний период после полного распускания листьев, под воздействием которых она засыхает. Засохший кустарник ломают корче-

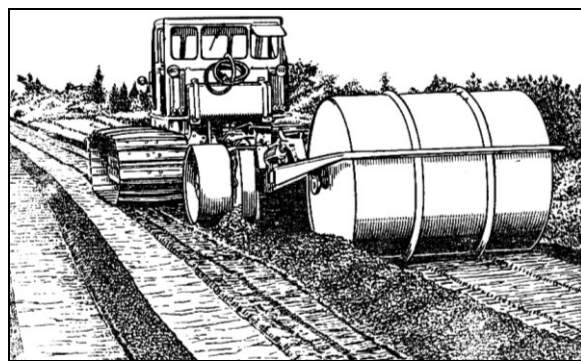


Рис. 67. Сводка и разделка кустарника машиной МПГ-1,7

вальной цепью или срезают корчевателями-собирающими. Применение арборицидов требует соблюдения особых правил безопасности.

Удаление погребенной древесины проводят двумя способами: крупную древесину извлекают корчевальными агрегатами, а мелкую – роторными корчевателями и корчевательными боронами. После сбора древесные остатки вывозят с осваиваемой площади. На осушаемых сильнопнистых болотах (пнистость выше 2%) погребенную древесину извлекают из слоя глубиной 30...40 см машинами и орудиями, но только после предварительного возделывания на этих землях зерновых и кормовых культур при поверхностной обработке почвы. За 2...4 года древесные остатки станут более трухлявыми и их легче удалить из торфа. При применении этого способа необходимо предварительно удалить из почвы погребенные крупные пни, стволы и древесные корни толще 12 см.

Удаление мохового очеса. Мощность его нередко превышает глубину пахотного слоя, поэтому удаление мохового очеса обязательно при освоении площадей не только под полевые культуры, но и под залужение.

При освоении болот, покрытых моховым очесом мощностью более 20...25 см, очес удаляют механическим путем и расходуют на подстилку скоту или другие нужды. При меньшей мощности очес запахивают на дно борозды кустарниково-болотными, плантажными или двухъярусными плугами с выпашиванием наверх более разложившихся и лучших по своим свойствам слоев торфа. Но этот способ не всегда дает хорошие результаты, потому что прослойка очеса разрывает связь между пахотным и подпахотным слоем, что сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. Лучше всего перед вспашкой провести измельчение очеса, а затем перемешать его с почвой глубоким фрезированием.

Разделка кочек. Растительные кочки высотой 15...30 см можно запахивать после предварительного их прикатывания водоналивными катками. Кочки высотой более 50 см срезают бульдозерами, измельчают навесными болотными фрезами или машиной МПГ-1,7.

Осоковые кочки разделяют навесными или прицепными болотными фрезами. Ширина захвата их 1,5...2 м, глубина обработки до 25 см, производительность 0,4...0,45 га/ч. Число проходов фрезы, необходимое для уничтожения растительных кочек, зависит от их густоты и размера. Обычно бывает достаточно от одного до четырех проходов.

15.2. Планировка поверхности

После проведения работ по расчистке поверхности осваиваемых земель от древесно-кустарниковой растительности, кочек, пней остаются неровности – ямы, западины, блюдца. В неровностях застаивается вода, и появляются вымочки растений, затрудняется производительное использова-

ние машин. **Планировка – обязательное мероприятие при освоении мелиорируемых земель.**

Различают два вида планировки: грубая (заравнивание старых каналов, траншей, котлованов, бывших водотоков, выемок, бугров, кавальеров, кочек и других неровностей) и планировка микрорельефа, которую проводят после разделки пласта.

Грубую планировку выполняют в процессе культуртехнических работ бульдозерами, скреперами, грейдерами и рельсовой волокушей, а планировку микрорельефа – планировщиками после вспашки и разделки пласта, в период эксплуатации.

15.3. Первичная обработка мелиорируемых земель

Выполняют ее в целях уничтожения растительности, обеспечения условий для разложения дернины и органического вещества почвы и успешного роста культурных растений. Основным приемом первичной обработки осушаемых низинных и близких к ним переходных болот считают вспашку с оборотом пласта.

На болотах, покрытых кочками и не засоренных корнями, а также на низинных болотах, имеющих на глубине 25...35 см прослойки слабо-разложившегося торфа, применяют *фрезерование* лугоболотной фрезой.

На болотах, покрытых небольшим слоем очеса (до 20 см), проводят вспашку на глубину 30...35 см для того, чтобы извлечь на поверхность более разложившийся слой торфа. При большой мощности очеса (до 40...45 см) вспашку необходимо проводить на глубину до 50...60 см, используя двухъярусные плуги.

После первичной вспашки и обработки МПГ–1,7 пласт разделяют тяжелыми дисковыми боронами.

Перед посевом культур и после него поля прикатывают специальным болотным катком. Применение этого приема на торфяных почвах вызвано большой их рыхлостью, создаваемой при обработке, а также необходимостью выравнивания поверхности пашни и создания условий для равномерной заделки семян. Кроме того, прикатывание способствует повышению влажности верхнего слоя почвы, что благоприятно сказывается на получении дружных всходов культур, семена которых заделывают мелко. Без прикатывания происходит значительное естественное оседание почвы, приводящее к обнажению узлов кущения растений. Прикатывание осуществляют тяжелыми катками.

15.4. Окультуривание торфяной почвы

Окультуривание почвы – это направленное воздействие человека на почву при вовлечении ее в сельскохозяйственное производство. **Целью**

окультивирования является придание почве свойств, обеспечивающих высокое плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур, а также уменьшение минерализации торфа.

Окультивирование включает в себя систему мероприятий по улучшению водно-физических, тепловых, агрохимических и биологических свойств почвы. В комплекс приемов окультивирования почвы входят: первичная обработка почвы, известкование, планировка поверхности, внесение удобрений, создание глубокого однородного пахотного слоя, добавка минерального грунта (землевание).

В таблице 26 приведены основные характеристики плодородия торфяных почв (Шаманаев, 2004).

Таблица 26

Показатели плодородия мелиорированных торфяных почв

Показатели	Плодородие		
	низкое	среднее	высокое
Плотность сложения, г/см ³	<0,15	0,15...0,25	0,25...0,40
Аэрация, %	<10	10...18	18...25
pНсол	<4,5	4,51...5,0	>5,0
Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы	>50	50,1...30	<30
Степень насыщенности основаниями, %	<55	55,1...75	>75
Содержание P ₂ O ₅ , мг/100г	<20	20,1...60	60,1...100
Запасы P ₂ O ₅ , кг/га	<120	120...360	360...600
Содержание K ₂ O, мг/100г	<25	25,1...50	80...120
Запасы K ₂ O, кг/га	<150	150...300	480...720
Содержание MgO, мг/100 г почвы	<50	50...100	100...120
Запасы MgO, кг/га	<300	300...600	600...720
Содержание подвижной меди, мг/кг	<3	3,1...5	>5
Запасы подвижной меди, кг/га	<1,8	1,8...3	>3
Урожайность кормовых единиц, ц	20...25	45...50	70...80

Окультивирование почвы достигается применением комплекса взаимосвязанных приемов: известкования, внесения органических и минеральных удобрений, увеличения глубины пахотного слоя, кротования. Окультивирование торфяной почвы продолжается в течение всего срока ее использования в земледелии.

Известкование кислых почв. Дозы известковых удобрений и время внесения их в первый год освоения устанавливаются с учетом кислотности и содержания кальция в верхних слоях торфяной залежи. Расчетную дозу внесения известковых материалов на полную нейтрализацию гидролитической кислотности определяют по формуле

$$D_p = 5ГНА, \quad (44)$$

где D_p – расчетная доза CaCO₃, т/га; G – гидролитическая кислотность, мг-экв на 100 г почвы; H – мощность известкуемого слоя, м; A – средняя плотность почвы, г/см³.

Для пересчета дозы CaCO_3 в физическую величину вносимого материала используют формулу

$$D_{\text{ф}} = D_{\text{р}} \cdot 10^6 / K \cdot [(100 - B) \cdot (100 - B)], \quad (45)$$

где $D_{\text{ф}}$ – физическая доза известкового материала, т/га; K – содержание CaCO_3 в материале, %; B – содержание влаги в известковом материале, % на сухую навеску; B – содержание частиц крупнее 1 мм в известковом материале, %.

Пересчет доз CaCO_3 в физическую величину стандартного известкового материала может быть выполнен приближенно по данным таблиц, имеющихся в справочниках по мелиорации и агрохимии.

На вновь осваиваемых низинных болотах со слабокислой реакцией торфа вносят небольшие дозы известки 0,6...1 т/га. Для известкования кислых почв применяют в первую очередь известковую и доломитовую муку, мел, известковые туфы, озерную известь, а также сланцевую золу. Эффект от удобрений будет получен только при применении высококачественных известковых удобрений, соответствующих техническим требованиям. Известь следует вносить после зяблевой вспашки.

Повторное известкование проводят через 5...6 лет по данным агрохимического обследования осушаемых земель, когда реакция почвы понижается на 0,3 рН сол от оптимального значения.

На солонцеватых торфяных почвах проводят гипсование, вносят гипс (CaSO_4), дозу которого D рассчитывают в зависимости от содержания поглощенного натрия P , емкости поглощения T , мощности солонцевого горизонта H и средней плотности почвы по формуле

$$D = 8,6 (P - 0,1T)HA, \quad (46)$$

где D , т/га; P и T , мг-экв на 100 г почвы; H , M , A , г/см³. Вычисленную дозу гипса пересчитывают в физическую дозу в зависимости от содержания влаги и гипса в материале. Гипс вносят после планировки и выравнивания поверхности, высокие дозы вносят за два-три приема в течение двух-трех лет.

Удобрения. Дозы внесения удобрений на торфяных почвах определяют с учетом их плодородия. Эти почвы, как правило, не обеспечены калием (вносят полную дозу по потребности растений), иногда фосфором. В первые годы, особенно при затяжной и холодной весне, посевы нуждаются и в азотных удобрениях – по 20...30 кг действующего вещества на гектар, несмотря на высокие валовые запасы этого элемента в торфе.

На низинных и переходных болотах со слаборазложившимся торфом для усиления жизнедеятельности микрофлоры вносят навоз или фекалий по 10...30 т/га. Если на торфяных почвах в недостаточном количестве содержатся микроэлементы (медь, бор, марганец и др.), то применяют микроудобрения: медный купорос, пиритные огарки, борный суперфосфат, марганцевые шлаки и пр. Работы по осушению и освоению болот завершают посевом трав или других культур.

Землевание торфа. Отрицательные свойства торфяной почвы можно ослабить путем обогащения ее минеральными веществами – внесением в почву песка (пескование торфяной почвы) или глины (глинование).

Пескование и глинование улучшают торфяную почву, изменяют состав ее твердой фазы и водно-физические свойства: увеличивают объемную массу и плотность, уменьшают пористость и теплоемкость, повышают несущую способность и проходимость почвы. При высоких дозах внесения песка (глины) пахотный слой по своим свойствам приближается к минеральной почве легкого механического состава.

Доза внесения минеральных добавок – 300...500 м³/га и более (до 1000...1500 м³/га) в зависимости от степени разложения торфа. С ее уменьшением дозы увеличивают. Вносят песок (реже глину) преимущественно с помощью глубокой вспашки торфяников с подъемом на поверхность подстилающего торфа песка. Реже из-за высокой стоимости применяют завоз песка на торф и намыв его средствами гидромеханизации.

Контрольные вопросы

- 1. Что понимается под термином культуртехника?*
- 2. Основные технологии по удалению деревьев и кустарников, погребенной древесины, моха и кочек.*
- 3. Сжигание древесной массы: плюсы и минусы.*
- 4. Значение планировки поверхности в осушительной мелиорации.*
- 5. Глубина заделки кустарника в зависимости от породы и высоты.*
- 6. Какие виды работ включает первичное окультуривание осваиваемых болот?*
- 7. Значение прикатывания на торфяных почвах.*
- 8. Что понимается под технологией ускоренного окультуривания?*
- 9. Для чего и как проводятся землевание торфа?*
- 10. Виды культуртехнических работ, применяемых в зимнее время.*

ГЛАВА 16. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

16.1. Использование почвы в период окультуривания

Сельскохозяйственное использование осушаемых торфяников в период первоначального их окультуривания проводят с учетом особенностей и качества подготовки пахотного слоя.

Низинные болота чистые, незакустаренные, без погребенной древесины можно использовать в первый год освоения практически под все культуры, в крайнем случае, под менее требовательные культуры (рожь и др.) в первый год, с посевом всех других культур севооборота со второго года.

Низинные болота закустаренные, залесенные или с погребенной древесиной, а также чистые переходные болота следует использовать в первые два-три года под менее требовательные культуры (овсяно-гороховая смесь и др.) и лишь затем под все культуры севооборота.

После трех-четырёхлетнего периода первичного окультуривания и возделывания предварительных культур торфяной почвы можно использовать в системе севооборота, а также под культурные сенокосы и пастбища.

16.2. Севообороты и монокультура на торфяной почве

Торфяные почвы, особенно окультуренные и старопахотные (начиная с 6...10 года введения в культуру) целесообразно использовать преимущественно под сеяные злаковые травы (одно-двух-многокомпонентные).

Приоритет в использовании торфяных почв в нечерноземной зоне должен быть отдан луговодческому направлению.

Технология возделывания многолетних злаковых трав на осушаемых торфяных почвах должна включать:

- 1) первичную обработку почвы после осушения;
- 2) предпосевную обработку почвы с обязательным прикатыванием до и после посева трав;
- 3) систему удобрения (полное удобрение в оптимальных дозах, дробное внесение азота, а при высоких дозах и калия, медные и другие микроудобрения);
- 4) основную обработку почвы после различных предшественников;
- 5) посев трав только беспокровно во второй половине августа или в мае (в этом случае возможно использование трав уже в год посева);
- 6) уход за посевами (своевременное скашивание и уборку зеленой массы, подкормку каждого укоса азотом и калием);
- 7) перезалужение (при рациональном использовании один раз в 10...15 лет);

8) залужение вводимых в культуру вновь осваиваемых почв после их осушения и первичной обработки.

Преимущественно луговое направление в использовании торфяных почв соответствует свойствам и особенностям этих почв, позволяет получать в хозяйствах разнообразные корма – сено, сенаж, силос, травяную муку, зеленую массу. Высокий урожай трав (120...150 ц/га или 480...600 ц/га зеленой массы) возможен только при строгом соблюдении всех элементов технологии их возделывания.

На торфяных почвах с мощным торфом (более 2 м), а также на вновь осваиваемых почвах с более мелким торфом могут применяться полевые (по составу культур – травопольные, травосменные, зернопропашные, травопропашные), кормовые (прифермские и сенокосно-пастбищные), специальные (овощные и др.) севообороты.

Примерная схема полевого севооборота:

1. Травы 1-го года пользования (г.п.);
2. Травы 2-го г.п.;
3. Травы 3-го г.п.;
4. Картофель;
5. Кормовые и столовые корнеплоды (свекла, морковь), капуста;
6. Яровые зерновые (ячмень, овес);
7. Кукуруза на силос;
8. Однолетние травы, летний беспокровный или ранне-весенний беспокровный посев многолетних трав.

Примерные схемы кормовых севооборотов на торфяных почвах:

Первая: 1) Травы 1-го г.п.; 2) Травы 2-го г.п.; 3) Травы 3-го г.п.; 4) Травы 4-го г.п.; 5) Травы 5-го г.п.; 6) Озимая рожь на зерно и на зеленую массу после первого укоса трав 5 г.п.; 7) Картофель, кормовая свекла, кукуруза на силос; 8) Однолетние травы с летним посевом многолетних трав.

Вторая: 1) Однолетние травы и посев многолетних трав; 2) Травы 1-го г.п.; 3) Травы 2-го г.п.; 4) Травы 3-го г.п.; 5) Травы 4-го г.п.; 6) Травы 5-го г.п.; 7) Картофель; 8) Кукуруза на силос, подсолнечник на силос; 9) Кормовые корнеплоды.

Третья: 1) Горохо-вики-овсяная смесь на зеленый корм, силос и поукосный посев многолетних трав; 2)-7) Травы 1...6 годов пользования; 8) Озимая рожь; 9) Картофель, кукуруза на силос; 10) Кормовые корнеплоды.

В севооборотах, вводимых на вновь осваиваемых и окультуренных старопахотных торфяных почвах, надо включать не менее 2...3 полей многолетних трав, не допускать возделывания пропашных культур более трех лет подряд, не возделывать теплолюбивые культуры.

Хорошо осушаемые торфяные почвы вблизи ферм и животноводческих комплексов можно использовать в качестве пастбищ. При этом для формирования прочной дернины в состав травосмеси кроме верховых злаков включают мятлик луговой и клевер белый. Почвы с недостаточно отрегулированным водным режимом целесообразно отводить под культурные сенокосы.

Обработка старопахотных почв может ограничиваться многократным дискованием тяжелыми дисковыми боронами в разных направлениях.

В других случаях (первичная обработка и др.) проводятся фрезерование + вспашка + дискование или вспашка + дискование или одно фрезерование. В западной Сибири наилучшие условия для активизации микрофлоры в торфяной почве создает фрезерная обработка в сочетании с многократным дискованием, которым улучшается аэрация почвы.

Луговой период из-за снижения биологической активности почвы не должен превышать 3...5 лет.

Подготовка почвы под посев трав должна включать тщательную планировку поверхности планировщиками. Выровненное поле позволяет высококачественно проводить посев, предупреждает вымокание трав, обеспечивает проведение уборки урожая без потерь. После планировки вносят минеральные удобрения и заделывают их тяжелой дисковой бороной. Перед посевом почву тщательно прикатывают тяжелыми водоналивными катками.

Травосмеси готовят из нескольких компонентов трав, которые подбираются исходя из условий увлажнения, срока использования и назначения травостоя:

а) для сенокосов, возделываемых в севообороте (срок использования 4...5 лет) целесообразно включать наиболее быстро развивающиеся виды – тимофеевку луговую, овсяницу луговую, ежу сборную, клевер луговой;

б) при создании травостоев длительного пользования (вне севооборота) дополнительно включают более долговечные виды – кострец безостый и лисохвост луговой;

в) на слабоосушенных торфяных почвах в состав травосмеси должны входить влаговыносимые виды – двухкосточник или овсяница тростниковые, лисохвост луговой, полевица белая, клевер гибридный. Используют такой травостой на травяную муку, скашивая 3...4 раза за вегетацию.

Культурные пастбища на торфяных почвах обеспечивают высокую продуктивность в течение 10 и более лет, что не наблюдается на других типах почв. В первый год пользования первый укос лучше использовать на сено и только при образовании прочной дернины можно начинать выпас животных. Особенно опасно начинать стравливание травостоя при высокой влажности торфяников.

Пропашные культуры (картофель, кормовая свекла, морковь, турнепс, брюква, кукуруза и др.) более продуктивны на торфяных почвах по сравнению с многолетними травами и другими культурами сплошного сева. Однако, они способствуют (из-за интенсивной минерализации органического вещества) избыточному накоплению питательных элементов в почве в подвижной форме и их потере с дренажными и грунтовыми водами, ухудшают водно-физические и агрохимические свойства торфяных почв и снижают их эффективное «долголетие», плохо борются с сорняками и вредителями, приводят к распылению верхнего слоя почвы, увеличивают сработку торфа.

Возделывание зерновых культур в первые 3...5 лет освоения торфяных почв нежелательно из-за возможности полегания растений, неравномерности созревания зерна, его невыполненности (щуплости), повреждения болезнями, вредителями, сильной засоренности и в результате – низкого урожая зерна плохого качества.

В последующие годы (на 6...10-й после осушения и введения в культуру) в структуре зерновых культур должны преобладать озимая рожь и ячмень. Однако и на старопахотных почвах доля многолетних трав в структуре посевных площадей в южных регионах должна составлять 60...70 процентов.

Торфяные почвы нельзя включать в состав севооборотов, вводимых на минеральных почвах, из-за различия в водно-физических и агрохимических свойствах. При сельскохозяйственном освоении и использовании торфяных почв, исходя из их особенностей, руководствуются следующими положениями:

- 1) черный пар на торфяниках не нужен, а иногда даже вреден, так как при нем создаются условия для разложения торфа и накопления избыточного нитратного азота;
- 2) бессменные посеы пропашных культур не допускаются, так как при этом усиливаются минерализация торфа, его распыление, засорение почвы сорняками и заражение грибковыми бактериальными болезнями растений, непроизводительно расходуется нитратный азот.

Выбор типа сельскохозяйственного использования зависит от направления хозяйств с учетом естественного плодородия почв. Вопросы обработки, удобрений и защиты растений от сорняков, болезней и вредителей в данной книге не рассматриваются, рекомендуется использовать книгу «Руководство по длительному сельскохозяйственному использованию осушаемых торфяных почв».

16.3. Выращивание клюквы и голубики

Мелиорация болот позволяет получать высокие урожаи типично болотных и лесных культур, которые постепенно входят в сельскохозяйственное производство. Имеются в виду, прежде всего, ягоды: клюква, голубика, морошка. Опыт искусственного разведения клюквы в нашей стране насчитывает почти полвека, опытные плантации клюквы в разные годы создавались в ряде центральных областей России, в Карелии, Белоруссии. Выращиванием клюквы на искусственных плантациях в США занимаются около двухсот лет, ведется успешно работа по селекции крупноплодной клюквы, по технологии мелиорации и выращивания, уборке и переработке ягод.

Надо сказать, что клюква – весьма требовательное к условиям внешней среды растение. Для нее необходимы периодические затопления и уровень грунтовых вод 0,3...0,4 м. Клюквенники не любят холодной дождливой погоды в период цветения и формирования ягод, резкого повышения летних температур и пересыхания болот, страдают от сорняков, вредителей, болезней и особенно от поздних весенних заморозков, последствия которых сказываются на урожае в течение нескольких последующих лет.

Для выращивания клюквы пригодны выработанные торфяники с небольшим слоем торфа и супесчаные почвы. На искусственных плантациях клюквы применяют осушительно-увлажнительную сеть, обеспечивающую в необходимое время понижение уровней грунтовых вод на глубину до 50...80 см и затопление поверхности слоем воды в 30 см.

Посередине участка с ровным рельефом создают осушительно-увлажнительный магистральный канал глубиной до 1 м, от которого проводят каналы глубиной 60...90 см, разбивающие участок на отдельные карты площадью до 1 га (рис. 68). На магистральном канале устраивают шлюзы, при необходимости делают русловый шлюз на реке.

Каждый участок ограничивают дамбами, обеспечивающими затопление плантации. Для дамб используют снятый моховой очес, фашины и другие местные материалы. Накоплен производственный опыт применения закрытого дренажа для осушения и затопления плантаций в сочетании с дождеванием. Поверхность торфа на плантациях клюквы посыпают песком слоем до 7,5 см для улучшения аэрации, подавления сорняков и уменьшения испарения. Подсыпку песка слоем 0,6...2,5 см повторяют через один - четыре года.

Таким образом, плантации клюквы размещают на своеобразных осушительно-увлажнительных системах польдерного типа. При их использовании применяют помимо пескования торфа, гербициды, пестициды, удобрения. Плантации плодоносят до 60...100 лет.

Экономическая эффективность выращивания клюквы чрезвычайно высока. По опытным данным, доход за один - три года покрывает все затраты на мелиорацию, устройство ягодных плантаций и выращивание клюквы.

Примерно та же технология мелиорации используется при выращивании голубики и морошки.

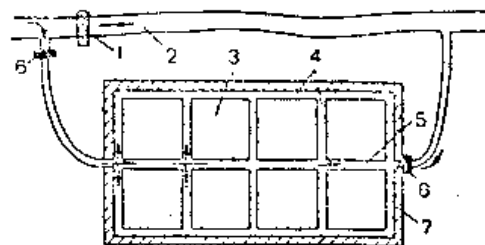


Рис. 68. Схема осушительно-увлажнительной сети на плантации клюквы: 1 – русловый шлюз; 2 – водосточник; 3 – отдельный участок (карта); 4 – осушительные каналы; 5 – магистральный канал; 6 – шлюзы-регуляторы; 7 – дамбы (по А.Ф. Горбуну и др., 1981)

16.4. Эксплуатация мелиоративной системы

Основными видами мероприятий по технической эксплуатации осушительных систем являются: надзор, уход и ремонт (текущий, капитальный, аварийный), а также регулирование водного режима корнеобитаемого слоя на осушительно-увлажнительных системах.

Надзор за осушительными системами включает:

- контроль за соблюдением правил пользования отдельными элементами системы и охрана их от повреждений и разрушений;
- наблюдения за работой системы и выявление причин, вызывающих разрушения или нарушение работы ее отдельных элементов;
- выявление мест возможного возникновения аварий;
- проведение гидрометрических работ, наблюдения за состоянием осушаемых земель.

Уход за осушительными системами состоит в проведении мероприятий, обеспечивающих поддержание системы в рабочем состоянии. Он включает:

- удаление из водоприемников и каналов случайно попавших предметов, затрудняющих свободное течение воды;
- скашивание травяной растительности на откосах и бермах каналов, защитных валов, дорожных насыпей и кюветов;
- очистка от мусора и посторонних предметов водосбросных воронок, труб-переездов, отверстий мостов, смотровых колодцев, фильтров-поглотителей, дренажных устьев и других гидротехнических сооружений;
- предохранение водохранилищ от заиления;
- подготовка сооружений к пропуску весеннего половодья и летне-осенних паводков и консервация сооружений на зиму;
- исправление знаков береговой обстановки и мелких повреждений на каналах и сооружениях.

Эксплуатационные организации совместно с землепользователями обязаны контролировать соблюдение правил эксплуатации мелиоративных систем и противопожарных мероприятий на осушаемых торфяниках, состояние источников противопожарного водоснабжения и принимать меры по тушению возникших очагов пожаров.

На осушительных системах категорически запрещается:

- переезжать через каналы и дамбы на автомашинах, тракторах и других транспортных средствах в местах, не предназначенных для этих целей;
- распахивать бермы каналов; разрешается пахать от бровок каналов и подошв дамб (валов) не ближе, чем установлено законодательством;

- пасти скот на откосах и бермах каналов, рек-водоприемников и на откосах дамб;
- повреждать и разрушать русла каналов, защитные валы, дороги, гидротехнические сооружения и другие элементы гидромелиоративных систем;
- устраивать на каналах и реках-водоприемниках перегораживающие сооружения (заколы, язы, завалы и пр.) и сбрасывать в них неочищенные сточные воды без разрешения органов водного хозяйства.

Для предупреждения пожаров на торфяниках:

- запрещается разводить костры, сжигать растительность, заправлять сельскохозяйственную технику горючим, курить вне специально оборудованных мест;
- трактора, автомобили и другая техника должны быть оборудованы искроуловителями;
- насосные станции должны быть оснащены огнетушителями;
- в хозяйствах-землепользователях должна быть организована противопожарная охрана.

Эксплуатационная планировка. При сельскохозяйственном использовании торфяных почв продолжается начатая при осушении осадка торфа, которая зависит, как показано выше, от глубины понижения уровней грунтовых вод, а также от исходной мощности торфяной залежи: чем мощнее торф, тем больше его осадка. В результате в процессе сельскохозяйственного использования поверхность торфяника из ровной превращается в бугристо-западинную. С годами по мере осадки и сработки торфа рельеф торфяной почвы приближается к рельефу минерального дна болота, то есть того рельефа, который был до начала образования болота.

Испещренная бессточными и слабопроточными понижениями с застоем в них воды и не выдержанными нормами осушения торфяная почва снижает урожайность и становится малопригодной для использования в земледелии. Чтобы этого не происходило, должна проводиться эксплуатационная планировка поверхности с засыпкой ям и других понижений торфом, срезанным с повышенных мест. Эксплуатационная планировка проводится, прежде всего, при первичном освоении торфяной почвы (первые 2...5 лет после осушения) и периодически по мере необходимости в процессе ее сельскохозяйственного использования.

16.5. Экономическая эффективность мелиорации болот

Осушительная мелиорация позволяет ввести в сельскохозяйственный оборот ранее не использованные болота и повысить эффективность использования существующих, ранее осушаемых сельскохозяйственных угодий.

Осушение земель – дело выгодное. Затраты окупаются в основном за 3...12 лет. С осушением открываются перспективы для дальнейшего повышения продуктивности земель.

Примером высокой эффективности современных осушительных работ являются социально-экономические преобразования в Белорусском Полесье. Здесь за 15 лет было осушено более 1 млн. га болот и заболоченных земель. С мелиорированных земель Полесья получают 60% валового сбора многолетних трав и сахарной свеклы, около 40% зерновых и картофеля от всей продукции сельского хозяйства республики.

На мелиорированных землях были отстроены новые поселки (агрогородка), построены дороги, сооружены водохранилища для орошения, рыбного хозяйства и рекреации. Непроходимые белорусские болота преобразованы в плодородные нивы, отсталый болотистый район превращен в цветущий край. После осушения болот в Полесье стало производиться в пять раз больше сельскохозяйственной продукции.

Осушительные мелиорации – основа дальнейшего увеличения продуктов животноводства во многих районах, расширения посевов сои и риса на Дальнем Востоке, выращивания овощей, технических культур, цикория, картофеля в центральной нечерноземной зоне, расширения площади лугов и пастбищ для животноводства повсеместно в Европейской части России, Сибири.

Осушительные и осушительно-увлажнительные системы на тысячах гектаров болот в пойме реки Яхромы (Московская область) позволили превратить ее в продуктивный район для обеспечения Москвы овощной продукцией. Болотный массив «Красава» в Пермской области, многие хозяйства Мещерской низменности (Рязанская и Владимирская области), Карелии и других регионов используются поныне с высокой эффективностью.

Экономическую эффективность осушения болот целесообразно определять по следующим показателям:

1) *отдача капитальных вложений* – срок окупаемости капиталовложений, налоговый и чистый доход на единицу капитальных вложений основных и оборотных производственных фондов;

2) *эффективность использования земли* – выход валовой и товарной продукции, валового и чистого дохода с единицы используемой площади, урожайность основных сельскохозяйственных культур;

3) *производительность живого труда* – выход валовой продукции и валового дохода на одного среднегодового работника и на 100 отработанных человеко-дней, затраты труда в человеко-днях на производство одного центнера важнейших видов продукции;

4) *эффективность производственных затрат* – выход валовой продукции, валового и чистого дохода на единицу (руб.) производственных затрат, себестоимость важнейших видов продукции.

При оценке эффективности использования болот целесообразно проводить сравнение результатов их сельскохозяйственного освоения с различными направлениями, в том числе использованием торфа на топливо и в других целях. Наиболее объективно эту эффективность оценивать по выходу продуктивной фитомассы и заключенной в ней энергии, так как основу всех направлений использования составляет сжигание торфа: либо быстрое в виде топлива, либо замедленное, биохимическое, когда торфяная залежь используется в качестве почвы.

В среднем на лесных болотах низинного типа годичный прирост растительной массы составляет около 60 ц/га сухого вещества, на безлесных он в 1,5...2 раза меньше. Расчеты показывают, что при использовании осушаемых торфяных почв для возделывания сельскохозяйственных культур взамен использованной энергии торфа создается новая энергия, заключенная в фитомассе и в 2...7 раз превышающая энергию торфа.

16.6. Реконструкция мелиоративных систем

Под словом реконструкция понимается полное или частичное переустройство действующих мелиоративных систем. Необходимость реконструкции обуславливается следующими причинами:

а. физическое старение основных элементов системы в связи с износом и превышением срока службы или нарушением правил технической эксплуатации, приведшим к нецелесообразности проведения капитального ремонта;

б. моральное старение системы, не обеспечивающей ведение сельского хозяйства на современном уровне, связанное с изменениями интенсивности использования почвы под новыми культурами, несоответствием системы новым требованиям по охране природы и др.

Реконструкции подлежат осушительная и увлажнительная регулирующая сеть (дрены, трубопроводы, скважины вертикального дренажа), гидротехнические сооружения. Она включает также работы по окультуриванию земель (планировка, известкование, внесение удобрений и т.п.). В этом случае ее называют комплексной реконструкцией.

Реконструкцию, как и новое строительство, проводят по проекту, который составляют по материалам обследования и изысканий. Целесообразность реконструкции и очередность ее проведения обосновывают технико-экономическими расчетами с определением ее эффективности и рентабельности использования средств.

Контрольные вопросы

1. Под какие культуры используют торфяные почвы в период их окультуривания?
2. Основные требования к севооборотам на торфяных почвах.
3. Приведите примеры кормовых севооборотов для торфяных почв.
4. Задачи обработки старопахотных торфяных почв.
5. Почему многолетние травы, луга и пастбища считаются наиболее ценными при использовании торфяных почв?
7. Расчет доз минеральных удобрений.
8. Ваше отношение к чёрному пару на торфяных почвах?
9. Какие виды деятельности включают надзор и уход за мелиоративными системами?
10. Для чего нужна эксплуатационная планировка поверхности торфяных почв?
11. Что можете рассказать об экологической эффективности мелиорации болот?
12. Что понимают под реконструкцией мелиоративной системы?

Литература

1. Бабинов Б.В. Создание высокопродуктивных быстрорастущих лесных культур// Проблемы комплексного использования и мелиорации земель на водосборе. Сборник. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2002. – С. 34-35.
2. Емельянова И.М., Преображенский К.И. Окультуривание мелиорируемых земель в Нечерноземной зоне. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 237 с.
3. Ефимов В.Н. Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
4. Кизяев Б.М., Маммаев З.М. Культуртехнические мелиорации: технологии и машины. – М.: Экост, 2003. – 400 с.
5. Кузьмин Г.Ф. Торфяные ресурсы Северо-Запада России и их использование. – СПб НИИТП, 1997.
6. Мелиоративное земледелие /Под ред. А.И. Голованова. – М.:Агропромиздат, 1986.– 328с.
7. Моторин А.С. Плодородие торфяных почв Западной Сибири. – Новосибирск: ТГСХА, 1999. – 283 с.
8. Преображенский К.И. Культуртехнические работы на закустаренных землях Нечерноземной зоны РСФСР. – Л.: Колос, 1983. – 119 с.
9. Руководство по длительному сельскохозяйственному использованию осушаемых торфяных почв Нечерноземной зоны Российской Федерации / Б.С. Маслов, А.В. Колганов, В.А. Шаманаев и др. – М.: РАСХН. 1999. – 96 с.
10. Стариков Х.Н. Культуртехнические работы в хозяйстве.– М.: Колос, 1988. – 75 с.
11. Торф, торфяные почвы, удобрения / Н.Г. Ковалев, А.И. Поздняков и др. – М.: ВНИИМЗ, 1998. – 240 с.
12. Торфяные ресурсы Томской области и их использование / Л.И. Инишева, В.С. Архипов, С.Г. Маслов, Л.С. Михантьева. – Новосибирск: 1985. – 88 с.
13. Шаманаев В.А. Окультуривание мелиорированных почв: Учебное пособие. – Смоленск: ССХИ, 2004. – 186 с.
14. Шаманаев В.А., Вьюгин С.М. Культуртехнические мелиорации: Учебное пособие. – Смоленск: ССХИ, 2003. – 104 с.

«В природе все хорошо устроено, надо только уметь рационально ею пользоваться – способствовать полному проявлению ее сил и средств»

А.И. Фалевич, 1860

«Потребность, виды, последовательность мелиораций ландшафтов вытекают из специфики местных физико-географических условий, из биологических законов растениводства, региональных систем земледелия и экономических возможностей хозяйств»

К.Н. Дьяконов, 2002

Часть IV

ОХРАНА ПРИРОДЫ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ БОЛОТ

Глава 15. Основные задачи охраны природы при

мелиорации болот

Глава 16. Охрана здоровья человека и социальные

мероприятия

Глава 17. Продление долговечности торфяной

почвы и восстановление болот

ГЛАВА 17. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ ПРИ МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

В современных условиях особое значение приобретает учет возможных последствий мелиоративно-хозяйственной деятельности на окружающую среду. **В каждом проекте мелиорации разрабатывается раздел «охрана природы»**, в котором по данным инженерно-экологических изысканий анализируется состояние экосистем до и после мелиорации, предусматриваются необходимые природоохранные мероприятия и дается прогноз возможных изменений экологической обстановки после реализации проекта.

17.1. Общие положения

При проведении мелиоративных работ на больших площадях изменяется природная обстановка не только в пределах объектов мелиорации (ради этих изменений ее и проводят), но и на смежных территориях, занятых лесами, полями, лугами, озерами, реками. Главная задача при этом – недопущение и предотвращение возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду. Необходимо соблюдать следующие основные требования:

- 1) размещать мелиоративные системы и сооружения с учетом экологической значимости природных объектов осваиваемого района;
- 2) повторно использовать дренажные воды;
- 3) создавать специальные инженерные сооружения или устройства и проводить необходимые мероприятия (противоэрозионные, лесозащитные, рыбозащитные, переходы для животных через каналы и проходящие по поверхности трубопроводы) с учетом технологии сельскохозяйственного производства;
- 4) сброс вод с мелиоративных систем должен проводиться в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения.

Состав природоохранных мероприятий зависит от природных условий и размера объекта осушительной мелиорации. Приведенные ниже требования относятся к крупным болотам и массовому осушению болот на водосборе.

В соответствии с рекомендациями по экологическому сопровождению инвестиционно-строительных проектов, утвержденными Госстроем России в 1998 г., в проекте необходимо оценивать воздействие осушительной системы на следующие компоненты геосистемы: атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, земли, недра, растительность, животный мир, а также на социально-экономические условия. По результатам такой оценки должны быть предусмотрены меры по недопущению или миними-

зации возможных негативных влияний осушения, освоения и использования осушаемых земель на окружающую среду.

Природные объекты (воздух, земля и др.), подлежащие защите, должны устанавливаться на основании: зоогеографической, охотохозяйственной, геоботанической, почвенной, лесохозяйственной, гидрогеологической характеристик места расположения осушительной системы и прилегающих территорий, а также сведений о санитарно-эпидемиологической обстановке и данных об особо охраняемых видах флоры и фауны, о памятниках природы и заповедниках, находящихся в зоне влияния осушительной системы.

17.2. Зоны влияния осушительной системы

Для проектирования природоохранных сооружений и мероприятий должна быть установлена зона влияния осушительной системы на режим поверхностного стока, уровни подземных вод, продуктивность биоценозов, гидрохимический режим водоприемника, флору, фауну и другие компоненты природной системы в зависимости от метеорологических, гидрогеологических и других условий. Понижение уровней грунтовых вод на болоте вызывает изменение того же знака, но меньшей интенсивности глубины грунтовых вод на соседних землях, причем это явление может быть положительным (если эти земли заболочены), отрицательным (на землях с благоприятным для растительности водным режимом) и нейтральным (при исходном глубоком залегании уровней грунтовых вод).

Ориентировочные значения зоны влияния осушительной системы, обоснованные массовыми наблюдениями на осушаемых болотах при понижении уровней подземных вод в пределах нормы осушения, составляют в зависимости от грунтов на прилегающей территории: глина, тяжелый и средний суглинок – 50...500 м, супесь, заиленный песок – 500...1200 м, песок до 3000 м.

При анализе водного режима и его влияния на фитоценозы различают гидрогеологическую и биологическую дальность влияния осушительной системы. Выделяется также зона влияния объекта мелиорации на атмосферный воздух, которая определяется как территория, где суммарное загрязнение атмосферы от всей совокупности источников загрязнений, в том числе и неорганизованных, превышает 0,05 ПДК загрязняющих веществ. Зоны влияния должны определяться по каждому вредному веществу или комбинации веществ с суммирующим вредным воздействием отдельно.

17.3. Охрана земель и почв

Проект мелиорации должен обеспечивать максимально возможный коэффициент земельного использования с минимальным изъятием плодо-

родных земель под каналы, дороги, линии электропередач, гидротехнические и другие сооружения.

В проекте предусматривают меры по предотвращению обнажения и выхода на поверхность малопродуктивных подпочвенных горизонтов, ухудшения водно-физических и агрохимических свойств почвогрунтов, развития эрозионных процессов, возникновения пестроты почвенного покрова.

При планировке поверхности земли необходимо обеспечить сохранение гумусового слоя почвы и повышение его плодородия, сохранение органического вещества торфа на длительный срок за счет применения научно-обоснованных систем удобрений, обработки почвы и севооборотов.

В целях сохранения и повышения плодородия почв на осушаемых территориях, необходимо:

1) принимать глубину дрен после осадки торфа не более 1,4 м, коллекторов – 1,7, нагорных каналов – 1,3, ловчих дрен – 2, магистральных каналов – 2,2 и выправляемых рек-водоприемников – 2,5 м. Необходимость применения глубин больше указанных должна быть экономически и экологически обоснована;

2) в полевых и кормовых севооборотах на торфяных почвах под многолетними травами должно быть занято не менее 50% площади;

3) при осушении болот предусматривать противопожарные мероприятия;

4) песчаные низкопродуктивные земли, расположенные в границах объектов осушения, использовать под залесение;

5) земли из-под торфоразработок после рекультивации использовать в сельскохозяйственном производстве, для рыборазведения, лесопосадок и пр.

Противоэрозионные мероприятия включают в себя: мелиоративное торфование склонов и почв с целью увеличения запасов органического вещества, улучшение водно-физических свойств, повышения интенсивности впитывания воды в почву; снегозадержание; мульчирование поверхности соломой на полях с уклоном до 2°; регулирование снеготаяния (полосное уплотнение снега гладкими катками), залужение водопроводящих ложбин и промоин.

17.4. Охрана вод

Охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения должна базироваться на оценке влияния осушительных систем на водность рек, гидрологический режим, запасы подземных вод и рыбное хозяйство. Принимаемые решения должны обеспечивать экономное расходование водных ресурсов, снижение потерь воды при ее транспортировке, повтор-

ное использование дренажных вод, применение безводных и маловодных технологических процессов (водооборотные системы увлажнения).

Для перехвата и очистки сбросных вод от взвешенных частиц и влечкомых наносов при строительстве и ремонтно-эксплуатационных работах в устьевых частях магистральных каналов и крупных транспортирующих собирателей иногда целесообразно устраивать постоянные или временные отстойники, рассчитанные на осаждение частиц диаметром более 0,04 мм.

В проекте, предусматривающем регулирование и одамбование реки, противопаводковые и другие сооружения, следует рассматривать водный режим паводка ниже осушительной системы с тем, чтобы предусматривать необходимые меры по недопущению дополнительного затопления земель и ухудшения экологического состояния. Установлено, что при осушении болот речной сток изменяется во времени: как правило, повышаются расходы рек в паводки и увеличивается (что очень важно!) летний сток. В проекте должен быть выполнен расчет влияния осушения на речной сток (расходы и уровни), если площадь осушаемых земель превышает 30% от площади водосборного бассейна.

Для охраны водных ресурсов от загрязнения и истощения предусматривают водоохранные зоны и полосы вдоль рек и каналов.

Регулирование рек-водоприемников не рекомендуется при ширине поймы менее 300 м, а также около городов и населенных пунктов; уникальные озера и отдельные родники оставляют как памятники природы в естественном состоянии. При сооружении водохранилищ не допускается затопление их ложа без удаления древесины и торфа.

17.5. Охрана воздуха, флоры и фауны

Охрана воздушного бассейна. Осушительные мероприятия не должны непосредственно или через агроиндустриальные процессы вызывать загрязнение воздуха или создавать парниковый эффект CO₂, CH₄, NO и др.

В проекте должны быть предусмотрены в случае необходимости мероприятия по защите воздушного бассейна от:

- 1) неприятных запахов (животноводческие комплексы);
- 2) ингредиентной нагрузки (продукты сгорания топлива, минерализации торфа, поступление в атмосферу химических мелиорантов, удобрений и дефляции почвы);
- 3) параметрической нагрузки (шумовая от мелиоративной техники, насосных станций, заводов ЖБИ и т.п.);
- 4) электромагнитной нагрузки от линий электропередач, агрегатов насосных станций и др.;
- 5) тепловой и биоценотической нагрузки (фактор беспокойства для животных и человека).

Предусматриваемые в проекте мероприятия по борьбе с пожарами на торфяных почвах должны обеспечивать охрану воздуха от задымления на объекте мелиорации и окружающей территории.

Охрана растительности. Мероприятия по охране растительности в составе проекта осушительной системы должны разрабатываться в целях охраны редких видов и их сообществ, охраны хозяйственно ценных видов растительности на прилегающих к мелиоративным системам землях; рационального использования ресурсов растительного сырья.

Главным принципом организации территории должно быть сохранение мест обитания представителей растительности, занесенных в Красную книгу или резко сокращающихся. На территориях с высокой степенью сосредоточения редких и исчезающих видов растений, а также ценных технических и лекарственных биоценозов в проектах мелиорации земель необходимо обеспечивать сохранение в целом природного комплекса.

В проекте мелиорации должны быть предусмотрены мероприятия по улучшению и сохранению мест эстетического и научного характера, реликтовых, исторических и региональных достопримечательностей, минеральных и палеонтологических ресурсов.

Мелиорация не должна оказывать негативного влияния на флору прилегающих к мелиоративной системе территорий, которые могут быть заняты лугами, полями, лесами, болотами, заповедниками и т.п.

При осушительной мелиорации необходимо сохранять представляющие хозяйственное (пищевое) значение местообитания клюквы, морошки, брусники и других дикоросов, а также уголья с лекарственными, редкими и исчезающими видами растений.

В качестве мер, направленных на сохранение естественных видов и биологического разнообразия на мелиоративно осваиваемых и освоенных болотах, в проекте должны предусматриваться:

1) выявление и охрана сохранившихся участков естественных наземных и водных экосистем на мелиорируемых территориях;

2) создание природных резерваций в местностях, урочищах, подурочищах, непригодных и малопригодных для ведения земледелия или трудно поддающихся мелиорации;

3) расширение буферных зон между рабочими участками крупных гидромелиоративных систем с залужением земель и созданием насаждений из лесных и плодовых культур;

4) ввод в сельскохозяйственное производство фитосанитарного надзора за бросовыми и запущенными землями, которые могут стать очагами развития и распространения вредителей и болезней растений;

5) охрана существующих заказных и заповедных территорий;

6) расширение сети особо охраняемых природных территорий, включая резерваты, микрозаповедники и микрозаказники, с созданием на этой

основе природоохранного «экологического каркаса» мелиорируемых территорий;

7) максимальная биологизация растениеводства со значительным сокращением химических средств защиты растений;

8) повышение культуры ведения агропромышленного производства особенно в поймах рек и озер.

При осушении территорий вблизи заповедников и заказников в проектах необходимо оценивать влияние мелиоративных мероприятий на них и результаты согласовывать с заинтересованными организациями.

Охрана животных. В проекте мелиорации болот должны быть предусмотрены меры по предотвращению или минимизации (до допустимого уровня) воздействия мелиоративного объекта на фауну (включая ихтиофауну) при сведении кустарников и леса, осушении болот, изменении условий поверхностного стока и гидрологического режима водного объекта; нарушения путей миграции животных и уменьшения их кормовой базы, нарушения условий обитания и миграции ихтиофауны, изменения фаунистического состава животного мира и среды его обитания, количества и состава популяции (в первую очередь – редких и исчезающих видов) путем улучшения условий местообитания, устройства водоемов, создания переходов через каналы на путях миграции и др.

Реализация проекта не должна вести к нежелательному нарушению зоологического баланса (насекомые, грызуны, птицы и другие животные) на мелиорируемой и прилегающей территории в результате улучшения условий питания и размножения одних видов и экстремальных условий (болезни) для других видов. Сохранение природных условий должно предусматриваться для всех видов животных, обитающих на прилегающей территории.

На используемых в мелиорации водных источниках, представляющих интерес для рыбного хозяйства, должны быть предусмотрены мероприятия по сохранению ихтиофауны, включающие охрану нерестилищ, зимовальных ям, путей миграции рыбы, предупреждение загрязнения вод. Должен быть выполнен эколого-экономический анализ вариантов рыбоохранных мероприятий.

Для сохранения и улучшения условий обитания охотничьих животных должны оставаться, по возможности в естественном состоянии, элементы их местообитания и созданы новые в основном на границах мелиорируемых земель или по границам микроводосборов.

При возможном ущербе, наносимом охотничьим ресурсам, должны быть назначены компенсационные мероприятия: строительство водоемов, создание заводей на открытых магистральных каналах в виде углубленных расширений в местах их сопряжения, строительство островов на водоемах, сохранение естественных и создание искусственных водоемов. В целях сохранения и увеличения численности животных, в проектах необходимо:

- 1) предусматривать рыбозащитные устройства на насосных станциях;
- 2) согласовывать с органами охотхозяйства и другими заинтересованными организациями мелиоративные мероприятия в местах обитания водоплавающих птиц, пушного зверя и рыбы;
- 3) не осушать болота и заболоченные массивы, по водотокам которых имеются массовые бобровые поселения, переселение которых по каким-либо соображениям невозможно;
- 4) предусматривать в случае сохранения бобровых поселений защитные лесные полосы с посадкой в них ивы, ольхи, осины и других пород, являющихся природными кормами для бобров. В случае переселений новые места обитания и сопутствующие мероприятия согласовываются с охотхозяйствами;
- 5) предусматривать для водопоя животных и выхода попавших в магистральные каналы животных уполуженные участки через каждые 800 м;
- 6) не допускать уничтожение древесно-кустарниковой растительности химическими способами в местах массового обитания животных.

Для сохранения и улучшения существовавшего ландшафта место истока реки, начинающейся в болотном массиве, должно быть сохранено созданием экологической ниши или микрозаповедника. Берега реки и сама река не должны подвергаться существенным изменениям, песчаные бугры и холмы должны быть заняты лесной растительностью; на крупном объекте должны быть одна или несколько широких (50...70 м) лесных полос, служащих экологическими нишами для диких животных.

17.6. Охрана ландшафта и недр

При проектировании мелиорации с позиций ландшафта и экологии должен рассматриваться весь водосборный бассейн реки, речки или озера, в пределах которого расположен объект мелиорации. Только на этой основе может быть определено оптимальное соотношение площадей, занятых различными угодьями, размещение сооружений и установлено их взаимовлияние на экосистему.

В проекте мелиоративного строительства должно быть предусмотрено сохранение следующих природных элементов:

- 1) парков и парковых лесов;
- 2) отдельных торфяных болот, имеющих водоохранное, научное и рекреационное значение, богатых клюквой, морошкой и другими дикоросами, охотничьей дичью;
- 3) водотоков и водоемов вместе с прибрежными водоохранными полосами (если водоем содержит сапропелевые отложения, пригодные для использования в сельском хозяйстве, то по нему принимается отдельное решение);
- 4) выходы ключей и источников питьевой воды и минеральных вод.

При проектировании мелиоративных объектов предусматривают: выделение рекреационных зон; мероприятия по водообеспечению территорий с учетом требований рекреации; охрану природных ландшафтов на рекреационных территориях.

При мелиорации должны быть предусмотрены меры по предотвращению образования новых оврагов и мелиорации ранее образовавшихся в пределах мелиоративной системы. Вершины оврагов и отвершков, а также тальвеговых каналов должны быть закреплены при осушении земель, а для отвода поверхностного стока предусмотрены воронки-водовыпуски, предотвращающие концентрацию поверхностного стока и препятствующие оврагообразованию.

Для улучшения ландшафтов предусматривают правильное соотношение и расположение полей среди естественных компонентов ландшафта – лесов, рек, озер и болот, а также дорог и населенных пунктов. При этом сохраняют леса с ценными породами деревьев, водоемы, родники.

Обязательно сохраняют природные и архитектурные объекты – водопады, отдельные валуны, вековые деревья, городища, памятные места, связанные с деятельностью выдающихся государственных деятелей, ученых, писателей, художников и др. Помимо этого, при размещении каналов и сооружений предусматривают меры по повышению эстетической привлекательности сельских ландшафтов. При мелиорации земель, прилегающих к природоохранным объектам, национальным паркам без выделенных охраняемых зон, необходимо размещать осушительные каналы и дренаж на расстоянии, обеспечивающем сохранение в них естественного водного режима. Минимальная ширина защитной зоны определяется расчетами и составляет 200...350 м.

Контрольные вопросы

- 1. Назовите основные составляющие раздела по охране природы в проекте мелиорации.*
- 2. Как определяется зона влияния осушительной системы?*
- 3. Основные требования и мероприятия по охране почвы.*
- 4. Меры по охране вод при осушении болот.*
- 5. Мероприятия по охране воздушного бассейна.*
- 6. Что понимается под термином биоразнообразие?*
- 7. Меры по охране растительности и животного мира.*
- 8. Какие вопросы рассматриваются в разделе по охране ландшафта и недр?*

ГЛАВА 18. ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И СОЦИАЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

18.1. Охрана здоровья

В соответствии с действующими строительными требованиями в каждом проекте разрабатываются меры по обеспечению безопасности и здоровья людей при строительстве и эксплуатации мелиоративных систем. Соблюдение правил техники безопасности при выполнении строительных работ и использовании торфяных почв – это минимальное требование.

При освоении крупных болотных массивов в проекте прорабатываются вопросы обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий для жизни и здоровья людей. Прежде всего анализируется эпидемическая обстановка с выявлением природных очагов болезней. Выполняется анализ возможных путей распространения болезней (туляремия, малярия, дифиллоботриоз, энцефалит и др.) по расширенному под влиянием мелиорации водному пути, включающему осушительные и оросительные каналы, водоемы, водосборно-сбросную сеть, затапливаемые угодья. По результатам анализа предусматриваются меры по предотвращению этих болезней.

Для защиты населения от болезней, распространяемых через промежуточных хозяев, паразитирующих в воде (грызуны, птицы, рыба, домашние животные и др.), предусматриваются мероприятия по предотвращению этих болезней, включая меры по пресечению встреч населения и домашнего скота с разносчиками паразитарных болезней.

Для контроля и уменьшения заболеваний населения предусматриваются экологические ограничения и методы контроля болезней. Экологические мероприятия должны быть направлены на ликвидацию мест выплода и размножения распространителей болезней, очистку и удаление от них мест пребывания людей.

Из мелиоративной системы исключаются территории, занятые кладбищами и скотомогильниками, независимо от срока их ликвидации. Их отделяют от используемых земель неглубокими каналами. Во избежание выноса спор сибирской язвы и других болезней не допускается подъем и чрезмерное понижение уровней грунтовых вод на этой территории. В проекте обосновываются также мероприятия по снижению риска для населения от патогенов и токсических веществ, содержащихся в почве и воде, которые могут накапливаться в продуктах земледелия и оказывать при отсутствии предохранительных мер негативное влияние на здоровье людей.

Поэтому в современные проекты мелиорации включаются вопросы создания или развития службы здоровья, отвечающей за вакцинацию населения, санитарные обработки, обучению людей здоровому образу жизни.

В проекте решаются вопросы обеспечения населения питьевой водой, отвечающей требованиям стандартов. Системы водоснабжения, канализационные и сбросные воды, во избежание загрязнения и для обеспечения здоровых условий жизни людей, должны находиться под санитарным контролем, также как и обеспечение населения продовольствием.

Токсичные отходы производства и строительства подвергаются обезвреживанию и складированию на специальных накопителях (полигоны, склады), безопасность которых на окружающую среду определяется по объектам-аналогам.

18.2. Социальные вопросы при мелиорации

В проекте мелиорации болот рассматриваются следующие социально-экономические аграрные проблемы:

1) получение гарантированного объема сельскохозяйственной продукции и снижение экономических рисков, связанных с неустойчивым производством в неблагоприятные по погодным условиям годы;

2) повышение плодородия почвы и отдачи мелиорированных земель за счет эффективного использования мелиорации, органических и минеральных удобрений, природно-ресурсного потенциала территорий;

3) создание новых рабочих мест и профессий для сельского населения в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции, расширение налогооблагаемой базы в производстве;

4) обустройство населенных пунктов и агроландшафтов с обеспечением улучшения окружающей среды для населения сельских районов;

5) улучшение условий жизнедеятельности населения на приусадебных участках;

6) создание благоприятных условий для укрепления финансового положения товаропроизводителей, образования фондов воспроизводства и технического оснащения на основе принципа динамического баланса интересов государства, хозяйств и крестьян.

Для реализации проекта решаются вопросы обеспечения строительства и эксплуатации постоянными и временными (сезонными) рабочими, жильем с соответствующей инфраструктурой, необходимости переселения людей, инженерного обустройства территории (водопровод, канализация).

Создание мелиоративной системы вносит существенные демографические изменения в пределах объекта и на прилегающей территории и может оказать воздействие на социальный статус общества, поэтому в проекте рассматриваются вопросы изменения численности и плотности населения, демографического и этнического его состава.

Освоение новых земель может увеличить или уменьшить социальную гармонию в обществе, поэтому в проекте прорабатываются вопросы изменений в уровне занятости населения и его доходах, вопросы развития

местной инфраструктуры, распределения доходов по группам населения, потребности в рабочих и специалистах (в частности, в отношении членов семейной иерархии, полов и социальных групп населения), а также предусматриваются меры по предотвращению возможных социальных конфликтов между постоянно проживающими и временными группами населения.

В свете рекомендаций Организации Объединенных Наций в каждом проекте рассматривают вопросы изменений в жизни малых (туземных) народов и социальных групп местного населения, которые могут вызвать конфликтную ситуацию с реализуемым проектом из-за отличий в социальной организации, в культурных и религиозных традициях. Также специально прорабатывают вопросы изменений (положительных и отрицательных) статуса и роли женщин в отношении социального положения, трудоустройства, личных доходов, замужества и возможности создания семей.

Мелиорация и связанное с ней хозяйственное освоение территорий не должны нарушать местные природные промыслы, вносить существенные изменения в коммерческую деятельность, связанную с рыбной ловлей, добычей лекарственных и других растений, сбором ягод, охотничьим хозяйством, бортничеством, рекреацией и т.д. Возможные ущербы должны быть минимизированы, экономически и социально обоснованы.

При составлении проекта и в процессе его реализации, для улучшения качества и предотвращения в будущем конфликтов, привлекается и постоянно информируется местное население. В проекте учитывают существующие местные навыки в земледелии, расширяют возможности в кредитовании, торговле, сельскохозяйственном развитии, подготовке специалистов.

При оценке общей эффективности изменений в структуре природных систем должны учитываться также экологические эффекты: увеличение биологического разнообразия и экологической стабильности территории; снижение опасности катастрофических наводнений, загрязнения водных ресурсов, интенсивности водной эрозии; уменьшение интенсивности сработки плодородия пахотных почв и экономических ущербов, связанных с сокращением площадей пахотных земель. В проекте предусматривают участие инвесторов в мероприятиях по обеспечению безопасности и здоровья населения, а также регулированию социальных отношений, как в процессе строительства мелиоративной системы, так и после ввода её в эксплуатацию.

Контрольные вопросы

- 1. Расскажите о роли мелиорации в сельском хозяйстве и создании культурных ландшафтов.*
- 2. Какие социальные вопросы должны решаться при реализации проектов мелиорации крупных болотных массивов?*
- 3. Расскажите о воздействии осушительной мелиорации на санитарно-эпидемиологическую обстановку в районе мелиоративного строительства.*
- 4. Для чего проводится переселение населения при мелиорации земель?*
- 5. Какие приемы ландшафтной архитектуры используются при мелиорации болот?*

ГЛАВА 19. ПРОДЛЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТОРФЯНОЙ ПОЧВЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ БОЛОТ

19.1. Создание почвы при сработке торфа

Применение рациональных приемов мелиорации и соблюдение необходимых ограничений при использовании торфяных почв способствует длительному (300 лет и более) сохранению органогенного слоя как основы их естественного плодородия. Однако, несмотря на все принимаемые меры, торф неизбежно срабатывается и поэтому необходимо заблаговременно прогнозировать и выполнять мероприятия, обеспечивающие формирование новой органо-минеральной почвы, характеризующейся высоким плодородием.

Основные критерии, обуславливающие необходимость применения комплекса мероприятий по окультуриванию торфяной залежи для создания органо-минеральных и минеральных почв на месте низинных и переходных внепойменных торфяников на конечном этапе использования, представлены в таблице 27.

Таблица 27

Показатели, при которых необходимо применение интенсивных приемов по созданию новых плодородных почв

Показатели	Природно-экономические районы			
	Северный, Северо-Западный, Западный, Северо-Восточный		Центральный, Южный	
	низинный торф	переходный торф	низинный торф	переходный торф
Мощность остаточного слоя торфа, см	30 и менее	30 и менее	35 и менее	35 и менее
Плотность, г/см ³	0,40	0,35	0,42	0,38
Зольность, %	35	27	37	32
pH сол.	5,5	5,5	5,5	5,5

Особенности системы приемов окультуривания на этапе создания органо-минеральной почвы связаны с необходимостью:

- 1) поддержания в ней благоприятного водного режима путем реконструкции (модернизации) осушительной сети;
- 2) поддержания в ней высокого содержания органического вещества при равномерном перемешивании его с минеральным грунтом;
- 3) разрыхления плотного контактного слоя и подпахотных горизонтов, препятствующих отводу избыточной влаги для нормальной аэрации и проникновению корневых систем сельскохозяйственных культур;
- 4) достижения оптимальных показателей содержания элементов питания;

5) оптимизации реакции почвенной среды с учетом вовлечения в пахотный горизонт минерального грунта, характеризующегося, как правило, высокой кислотностью.

Особенностью обработки почвы на этом этапе является то, что в первые годы она проводится путем безотвального рыхления на глубину, превышающую на 3...5 см мощность органогенного слоя. В последующие годы выполняется отвальная вспашка с припахиванием в пахотный слой 2...3 см подстилающего грунта и обязательным внесением органических удобрений, а на кислых подстилающих грунтах с рН менее 5,5 и извести. Безотвальная обработка выполняется плугами без отвалов или с вырезанными отвалами; вспашка плугами; разделка пласта после вспашки дисковыми боронами в 1...3 следа.

Применение органических удобрений должно обеспечить:

- 1) поддержание высокого содержания органического вещества во вновь создаваемой почве, несмотря на минерализацию торфа;
- 2) высокую биологическую активность пахотного слоя почвы, в который постоянно вовлекается минеральный грунт, характеризующийся слабой жизнедеятельностью почвенной микрофлоры;
- 3) обеспечение растений элементами питания.

Дозы органических удобрений применяют в зависимости от степени сработки торфяной залежи, ее типа, климатических условий. Примерные дозы органических удобрений представлены в таблице 28.

Таблица 28

Примерные дозы органических удобрений

Тип торфяной залежи	Плотность, г/см ³	Дозы удобрений, т/га
Низинный	0,4...0,70	20...30
	0,70...1,1	30...40
	> 1,1	40...60
Переходный	0,35...0,65	30...40
	0,65...1,0	40...60
	> 1,0	60...80

Минеральные удобрения должны обеспечить оптимальное содержание в почве подвижного фосфора и обменного калия. При этом следует учитывать, что показатели оптимального содержания изменяются по мере изменения плотности почвы, зависящей от доли примешиваемого подстилающего грунта в пахотном слое.

Дозы фосфорных и калийных удобрений, обеспечивающие достижение оптимальных показателей, рассчитываются по формуле:

$$D = (C_{\text{опт}} - C_{\text{факт}}) P, \quad (47)$$

где D – доза фосфорных (калийных) удобрений, кг/га д.в.; $C_{\text{опт}}$ – оптимальное содержание фосфора (калия) в почве, мг/100 г; $C_{\text{факт}}$ – фактическое содержание фосфора (калия) в почве, мг/100 г; P – доза удобрений, обес-

печивающая повышение содержания элементов питания на 1 мг в 100 граммах почвы. Этот показатель зависит от плотности почвы, его значения представлены в таблице 29. Примерные дозы фосфорных и калийных удобрений представлены в таблице 30.

Таблица 29

Оптимальное содержание элементов питания в пахотном слое и дозы удобрений, повышающие их содержание

Плотность почвы, г/см ³	Оптимальное содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O в пахотном слое, мг/100 г почвы	Дозы удобрений, повышающие содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O на 1 мг в 100 г почвы, кг/га д.в.
0,4	42	16
0,5	33	21
0,6	28	26
0,7	24	31
0,8	21	36
0,9	19	41
1,0	17	46
1,1	15	51
1,2	14	55

Азотные удобрения вносятся в дозах, определяемых в зависимости от возделываемой культуры, планируемой урожайности, климатических условий и содержания органического вещества в пахотном слое почвы. Примерные дозы азотных удобрений приведены в таблице 31. На переходных болотах дозы удобрений в 1,1...1,5 раза больше, чем на низинных.

Сроки внесения удобрений определяются водным режимом: на объектах, где грунтовые воды не поднимаются выше 60...70 см от поверхности почвы, фосфорные и калийные удобрения можно вносить с осени, азотные и органические весной.

Известкование создаваемой почвы необходимо проводить при рН не выше 5,5. Увеличение этого показателя по сравнению с торфяными почвами связано с тем, что в припахиваемом минеральном грунте содержится большое количество токсичных для растений закисных соединений.

Таблица 30

Примерные дозы фосфорных и калийных удобрений, кг/га д.в.

Плотность почвы, г/см ³	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O в пахотном слое почвы, мг/100 г				
	10	15	20	25	30
0,4	550	460	380	300	190
0,5	520	400	290	180	70
0,6	480	350	180	80	-
0,7	440	290	120	-	-
0,8	400	220	40	-	-
0,9	360	160	-	-	-
1,0	310	90	-	-	-
1,1	250	-	-	-	-
1,2	210	-	-	-	-

Дозы извести на этапе создания органо-минеральной почвы рассчитываются исходя из величины гидролитической кислотности по формуле 44. Особенностью расчета является то, что эту величину необходимо каждый раз определять экспериментально, так как она нестабильна и по мере увеличения доли припахиваемого грунта ежегодно возрастает.

Таблица 31

Примерные дозы азотных удобрений для низинных торфяных залежей, кг/га д.в.

Культуры	Природно-экономические районы			
	Северный, Северо-Западный, Западный, Северо-Восточный		Центральный, Южный	
	Плотность торфа, г/см ³			
	0,4...0,6	0,6...0,9	0,4...0,6	0,6...0,9
Зерновые	45...60	50...60	45...60	50...60
Однолетние травы	45...60	50...70	45...60	50...70
Многолетние травы (сено)	45...60	60...80	45...60	60...90
Картофель, корнеплоды	45...60	60...70	30...45	45...60

Периодичность известкования определяется скоростью снижения рН до допустимой величины. Она может варьировать в более широких пределах, чем на обычных торфяных почвах (4...6 лет), что определяется свойствами подстилающих грунтов (сильнокислые, кислые, нейтральные). Технология известкования такая же, как на обычных торфяных почвах.

Важным приемом, обеспечивающим разрыхление подстилающего грунта и его оструктуривание, наряду с приемами обработки и внесением органических удобрений и извести, является возделывание растений с глубокопроникающей корневой системой. Такими культурами являются из бобовых в северных районах – астрагал холодный и зонтичный; в северо-западных, центральных и юго-западных районах – донник белый, лядвинец рогатый, астрагал болотный, чина луговая; в южных районах – люцерна посевная и желтая, донник желтый; из злаков во всех районах – двукисточник тростниковидный, полевица белая, кострец безостый, овсяница луговая.

19.2. Биологический ремонт торфяной почвы

Выше рассмотрены наиболее распространенные торфяники, но встречаются болота, на которых торф подстилается скальными и каменистыми породами (гравием, галькой, мергелем, крупнозернистым песком, известняками), на которых почва после сработки торфа не может образоваться. Такие болота встречаются на Дальнем Востоке. Здесь особенно важно соблюдать все меры по охране торфа. В случае необходимости их использования в сельском хозяйстве нельзя допускать полную сработку торфа. При уменьшении его слоя до 30...50 см земледелие на них прекращают. На та-

ких территориях целесообразно развивать охотничье хозяйство с болотной и водоплавающей дичью.

Чтобы не допустить деградации торфяных почв, особенно подстилаемых каменистыми породами, И.В. Минаевым предложено проводить их биологический ремонт путем выращивания болотной растительности. Это возможно при условии исключения участка торфяной почвы из сельскохозяйственного использования. В проектах мелиорации земель следует предусматривать чередование участков, затопленных небольшим слоем воды. Такие участки можно организовать и на системах, находящихся в эксплуатации.

Интенсивный прирост гидрофильной растительности достигается внесением удобрений, обводнением почвы для лучшего ее прогревания и применением стимуляторов для быстрого разложения накапливающейся растительной массы. В этих целях часть осушаемой площади затапливают по типу рисовых чеков. В течение пяти-шести лет идет прирост объема биомассы, которая была ранее в течение 20...25 лет израсходована. Через пять-десять лет участок с увеличенной биомассой включают в сельскохозяйственное использование, а следующую часть площади отводят под биологический ремонт. Искусственно выращенная биомасса – это только субстрат, предназначенный для создания почвы из прежнего, остаточного слоя торфа. На рисунке 69 приведена типовая схема организации биологического ремонта

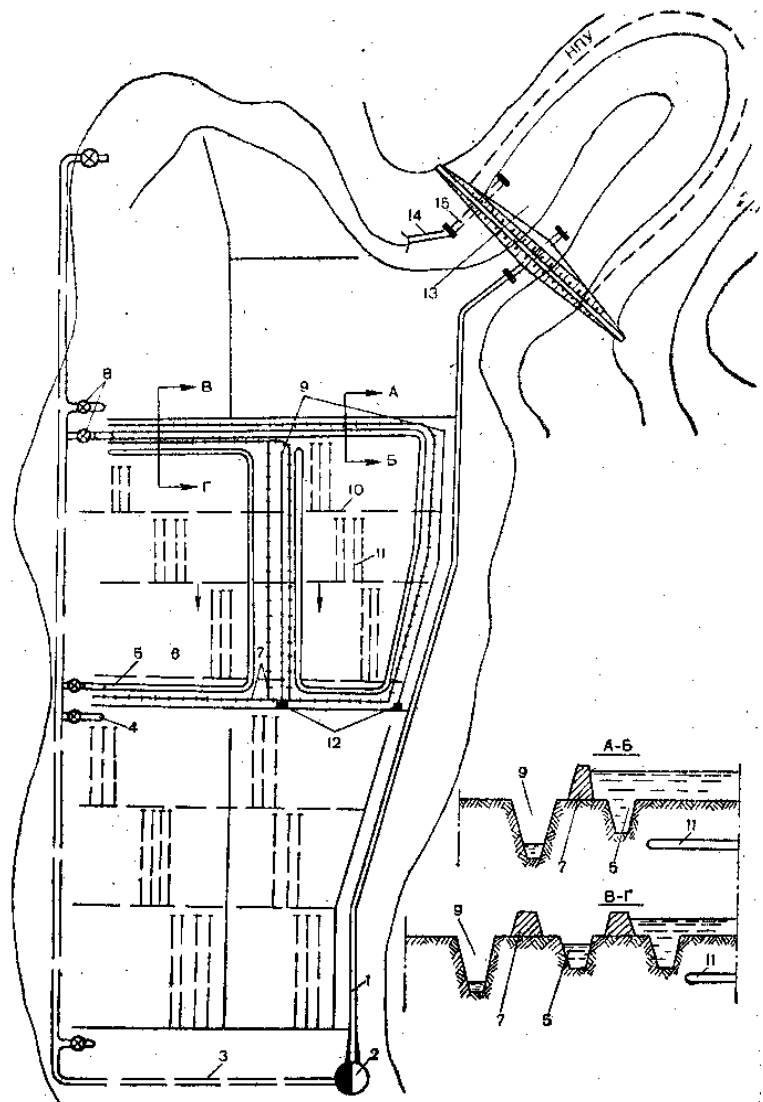


Рис. 69. Биологический ремонт торфяных почв путем выращивания болотной растительности:

1 – магистральный осушительный канал; 2 – насосная станция; 3 – трубопровод; 4 – трубопровод с гидрантом; 5 – увлажнительный канал; 6 – участок биологического ремонта; 7 – дамба; 8 – гидранты; 9 – подводящие каналы; 10 – коллекторы; 11 – дрены; 12 – подпорные сооружения; 13 – пруд-накопитель; 14 – подводящий канал; 15 – водовыпуск; НПУ – нормальный подпорный уровень

почвы.

Для реализации этого метода необходим источник воды для затопления и проведение противофильтрационных мероприятий.

Эта схема предусматривает увеличение торфяного слоя на осушаемых мелкозалежных торфах, подстилаемых песками, из-за сработки торфа в результате хозяйственной деятельности. Для биологического ремонта торфяных почв на магистральном канале 1 осушительно-увлажнительной системы устраивают насосную станцию 2, которая может подавать часть воды из системы по трубопроводам 3 и 4 в увлажнительные каналы 5. Один из севооборотных участков 6 отводят под биологический ремонт. Увлажнительный канал 5 заполняют водой, при этом одна его бровка или обе имеют дамбу 7. Дамба окаймляет весь участок 6, а при значительных уклонах в сторону магистрального канала пересекает участок, образуя чеки (на схеме два чека). Чеки позволяют затопить участок слоем воды 10...30 см. Дамбы обвалования отсыпают из грунта, вынутого при устройстве канала-увлажнителя.

Каналы-увлажнители – временные, устраивают их на срок биологического ремонта. Они имеют меньшую глубину, чем глубина заложения дрен и коллекторов. Из гидрантов вода подается постоянно, но с тем, чтобы сохранить слой в 10...30 см.

Проводящие каналы 9 на участке биологического ремонта сохраняются, так как оказываются между дамбами. Коллекторы 10 с впадающими в них дренами 11 на период биологического ремонта не работают, однако сбросить воду с затопленных чеков через дренажную сеть можно, открыв подпорные сооружения 12 на проводящих каналах.

Для резервирования воды с целью постоянного обеспечения ею участка биологического ремонта следует предусматривать, если это возможно, пруд-накопитель 13. В том случае, когда возможен забор воды из пруда-накопителя на участок, отказываются от строительства насосной станции и устраивают водовыпуск 15 в канал 14 самотечной подачи воды.

В результате применения этой технологии почва осушенного болотного массива будет представлять собой возобновимый естественный ресурс. Кроме того, наличие перемещающегося болотного участка на системе позволит несколько снизить напряженность в отношении болотной орнитофауны и флоры.

19.3. Использование мелиоративной залежи

Мелиорированные земли, необрабатываемые и неиспользуемые в хозяйствах длительное время, а также земли с отработавшей свой ресурс мелиоративной сетью образуют, так называемую, мелиоративную залежь, которая через 20...25 лет становится целиной. Мелиоративная сеть и сооружения из-за отсутствия ухода и ремонтов выходят на этих землях из строя, одновременно ухудшается водный режим почвы, они становятся непригодными для выращивания проектных культур. Но ранее осушаемые болота под пашней остаются в течение длительного срока (иногда 10...15 лет) пригодными для менее требовательных к водному режиму сенокосов и пастбищ, а также леса.

При отказе по какой-либо причине (отсутствие средств и т.п.) от реконструкции осушительных и осушительно-увлажнительных систем торфяные почвы с недостаточно отрегулированным водным режимом целесообразно переводить под сенокосы и пастбища. Травы лучше многих других культур используют влагу и солнечную радиацию, поэтому обеспечивают наиболее стабильные урожаи экологически безопасной продукции, особенно при применении бобово-злаковых травосмесей.

Основным направлением повышения продуктивности таких лугов является их поверхностное улучшение, реже используют коренное улучшение, так как оно требует больших материальных и энергетических затрат.

Ранее мелиорированные болота с деградированными лугами и пастбищами целесообразно использовать в лесном хозяйстве с развитием естественного процесса лесного заболачивания.

Облесение залежей, естественное на ранее осушаемых низинных и переходных болотах с плодородными почвами, происходит в течение 10...15 лет с формированием примерно одновозрастных насаждений разной густоты, состава и сомкнутости. Будущие древостои и их рост зависят от оставшегося мелиоративного эффекта, наличия или отсутствия лесного подроста и обсеменителей. Обсеменителями на болотах являются сосна в возрасте 80...150 лет и береза пушистая, а также крупный подрост сосны высотой 1,5...2,5 м в возрасте 25...50 лет. Наиболее быстро зарастают окраины болотных массивов за счет обсеменителей, произрастающих на прилегающих к болотам суходолах.

При отсутствии самосева на таких залежах в первые годы (5...7 лет) сильно разрастаются осоки, которые образуют плотную дернину и дают много опада, препятствующего самосеву древесных пород.

Постепенно через 15...20 лет береза вытесняет сосну из состава верхнего полога. При наличии обсеменителей на прилегающих землях постепенно формируется подрост ели. При проведении своевременных лесохозяйственных мероприятий на таких землях можно вместо березовых насаждений с низкой товарной структурой создать более ценные елово-березовые насаждения.

На болотах с отсутствием источников обсеменения проводится искусственное облесение. Основными породами для лесокультурного освоения являются сосна обыкновенная и ель. Лес создают посадкой молодых деревьев в плужные пласты с обязательным отводом воды из борозд в сохранившиеся каналы и естественные водотоки (ручьи, речки). В лесах проводят мероприятия по улучшению породного состава, возрастной и товарной структуры древесины с помощью рубок, составляющих основу ведения лесного хозяйства. Облесение бывших полей может быть выгодно в финансовом отношении независимо от породы, используемой для создания посадок, так как обеспечивает надежное возвращение вложенных средств.

Для его применения необходимо решение вопросов о передаче части сельскохозяйственных земель в лесной фонд.

Одной из наиболее перспективных пород для выращивания на сельскохозяйственных землях может быть элитная быстрорастущая осина, на основе которой формируется древостой с коротким оборотом рубки. По устойчивости к повреждению насекомыми осина превосходит бук, ясень, клен, березу и граб. Осина относится к самым ценным породам для древесно-целлюлозного производства. Использовать древесину осины для этих целей можно с 10-летнего возраста.

Санкт-Петербургским НИИ лесного хозяйства ведутся научно-исследовательские работы по получению «in vitro» посадочного материала клонов осины. Специально отобранные в природе клоны осины отличаются быстрым ростом, устойчивостью к сердцевинной гнили и достигают спелости в 18...20 лет, что позволяет существенно сократить оборот рубки и повысить производительность насаждений.

Получение посадочного материала быстрорастущей устойчивой к стволовой гнили осины может обеспечить метод культуры ткани и органов растений («in vitro»), то есть в стерильных условиях на специальной питательной среде. Этот метод позволяет производить неограниченное количество растений ценного клона, а также поддерживать коллекцию ценных генотипов в лабораторных условиях.

В институтах лесного хозяйства разрабатывается биотехнология получения регенератов элитных экземпляров осины. Плантация культуры осины «in vitro» создана в Тихвинском районе на бывших мелиорированных болотных сенокосах, осушенных открытыми каналами. Эффективно также освоение ранее использовавшихся в земледелии болот под быстрорастущий тополь и другие культуры.

19.4. Использование заболоченных земель для рекреации

Рост населения, сокращение свободных земель, особенно в государствах с частным землевладением, породили практику создания на бывших болотах рекреационных зон за счет сокращения площади сельскохозяйственных угодий. Этому способствует перепроизводство сельскохозяйственной продукции в некоторых странах, вынуждающее правительства выплачивать крестьянам (фермерам) премии (компенсации) за каждый неиспользуемый в земледелии гектар.

В Нидерландах и США еще в 60-е годы прошлого столетия приняты специальные программы по выкупу у фермеров части бывших болот для создания на них рекреационных угодий. Тогда же была прекращена государственная дотация фермерам на осушение болот в степных штатах (Северная и Южная Дакота, часть Миннесоты и др.), были превращены в болота некоторые малопродуктивные осушаемые угодья в штатах Индиана, Луизиана, Висконсия и др. Но в США, как и в Нидерландах продолжают работы по осушению земель, хотя мелиоративный фонд уже практически исчерпан!

Только в 1985 г. правительство США отменило льготы фермерам на освоение заболоченных земель и приняло десятилетнюю программу по переводу части осушенных земель в естественное (исходное) состояние. В 1992 г. принята рассчитанная на 30 лет Программа охраны сырых земель (WRP), предусматривающая выкуп у фермеров за пять лет в девяти штатах около 1 млн. га осушенных болот для трансформации их в зоны рекреации. Фермерам стало выгоднее продавать часть малопродуктивной, особенно осушенной в 1980-1990 годы, земли государству, тем более что правительственные службы обосновывают эти меры с улучшением природной среды, патриотическим и национальным долгом каждого американца.

Выкуп земель под рекреационные угодья является в США мерой вынужденной и по другой причине. Государство оказалось без земли в густо населенных равнинных районах, где вся земля находится в частной собственности, и поэтому возникли проблемы с созданием зон отдыха, заказников, объектов для туристов.

Для Российской Федерации проблемы выкупа болотных земель у землевладельцев пока не существует. Необходимо учитывать несопоставимость ранее осушенных площадей в России и других странах. Россия еще в начале пути по мелиорации болот.

В России есть необходимость обустройства заброшенных (ранее мелиорированных) торфяных почв, а также торфяных выработок. Об использовании их под сенокосы и леса рассказано выше. Но помимо этого на миллионах гектаров идет стихийный процесс заболачивания, засорения земель хламом и зарастание растительностью. Лучшим направлением использования таких земель, включая выгоревшие торфяники (пирогенные почвы), является превращение их в рекреационно-туристические и охотничьи угодья. Работа эта должна выполняться по проекту, в котором следует использовать материалы мелиоративного проектирования и последующего сельскохозяйственного использования земель. Обоснование проекта и выбор технологий использования бывших болот ведется с использованием методов ландшафтной рекреационной мелиорации, рекультивации охотничьих угодий и регенерации болот.

Методы заболачивания зависят, как и ранее рассмотренные методы осушения, от типа водного питания болот и граничащих с ними земель. Они направлены на задержание в пределах мелиорируемой территории атмосферных осадков, склонового и речного стока, грунтовых и напорных вод, то есть на снижение общей дренированности территории. Очевидные и простейшие приемы – ликвидация каналов путем засыпки их устьев.

Реки и крупные каналы, озера, староречья, противопожарные бассейны, дороги должны быть сохранены с необходимым изменением глубины; из мелких каналов оставляют отдельные участки, необходимые для водопоя, гнездования птиц и жизни околосредных животных.

Восстанавливаемая и сохранившаяся древесная растительность и кустарниковые заросли должны быть соединены с существующими лесами с образованием коридоров для расселения охотничьих животных и водноболотной дичи. Должно быть предусмотрено устройство защитных угодий, зон гнездования, воспроизводства молодняка для зверей и птиц, в водоемах и реках должны быть сохранены зимовальные ямы для предохранения

от замора рыбы, обеспечена их проточность. Туристские тропы в максимальной мере должны быть увязаны с ранее существовавшей сетью дорог.

Для создания благоприятных условий водоплавающим птицам практикуется устройство на ровных участках без каналов (ранее осушавшихся дренажем) двух-пяти ям на каждом гектаре, которые быстро заполнятся водой, зарастут травой, кустарником, станут местом обитания уток и других птиц. Поделка ям производится экскаваторами или с применением технологии взрыва.

Для ускорения процесса заболачивания рекомендуется проводить посев болотных трав – тростника, канареечника и других. По краям будущего болота должны быть предусмотрены ремизы, сохраняемые для полевой дичи. Технология проектирования заболачивания ранее мелиорированных земель нуждается в дальнейшей научной разработке.

19.5. Использование торфяных выработок и искусственное заболачивание

Использование в хозяйстве карьеров и других нарушенных земель планируется на стадии проекта добычи полезных ископаемых (в данном случае торфа), чтобы увязать технологию и объемы добычи с возможными вариантами последующего использования территории.

Торфяные выработки, оставшиеся после добычи торфа, характеризуются неоднородностью рельефа. В пределах небольшой площади встречаются глубокие понижения (карьеры, водоемы, каналы), ровные участки (поля сушки торфа, межкарьерные перемычки), возвышения (дамбы). Для торфяной выработки характерны пестрота почвенного покрова и низкое плодородие оставшейся торфяной почвы (недостаток фосфора и калия, избыток железа, подвижного алюминия, серы, низкая степень насыщенности основаниями), неблагоприятный водный и тепловой режимы. Состояние выработанных площадей зависит от исходной мощности торфа, его характеристик, способа и продолжительности добычи, оставшегося слоя торфа, параметров мелиоративной сети.

Использование торфяных выработок с учетом этих особенностей проводится дифференцированно по четырем основным направлениям:

1) Согласно многолетним исследованиям Кировской лугоболотной опытной станции (Уланов, Косолапов, 2003), основная часть выработанных торфяников (70...75%) пригодна для сельскохозяйственного использования, для кормопроизводства. Первейшей задачей на таких землях является окультуривание территории с устранением почвенной пестроты, бережным сохранением органического вещества торфа и внесением удобрений. Проводится необходимая планировка поверхности и реконструкция мелиоративной сети. Осваиваются земли под лугопастбищный травопольный севооборот с многоукосным травостоем с продуктивностью до 5...6

тыс. к.е. с гектара. В состав травосмесей включаются кострец безостый, тимофеевка, овсяница, клевер луговой или гибридный (выпадает через 2...3 года), а также под долголетние (на десятки лет) культурные пастбища с загонной пастьбой скота с мятликово-лисохвостно-пырейным травостоем. Сработка торфа при этом не превышает 1 мм в год.

Окрайки болот рекомендуется использовать под садово-огородные участки с постепенным окультуриванием почвы.

2) Примерно 20% земель оказывается пригодной для посадки леса с охото-производственной фауной. Помимо сплошных посадок хвойно-лиственных пород (сосна, ель, береза, осина, ива, ольха) рекомендуются также лесные полосы шириной 10...15 м и более. При культуртехнических работах целесообразно оставлять на бывших болотах наиболее ценные куртины леса и отдельные деревья.

3) Водоемы, отдельные каналы или участки каналов приводят в порядок для организации рыбно-охотничьих угодий.

4) Малопригодные для сельского и лесного хозяйства участки болот оставляют в естественном виде. Они со временем будут освоены местной фауной, войдут составной частью в охотничьи угодья и будут использоваться для рекреации. В естественных условиях они остаются в течение 15...20 лет в виде бедленда со скудной кустарниковой растительностью, изредка посещаются сборщиками лекарственных растений – аира, череды, сабельника, валерианы и др. Эти земли могут трансформироваться в девственные болота.

Восстановление болот в нашей стране в условиях их наступления на луга, леса и поля, представляет проблему в большей степени теоретическую, чем практическую, хотя в районах лесостепи и подтайги восстановление отдельных болот может представлять интерес для создания видового разнообразия угодий, для рекреации.

На заброшенных выработанных площадях естественным путем очень медленно идет процесс вторичного заболачивания с образованием торфа до 2 см в год с начала торфонакопления. Этот процесс проходит в три стадии: а) достижение благоприятного для поселения болотной растительности водного режима, характеризуемого постоянным повышением уровня грунтовой (болотной) воды до поверхности; б) возобновление естественного растительного покрова; с) начало процесса торфообразования и вслед за ним – торфонакопления.

Первые две стадии осуществляют относительное выравнивание поверхности почвы под влиянием эрозии, выветривания, расслоения, деформации. Вторая стадия может продолжаться десятки и сотни лет. В качестве характеристики скорости процесса заболачивания можно привести следующий пример: карьеры торфа площадью 3,6 га на переходном болоте заполнились за 60 лет слаборазложившимся сфагновым мохом слоем в 40 см.

Вопросы искусственного возобновления болот исследуются в западных странах с семидесятых годов прошлого столетия. Результаты обобщения зарубежных данных и наблюдения за процессом болотообразования в нашей стране дали возможность В.В. Панову (2005) провести классификацию процессов и факторов, стимулирующих восстановление болот (рис.70-71).



Рис. 70. Классификация процессов и факторов, стимулирующих восстановление болота



Рис. 71. Потенциальные факторы влияния на регенерацию болота

Искусственные мероприятия, воздействующие на указанные факторы, могут изменить интенсивность протекания процесса восстановления болота. Потенциальные факторы влияния на восстановление болот определяются природой образования и развития болот. Управлять можно водным режимом бывшего болота с оставшимся торфом, торфонакоплением и уравниванием образующейся торфяной залежи.

Природоохранная технология регенерации болот, разрабатываемая ныне, опирается на естественные процессы восстановления и использует для необходимой их корректировки приведенные потенциальные факторы. Таким образом, болотоделание имеет дело с водным режимом земель, торфонакоплением и формированием торфяной залежи.

Контрольные вопросы

1. Какие меры и технологии применяют для продления долговечности использования торфяной почвы?
2. Что такое биологический ремонт торфяной почвы?

3. *Торфяная залежь: образование и пути использования?*
4. *Методы создания рекреационных угодий на ранее мелиорированных землях.*
5. *Методы облесения мелиорированных залежей.*
6. *Расчет доз удобрений для создания органо-минеральных почв.*
7. *Меры по искусственному заболачиванию ранее мелиорированных земель.*
8. *Что включает экологический каркас на мелиорированных землях?*

Литература

1. Голованов А.И., Сухарев Ю.И. Ландшафтоведение. – М.: Колосс. 2005. – 216 с.
2. Дьяконов К.Н., Дончева А.В. Экологическое проектирование и экспертиза: Учебник. – М.: Аспект-Пресс, 2002. – 384 с.
3. Зайдельман Ф.Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 320 с.
4. Константинов В.К. Оценка влияния гидроресомелиорации на состояние водных объектов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2001. – 70 с.
5. Маслов Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271 с.
6. Панов В.В. Восстановление – регенерация выработанных торфяных болот // Болота и биосфера. Материалы IV науч. школы. – Томск: ЦНТИ, 2005. – С. 98-107.
7. Пыленок П.И., Сидоров И.В. Природоохранные мелиоративные режимы и технологии. – М.: РАСХН, 2004. – 324 с.
8. Руководство по длительному сельскохозяйственному использованию торфяных почв... / Б.С. Маслов, А.В. Колганов, В.А. Шаманаев и др. – М.: РАСХН, 1999. – 96 с.
9. Руководство по разработке раздела «Охрана природы» в составе проекта мелиорации земель. – М.: Минводхоз СССР, 1980. – 58 с.
10. Сабо Е.Д., Кормилицына О.В., Бондаренко В.В. Гидротехнические мелиорации ландшафта. – М.: МГУЛ, 2004. – 125 с.
11. Система показателей современного состояния выработанных торфяных почв Сибири и их сельскохозяйственное использование / Л.И. Инишева, Е.В. Порохина, В.Е. Аристархова, Т.В. Дементьева. – Томск: ТГПУ, 2005. – 56 с.
12. Уланов Л.И., Косолапов В.М. Комплексное использование торфяных выработок // МЭ, т.1. – М.: Росинформагротех, 2003. – С. 656-658.

ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ РАБОТ

Тема 1. Осушение низинного болота для сельскохозяйственного использования

Разнообразие природно-хозяйственных условий объектов мелиорации дает возможность обеспечить учащимся индивидуальными заданиями на проектирование. Заданием на проектирование осушения того или иного болота должно быть предусмотрено направление использования всего и частей осушаемого участка: под луга, пашню (овощные, зерновые или технические культуры) и пастбища с указанием проектной продуктивности.

Учащемуся выдаются следующие исходные материалы:

1) план болота в масштабе 1:5 000 с сечением рельефа поверхности горизонталями через 0,5 м, с нанесенными на нем глубинами залегания минерального дна болота (мощностью торфа);

2) выкопировка с карты масштаба 1:50 000 с водосборной площадью объекта осушения;

3) гидрогеологические разрезы болота с нанесенными разведочными скважинами и уровнем грунтовых вод;

4) место расположения объекта мелиорации (область, край, республика) для использования агроклиматических справочников, почвенных и геологических карт;

5) краткая характеристика существующего состояния хозяйства и перспективы его развития после мелиорации болота.

Проект заканчивается составлением пояснительной записки и необходимых чертежей: план осушительной сети, продольные профили по трассам основных каналов и выборочно по закрытым коллекторам и дренам, поперечные сечения каналов.

В проекте должны быть проработаны следующие вопросы:

- 1) характеристика природных условий объекта осушения;
- 2) тип водного питания объекта, водный баланс;
- 3) методы и принципиальная схема осушения объекта;
- 4) регулирующая сеть;
- 5) ограждающая сеть;
- 6) проводящая сеть;
- 7) проектирование элементов осушительной сети в вертикальной плоскости;
- 8) определение расчетных расходов;
- 9) конструкция и гидравлический расчет проводящей осушительной сети;
- 10) природоохранные мероприятия;
- 11) увлажнение осушаемых земель;

- 12) сооружения на осушительной системе;
- 13) первичное освоение и окультуривание осушаемых земель;
- 14) сельскохозяйственное использование земель;
- 15) технико-экономическое обоснование проекта мелиорации.

Тема 2. Мелиорация заболоченной поймы

Заданием на проектирование определяются исходные данные, перечисленные по теме 1.

Проект должен состоять из следующих разделов:

- 1) природные условия поймы;
- 2) методы и схема мелиорации поймы;
- 3) возможность использования реки без её регулирования;
- 4) выбор формы поперечных сечений русла; гидравлический расчёт;
- 5) нагорно-ловчие каналы;
- 6) регулирующая сеть;
- 7) регулирование водного и питательного режимов на пойме;
- 8) культуртехнические и агротехнические мероприятия;
- 9) мероприятия по охране природы.

Тема 3. Проект «Регулирование реки для осушения болот»

Проект по теме выполняется отдельно или с включением в него темы 2. В этом случае предусматриваются простейшие мероприятия по регулированию реки. Для составления проекта учащиеся обеспечиваются топографическим планом реки и набором поперечных сечений реки. В задании указываются географические координаты реки, направление развития хозяйства после осушения приречных земель. В проекте прорабатываются следующие вопросы:

- 1) краткая характеристика заболоченной поймы, тип водного питания;
- 2) выбор методов и способов осушения поймы;
- 3) морфологическая характеристика русла реки и его пропускная способность;
- 4) гидрологические расчеты реки-водоприёмника;
- 5) проектирование мероприятий по регулированию реки;
- 6) объёмы работ по регулированию реки и осушению поймы;
- 7) экономическое обоснование мелиорации поймы.

Тема 4. Проект «Осушение лесов»

Заданием на проектирование устанавливаются цели осушения – повышение продуктивности заболоченного леса, создание благоприятных условий для интенсивного ведения лесного хозяйства, повышение защитных санитарно-гигиенических свойств леса, создание условий для предупреждения и борьбы с лесными пожарами. Учащемуся выдается план лесного болота с размещением лесонасаждений, план водосборной площади болота, почвенно-мелиоративная карта, географические координаты заболоченного лесного массива.

Учащийся на основе выданных материалов дает характеристику климата региона, рельефа и почвенного покрова, гидрологии и гидрогеологических условий объекта осушения.

В проекте разрабатываются следующие вопросы: причины заболачивания леса, тип водного питания объекта, характеристика леса по составу и классам бонитета; методы и способы осушения; проектирование осушительной сети в плане и в вертикальной плоскости (продольные профили основных каналов), гидрологические и гидравлические расчеты каналов, лесные дороги и необходимые сооружения, противопожарные мероприятия, мероприятия по повышению экологической безопасности и биоразнообразия.

Тема 5. Культуртехнические работы на осушаемом болоте

Заданием на проектирование предусмотрено на основе материалов культуртехнических и геоботанических изысканий разработать технологию культуртехнических работ, необходимых для введения осушаемого болота в сельскохозяйственное использование. Дается характеристика растительности объекта (кустарник, густой лес) с указанием пластности древостоя и породного состава, диаметра ствола, наличие погребенной в торфе древесины, наличие кочек (степень заочкаренности и высота кочек), моха на поверхности почвы; дернины (мощность, пластность).

В зависимости от исходных характеристик и направления использования осушаемой почвы разрабатываются оптимальные технологии выполнения культуртехнических работ и первичного освоения почвы с рассмотрением возможных альтернативных вариантов (например, удаление кустарника срезкой и вывозкой древесины, запашкой, разделкой фрезерной машиной, уничтожение арборицидами и др.).

Все технологии изучаются и разрабатываются в следующей последовательности:

- 1) Возможные принципы выполнения конкретного вида культуртехнических работ;
- 2) Способы выполнения;
- 3) Базовые машины и механизмы для выполнения работ;
- 4) Обоснование сроков выполнения работ (лето, зима);
- 5) Агротехнические требования к выполнению каждого вида работ (число и направление проходов и схемы движения машин, длина и ширина загонов в зависимости от размеров и конфигурации участка); глубина обработки и др.; предельные размеры кроны при фрезеровании кустарника и направления её утилизации.

В заключительной части проекта дается оценка выбранных технологий при наличии укрупненных показателей по стоимости выполнения культуртехнических работ.

Тема 6. Курсовая работа «Окультуривание мелиорируемой торфяной почвы»

Заданием предусматривается разработка мероприятий по первичному окультуриванию одного из видов гидроморфных болотных низинных почв:

- 1) Торфянисто-глеевая (со слоем торфа 20...30 см);
- 2) Торфяно-глеевая (30...40 см);
- 3) Торфяная на маломощном торфе (50...100 см);
- 4) Торфяная на среднемощном торфе (100...200 см);
- 5) Торфяная на мощном торфе (более 200 см);

В задании указывается (или принимаются учащимся) следующие показатели: район размещения болота, степень разложения торфа, ботанический состав торфа (травяной, древесно-осоковый, осоково-тростниковый, осоково-гипновый), зольности торфа и агрохимических свойств почвы и подстилающей торфяник породы. Цель проекта – разработка мероприятий по окультуриванию почвы – достигается путём последовательного рассмотрения следующих вопросов:

1) Оценка исходного уровня плодородия (степени окультуренности) торфяной почвы. Для этого необходимо определить, исходя из плотности торфа, его пористость, предельную исходную влажность, рассчитать степень насыщенности почвы основаниями по гидролитической кислотности и сумме отдельных оснований; обеспеченность почвы подвижными (доступными) элементами питания (P_2O_5 , K_2O); рассчитать их запасы в кг на гектар с учётом мощности и плотности верхнего почвенного горизонта. На основе её путём сравнения с показателями плодородия мелиорируемых торфяных почв (13.4) устанавливается исходный уровень плодородия почвы.

2) Разработка мероприятий по окультуриванию почвы, которая включает: подбор предварительных культур и установление продолжительности периода первичного окультуривания почвы; разработка технологий выращивания предварительных культур, особенности их агротехники, прогноз возможной урожайности и продуктивности основных культур в последующий период сельскохозяйственного использования почвы.

3) Оценка по основным свойствам почв необходимости в известковании, фосфоритовании, применении калийных, азотных и других удобрений. Определение доз внесения извести; способов, технологий и техники внесения извести и удобрений.

4) Выбор примерных схем севооборотов для данной торфяной почвы в зависимости от специализации хозяйства и описание технологии их возделывания с выходом на проектную (заданную) урожайность.

При выполнении курсовой работы помимо мелиорации и экологии необходимы знания по другим смежным дисциплинам: земледелию, растениеводству, почвоведению и агрохимии.

Тема 7. Проект «Экологическая экспертиза проекта осушения и освоения болота»

Заданием предусматривается выполнение экологической экспертизы ранее выполненного конкретного проекта (схемы, ТЭО). Экспертиза должна включать следующие вопросы:

1) установление соответствия намеченных мероприятий по осушению, культуртехнике и освоению болота экологическим требованиям;

2) определение допустимости реализации проекта, в том числе с включением дополнительных мероприятий, направленных на недопущение или смягчение возможных неблагоприятных воздействий на окружающую среду и социально-экономическую сферу;

3) анализ возможных альтернативных вариантов использования болота без мелиорации.

В курсовом проекте должны быть установлены следующие оценки:

1) соответствует ли предусмотренная деятельность по мелиорации требованиям нормативных актов по рациональному использованию природных ресурсов, охране окружающей среды, и не противоречит ли она экологическому законодательству;

2) допустима ли намеченная деятельность по сельскохозяйственной мелиорации болот с позиций человека и окружающей среды;

3) достаточно ли полно дана в проекте оценка намеченных мероприятий по влиянию на окружающую среду и достаточны ли предусмотренные проектом меры по охране здоровья населения и рациональному использованию природных ресурсов.

Экспертный анализ проекта мелиорации рекомендуется проводить с использованием контрольного листа проекта, материалов изысканий, ландшафто-экологической карты и действующих СНиП по мелиорации.

В заключение делается вывод о возможности реализации проекта с использованием следующих вариантов: рекомендовать к утверждению и реализации; не рекомендовать к реализации; отправить на доработку с указанием направлений его совершенствования.

ГЛОССАРИЙ

Авторский надзор – надзор авторов проектной документации (физических и юридических) за строительством, в целях обеспечения соответствия выполняемых работ проектной документации. Устанавливается в соответствии с законодательством.

Агроландшафт – природно-сельскохозяйственная геосистема, сформированная в пределах естественного ландшафта в результате его сельскохозяйственного освоения и функционирующая под влиянием естественного процесса фотосинтеза.

Агромелиоративные мероприятия – система мелиоративных приемов для усиления действия осушительной сети путем ускорения поверхностного стока и повышения инфильтрации воды в почву (бороздование, грядование, кротование почвы и др.).

Агротехника – технология земледелия, система приемов возделывания сельскохозяйственных культур для получения высоких урожаев при минимальных затратах труда. Включает приемы обработки почвы, внесения удобрений, посев и уход за растениями, борьбу с сорняками и вредителями.

Артезианские воды – подземные воды, находящиеся в водоносных геологических породах, перекрытых водоупорными пластами, обладающие напором. Уровень их при вскрытии выше кровли водоносного пласта и нередко выше поверхности земли; способствуют заболачиванию почв.

Бассейн водосборный – прилегающая к реке, озеру, каналу территория, с которой происходит сток воды к ним. Включает поверхностный и подземный водосборы. Ограничивается водораздельной линией.

Берма – горизонтальная площадка вдоль канала или дамбы, устраивается для обеспечения устойчивости откоса. Используется для перемещения машин по уходу за каналами. Ширина бермы не менее 1 м.

Болото – избыточно увлажненный участок земной поверхности с постоянным переувлажнением и дефицитом кислорода, произрастанием влаголюбивой растительности и накоплением неразложившегося органического вещества, превращающегося постепенно в торф. В зависимости от типа растительности и торфа различают верховые, переходные и низинные болота.

Бровка – край дороги, канала, кювета, плотины, представляет собой линию пересечения откоса с поверхностью земли. Повреждение бровки ведет к разрушению бермы и откоса сооружения.

Влагоемкость почвы – способность почвы поглощать и удерживать определенное количество воды. Выражается в процентах от массы сухой почвы или от ее объема, а также в мм водного слоя. Различают полную влагоемкость (при полном заполнении влагой всех пор), предельную полевую влагоемкость (наибольшее количество влаги при подпирющем действии грунтовых вод) и др.

Водоисточник – природный объект, содержащий воду, доступную для ее отбора и использования, например, при орошении.

Водопотребление сельскохозяйственной культуры – объем воды, расходуемой на транспирацию растениями и испарение с поверхности почвы при ее выращивании.

Водоприемник – естественный или искусственный водоток или водоем, понижение рельефа, в которые отводятся воды с осушаемых земель.

Водораздел – линия, представляющая собой географическую границу между водосборами (бассейнами) смежных рек, озер, каналов. Проходит по наиболее высоким точкам земной поверхности. Водоразделы поверхностных и подземных вод не всегда совпадают.

Выборочный дренаж – дренаж с нерегулярным расположением каналов (дрен), устраивается на землях с холмистым рельефом.

Гидравлический уклон – безразмерная величина, характеризующая изменение энергии водного потока (напора) по его длине в направлении движения воды. Измеряется как отношение потерянному напора к протяженности потока.

Гидрограф – график изменения во времени расхода воды в данном створе водотока (реки, канала). Различают гидрографы половодья, конкретных лет, средних за многолетие и др.

Гидромелиорация (гидротехническая мелиорация) – система хозяйственных, инженерных и организационных мероприятий по коренному улучшению неблагоприятного водного режима сельскохозяйственных земель; различают орошение, осушение, промывку почв и др.

Гидротехническое сооружение – сооружение, предназначенное для регулирования отвода или подачи воды. Различают регулирующие, водомерные, сопрягающие, водопроводящие, дорожные и другие сооружения.

Горизонтальный дренаж – система искусственных водотоков-дрен, расположенных на небольшой глубине с определенным уклоном для сбора и отвода избыточной воды из почвы.

Гравитационная вода – наиболее подвижная форма воды, заполняющая поры, пустоты и трещины в почве (породе), способная перемещаться под действием силы тяжести.

Градиент напора – гидравлический уклон, или понижение напора, отнесенное к единице длины рассматриваемого участка водного потока.

Дамба – гидротехническое сооружение в виде насыпи, подобное земляной плотине. Различают напорные (для защиты земель от затопления) и безнапорные дамбы. Насыпают их, как правило, из местного грунта.

Дискование – поверхностная обработка почвы дисковыми боронами и луцильниками. Проводят с целью размельчения пласта после вспашки, для усиления газообмена в почве.

Дренаж – часть осушительной сети, обеспечивающая сбор и отвод воды в проводящую сеть. Различают горизонтальный, вертикальный, комбинированный, выборочный дренаж и др.

Закрытая сеть – система подземных трубопроводов (дрен) или полостей в грунте (кротование, щелевой дренаж) на мелиорируемых землях.

Землевание – нанесение плодородного слоя почвы или породы на малопродуктивные земли с целью их коренного и долговременного улучшения. Проводят землевание солонцов, пескование или глинование торфов.

Зона аэрации – часть грунтовой толщи между дневной поверхностью и уровнем грунтовых вод. При колебании последнего мощность зоны аэрации изменяется, что отражается на величине инфильтрации и испарения грунтовых вод.

Кавальер – земляная насыпь правильного профиля, образованная из грунта выемки при устройстве канала.

Канава – искусственное русло, отличающееся от канала отсутствием выдержанного уклона дна.

Канал – искусственное русло правильной формы с уклоном дна в сторону отвода воды и с безнапорным течением, устраиваемое в грунте. Различают осушительные, оросительные, судоходные, рыбоводные и др. каналы.

Капиллярная кайма – слой грунта (почвы), расположенный над уровнем грунтовых вод, содержащий в себе капиллярно-подпертую влагу, гидравлически соединенную с влагой водоносного горизонта.

Коллектор – подземный трубопровод (иногда канал), предназначенный для приема грунтовых и поверхностных вод и отвода их в водоприемник или проводящий канал.

Колодец-поглотитель – инженерное сооружение для отвода поверхностных вод из местных замкнутых понижений в закрытый коллектор, а по нему в водоприемник или канал.

Коренное улучшение лугов и пастбищ – способ улучшения естественных кормовых угодий, включающий полное разрушение дернины и создание нового травостоя путем залужения – посева высокопродуктивных и при-

способленных к конкретным условиям видов трав. Включает три группы мероприятий: гидротехнические, культуртехнические и агротехнические.

Ландшафт – природно-территориальный комплекс, однородный по своему происхождению и истории развития, обладающий единым геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биоценозов и закономерным набором морфологических частей – фаций и урочищ.

Ловчий канал – канал, предназначенный для защиты территории от притока грунтовых вод с вышележащей водосборной площади.

Машинное осушение – осушение, при котором сброс воды производится насосной станцией (установкой). Применяется при отсутствии надежного водоприемника для самотечного осушения.

Мелиоративная система – комплекс взаимосвязанных гидротехнических и других сооружений и устройств (каналы, дамбы, трубопроводы и пр.) на мелиорируемых землях, обеспечивающих создание благоприятного для земледелия водного режима почвы путем осушения и (или) орошения.

Модуль стока – количество (расход) воды, стекающей с площади бассейна реки или канала в единицу времени. Выражается в л/с·га или $\text{м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$.

Насосная станция – комплекс гидротехнических сооружений и оборудования, обеспечивающий забор воды из осушительного канала или источника орошения, подъем и транспортировку ее в водоприемник или к месту потребления.

Низинное болото – болото с наличием в растительном покрове и торфе эвтрофных растений, требовательных к минеральному питанию (осоки, зеленые мхи и др.), отсутствием сфагнома. Подразделяются на подтипы: лесной, лесо-топяной и топяной.

Норма осушения – расстояние от поверхности земли до поверхности подземных вод, при котором обеспечиваются оптимальные условия выращивания сельскохозяйственной культуры.

Обеспеченность – повторяемость какой-либо величины (например, осадков, расхода, уровня воды, дефицита водопотребления и пр.) в течение определенного периода времени; численное значение в % вероятности того, что рассматриваемое значение величины может быть превышено.

Окультуривание почвы – восстановление и повышение плодородия почвы после осушения и проведения культуртехнической мелиорации; проводят в комплексе с приемами агротехники.

Осушительно-увлажнительная система – осушительная система с увлажнительной (оросительной) сетью и сооружениями на осушаемых землях.

Осушаемые земли – земли, на которых имеется осушительная сеть, обеспечивающая нормальный водно-воздушный режим для произрастания на них сельскохозяйственных культур и насаждений.

Планировка почвы – выравнивание поверхности земли, достигается путем засыпки понижений и срезки возвышений в пределах микрорельефа. Различают строительную и эксплуатационную планировку. Выполняется специальными машинами – планировщиками, грейдерами, бульдозерами.

Плодородие почвы – способность почвы обеспечивать получение урожая сельскохозяйственных культур в конкретных природных и экономических условиях (технологиях).

Поверхностное улучшение лугов – способ улучшения естественных кормовых угодий на основе агротехнических и агромелиоративных приемов. Оно включает очистку земли от кустарников, камней, кочек, выборочное осушение, внесение удобрений, уход за дерниной и травостоем.

Реконструкция – комплекс работ и мероприятий, направленный на повышение технического уровня действующих мелиоративных систем путем изменения конструкций и основных параметров сети, замену устаревших сооружений и внедрение автоматизации управления водным режимом с целью повышения продуктивности мелиорируемых земель на основе новой техники и передовой технологии, лучшей организации труда, улучшения его условий и роста производительности.

Севооборот – научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур во времени и на территории – составная часть системы земледелия. Три типа севооборотов: полевые, кормовые и специальные.

Способ осушения земель – комплекс определенных мер и приемов сбора и отвода поверхностных и (или) подземных вод.

Способ орошения земель – комплекс определенных мер и приемов распределения воды на поливном участке и превращения водного потока в почвенную и атмосферную влагу.

Сработка торфа – уменьшение мощности торфяной залежи и почвы при выращивании на осушаемом болоте сельскохозяйственных культур под влиянием биохимических процессов.

Торф – обводненная горная порода растительного происхождения. Образуется в результате естественного отмирания и неполного распада болотных растений под воздействием биохимических процессов в условиях повышенной влажности и недостатка кислорода.

Торфяная залежь – вертикальное напластование отдельных видов торфов от поверхности до минерального дна болота, формирующееся в процессе его развития.

Торфяно-болотные почвы – почвы, формирующиеся в условиях постоянного избыточного увлажнения под влаголюбивой растительностью.

Ускоренное освоение земель – освоение мелиорируемых земель под пашню после срезки древесно-кустарниковой растительности и кочек без посева предварительных культур.

Экологическая безопасность – совокупность состояний процессов и действий, связанных с функционированием мелиоративных систем, обеспечивающая экологический баланс в окружающей среде и не приводящая к жизненно важным ущербам, наносимым природной среде и человеку.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
Часть I. Вводная.....	7
Глава 1. Введение в мелиорацию торфяных болот.....	8
1.1. Направления использования торфа в сельском хозяйстве.....	8
1.2. Историческая справка о мелиорации болот.....	10
1.3. Потребности в осушении. Мелиоративный фонд.....	13
1.4. Проектирование осушительных мелиораций.....	14
1.5. Изыскания для составления проектов.....	17
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>19</i>
Глава 2. Природные условия осушаемых болот.....	20
2.1. Особенности торфяной почвы и изменение ее свойств после осушения....	
2.2. Типы водного питания.....	20
2.3. Водный баланс осушаемых земель.....	36
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>37</i>
Глава 3. Режим осушения торфяной почвы.....	39
3.1. Понятие о режиме осушения.....	40
3.2. Оптимальный водный режим почвы.....	40
3.3. Требования земледелия к осушению.....	48
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>46</i>
Литература.....	49
Часть II. Осушение. Осушительные системы.....	50
Глава 4. Методы и способы осушения.....	51
4.1. Методы осушения.....	52
4.2. Способы осушения.....	52
4.3. Осушительная система и ее основные элементы.....	52
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>53</i>
Глава 5. Регулирующая сеть.....	57
5.1. Регулирующая сеть для отвода поверхностных вод.....	58
5.2. Регулирующая сеть для понижения уровней грунтовых вод.....	58
5.3. Закрытый дренаж.....	60
5.4. Определение расстояний между дренами и каналами.....	64
5.5. Вертикальный дренаж и разгрузочные скважины.....	78
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>80</i>
Глава 6. Ограждающая осушительная сеть.....	82
6.1. Нагорные каналы.....	83
6.2. Ловчие каналы.....	83
6.3. Береговые ловчие дрены.....	84
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>86</i>
Глава 7. Проводящая осушительная сеть.....	86
7.1. Размещение проводящей сети.....	87
7.2. Продольный профиль проводящих каналов.....	87
7.3. Правила вертикального сопряжения.....	88
7.4. Учет осадки торфа при проектировании.....	89
7.5. Поперечные сечения проводящих каналов.....	91
7.6. Определение расходов каналов.....	92
7.7. Расчет проводящей сети.....	94

	<i>Контрольные вопросы</i>	98
Глава 8.	Регулирование водоприемников	105
	8.1. Требования к водоприемникам.....	106
	8.2. Очистка русла.....	106
	8.3. Углубление и расширение русла.....	107
	8.4. Спрявление русла.....	107
	8.5. Выправительные работы.....	108
	8.6. Разгрузка водоприемников.....	109
	8.7. Составление проекта регулирования реки.....	111
	<i>Контрольные вопросы</i>	111
Глава 9.	Мелиорация заболоченных пойм. Польдеры	112
	9.1. Виды пойм и способы их мелиорации.....	113
	9.2. Основные схемы мелиорации пойм.....	113
	9.3. Защита земель от затопления.....	113
	9.4. Кольматаж заболоченных низменностей.....	115
	<i>Контрольные вопросы</i>	117
Глава 10.	Осушение с машинным водоотводом	118
	10.1. Схемы машинного осушения.....	119
	10.2. Конструкции осушительных насосных станций.....	119
	<i>Контрольные вопросы</i>	121
Глава 11.	Увлажнение осушаемых торфяных почв	122
	11.1. Потребность в увлажнении.....	123
	11.2. Режим увлажнения.....	123
	11.3. Способы увлажнения. Конструкции осушительно-увлажнительных си- стем.....	124
	11.4. Системы увлажнения.....	125
	11.5. Водоисточники.....	127
	<i>Контрольные вопросы</i>	128
Глава 12.	Гидротехнические сооружения на осушительной сети. Дороги	128
	12.1. Виды сооружений и условия строительства.....	130
	12.2. Сооружения на каналах.....	130
	12.3. Сооружения на закрытой сети.....	131
	12.4. Дороги на осушаемых землях.....	132
	12.5. Мосты и переезды.....	134
	12.6. Противопожарные мероприятия.....	135
	<i>Контрольные вопросы</i>	137
Глава 13.	Осушение заболоченных лесов и парков	138
	13.1. Лесной мелиоративный фонд.....	139
	13.2. Нормы осушения лесов.....	139
	13.3. Способы осушения. Гидролесомелиоративная система.....	140
	13.4. Эффективность осушения лесов.....	140
	<i>Контрольные вопросы</i>	143
Глава 14.	Осушение болот для добычи торфа	144
	14.1. Способы добычи торфа.....	145
	14.2. Нормы осушения.....	145
	14.3. Способы осушения. Осушительная система.....	146
	14.4. Предварительное осушение.....	146
	<i>Контрольные вопросы</i>	149
	Литература.....	150
		150

Часть III. Освоение и использование мелиорируемых торфяных почв

Глава 15. Культуртехнические работы	151
15.1. Удаление деревьев и кустарников.....	152
15.2. Планировка поверхности.....	152
15.3. Первичная обработка мелиорируемых земель.....	154
15.4. Окультуривание торфяной почвы.....	155
<i>Контрольные вопросы</i>	155
Глава 16. Сельскохозяйственное использование торфяных почв	158
16.1. Использование почвы в период окультуривания.....	159
16.2. Севообороты и монокультура на торфяной почве	159
16.3. Выращивание клюквы и голубики.....	159
16.4. Эксплуатация мелиоративной системы.....	162
16.5. Экономическая эффективность мелиорации болот.....	164
16.6. Реконструкция мелиоративных систем.....	165
<i>Контрольные вопросы</i>	167
Литература.....	168
Часть IV. Охрана природы при мелиорации болот	168
Глава 17. Основные задачи охраны природы при мелиорации земель	169
17.1. Общие положения.....	170
17.2. Зоны влияния осушительной системы.....	170
17.3. Охрана земель и почв.....	171
17.4. Охрана вод.....	171
17.5. Охрана воздуха, флоры и фауны.....	172
17.6. Охрана ландшафта и недр.....	173
<i>Контрольные вопросы</i>	176
Глава 18. Охрана здоровья человека и социальные мероприятия	177
18.1. Охрана здоровья.....	178
18.2. Социальные вопросы при мелиорации.....	178
<i>Контрольные вопросы</i>	179
Глава 19. Продление долговечности торфяной почвы и восстановление болот...	181
19.1. Создание почвы при сработке торфа.....	181
19.2. Биологический ремонт торфяной почвы.....	181
19.3. Использование мелиоративной залежи.....	181
19.4. Использование заболоченных земель для рекреации.....	184
19.5. Использование торфяных выработок и искусственное заболачивание....	186
<i>Контрольные вопросы</i>	188
Литература.....	190
Приложение А. Тематика курсовых и дипломных работ	190
Приложение Б. Глоссарий	193
	193
	194
	199

Учебное издание

Маслов Борис Степанович

МЕЛИОРАЦИЯ ТОРФЯНЫХ БОЛОТ

Учебник

Ответственный за выпуск :
Технический редактор:

Подписано в печать:

Заказ

Тираж:

Формат: 60x84/16

Печать: трафаретная

Усл.печ.л.

Бумага: офсетная

Уч.-изд.л.

Издательство Томского государственного
педагогического университета
Отпечатано в типографии ТГПУ

634041, Томск, ул. Герцена, 49. Тел. (382 2) 52-12-93.