

## Лекция 14. Специальные виды осушения

1. Вертикальный дренаж
2. Мелиорация земель сельских поселений
3. Осушение теплиц
4. Осушение болот для добычи торфа
5. Водоотвод и дренаж на аэродромах и спортивных площадках
6. Осушение лесов

**К специальным видам осушения относят** вертикальный дренаж, осушение земель несельскохозяйственного назначения и др.

По целевому назначению и правовому режиму выделяют несколько категорий несельскохозяйственных земель:

- земли поселений;
- земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, обороны и иного специального назначения;
- земли особо охраняемых территорий и объектов природоохранного, оздоровительного, рекреационного, историко-культурного и научного назначения;
- земли лесного фонда и др.

В данном разделе рассматриваются особенности мелиорации земель сельских поселений, осушения болот с целью добычи торфа, водоотвод и дренаж на аэродромах и стадионах, мелиорация земель лесного фонда.

### 1. Вертикальный дренаж

**Вертикальный дренаж** – один из способов проведения гидромелиораций, позволяющий оперативно управлять водным режимом почв, экономно расходовать водные ресурсы, автоматизировать процессы регулирования почвенной влагой как при осушении, так и при увлажнении.

Осушение вертикальным дренажем осуществляется путем откачки воды насосами из специальных вертикальных колодцев-скважин, заложенных в водоносном слое, или путем самотечного отвода из напорного водоносного слоя. Воду отводят в ближайший искусственный (пруд, водоем, водохранилище) или естественный водоприемник. Вода может использоваться также на увлажнение, орошение и другие хозяйственные нужды с забором непосредственно из скважин или искусственных водоемов-накопителей (рис. 14.1).

Плановое расположение скважин вертикального дренажа необходимо увязывать с геологическим и гидрогеологическим строением, рельефом, границами мелиорируемого участка, применяемой дождевальной техникой, намечаемым сельскохозяйственным использованием мелиорируемых земель.

Целесообразность устройства системы вертикального дренажа определяется водохозяйственными и технико-экономическими расчетами на основе разрабатываемых вариантов.

Выбор площадей для проектирования систем вертикального дренажа осуществляется на основании имеющихся гидрогеологических карт района, отчетов по инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям и съемкам, выполненных на данной и прилегающей территории.

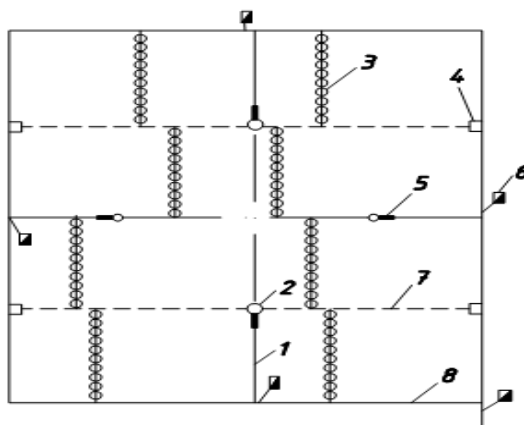


Рис. 14.1. Схема осушительно-увлажнительной системы на базе вертикального дренажа:

- 1 – сбросной канал; 2 – вертикальные дрены;  
 3 – дождевальная машина «Волжанка» («Днепр»);  
 4 – передвижная насосная станция; 5 – пленочный экран;  
 6 – шлюз-регулятор; 7 – разборный трубопровод; 8 – ограждающие каналы

Вертикальный дренаж целесообразен при осушении заболоченных котловин и плоских низменностей, удаленных от водоприемников. Осушение и регулирование грунтовых вод с его использованием производится на объектах грунтового и грунтово-напорного водного питания, на постоянно подтапливаемых землях со стороны водоемов и водотоков.

Технически и экономически вертикальный дренаж эффективен только в том случае, если одна скважина может обеспечить требуемый уровень грунтовых вод на площади не менее 20 га за период откачки 10–15 сут.

Системы вертикального дренажа подразделяются на осушительные и осушительно-оросительные. В состав системы входят вертикальные скважины с насосно-силовым оборудованием, каналы, трубопроводы, водорегулирующие и переездные сооружения, насосные станции, линии электропередач, пункты и средства управления автоматики, телемеханики и связи. Осушительно-оросительные системы дополнительно включают дождевальные агрегаты, аккумулирующие бассейны и напорные трубопроводы.

## 2. Мелиорация земель сельских поселений

Строительство населенных пунктов и промышленных объектов изменяет водный режим поверхностных и грунтовых вод. При этом могут возникнуть новые источники избыточных поверхностных и грунтовых вод вследствие разных причин.

Для благоустройства застраиваемых территорий необходима организация поверхностного стока. Своевременное удаление вод снижает инфильтрацию воды в грунты, не допуская уменьшения ее прочности. Отведение поверхностной воды от частей зданий и сооружений увеличивает продолжительность их службы. Уменьшение притока поверхностной воды на строительные и промышленные площадки достигается ограждением их от притока воды извне, планировкой поверхности, сооружением сети ливнестоков.

Для ограждения территории от притока поверхностных вод применяют нагорные каналы или лотки. Вода из оградительной сети отводится самотеком по специальным

сбросам в водоприемники, минуя внутреннюю водоотводящую сеть. Параметры каналов устанавливают на основании гидрологических и гидравлических расчетов. Полученную расчетом глубину каналов увеличивают на 0,1–0,2 м для учета возможного заиления и еще на 0,25–0,30 м для превышения бровки над наивысшим уровнем воды в канале. Чтобы каналы работали эффективно, уклон дна должен быть не менее 0,0005. Максимальная скорость движения воды не должна превышать допустимую на размыв: в песках – 0,5, суглинках – 1,0, глинах – 1,5 м/с. Каналы и лотки рассчитывают на пропуск максимальных расходов весеннего или летне-осеннего паводка 10%-й обеспеченности.

Организацию стока поверхностной воды внутри участков осуществляют путем соответствующей планировки улиц, проездов. Продольные уклоны улиц и проездов на территориях промышленных предприятий должны находиться в пределах 0,003–0,008 в зависимости от типов покрытий. Отвод ливневых и талых вод с территории осуществляется водосточной сетью открытого, закрытого или смешанного типов. Открытая водосточная сеть устраивается в небольших поселках с малой плотностью застройки и при незначительной протяженности дорог и тротуаров с твердым покрытием. Она также применяется на вспомогательных территориях предприятий и на территориях животноводческих комплексов. Открытая сеть состоит из ряда неглубоких каналов или лотков-собирателей поверхностных вод и магистральных каналов. На улицах и проездах поверхностные воды отводят по кюветам. Каналы-собиратели или кюветы должны быть глубиной не менее 0,5 м (максимальная глубина устанавливается из условий рельефа местности, расходов воды и не должна превышать 2,0 м). Они имеют трапециевидальное поперечное сечение.

При пересечении каналов с улицами и тротуарами применяют трубы или устраивают мостовые переходы. Ливневые воды, стекающие с крыш зданий, внутри кварталов при плотной многоэтажной застройке отводятся открытыми лотками.

Закрытая система ливнепроводов применяется при плотной многоэтажной застройке с твердым покрытием улиц и внутриквартальных проездов. Такую же сеть применяют на территории промышленных предприятий при высокой плотности застройки и разветвленной сети проездов. Закрытая сеть включает уличные лотки, из которых вода поступает в дождеприемный колодец, магистральный и соединительный коллекторы (рис. 14.2).

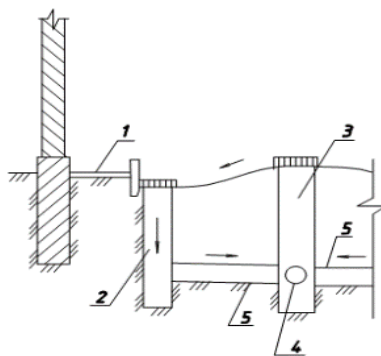


Рис. 14.2. Закрытая ливнепроводная система:

- 1 – тротуар; 2 – дождеприемный колодец; 3 – смотровой колодец с крышкой;  
4 – магистральный (главный коллектор); 5 – соединительный коллектор

Дождеприемные колодцы устраивают по обеим сторонам улиц через 50–150 м по длине в зависимости от характера профиля их трассы. Эти колодцы выполняют глубиной до 2 м из сборного железобетона, а сверху перекрывают чугуной решеткой. Вода из них поступает по соединительным коллекторам в магистральный (главный) коллектор, проходящий под центром улицы. Диаметр соединительных коллекторов составляет 300–400 мм, а магистрального – до 900 мм.

Для устройства коллекторной сети применяют асбестоцементные, железобетонные и бетонные трубы. Верх трубы должен находиться на глубине не менее 1,5 м, а их основание заглубляться под уровень промерзания грунта. Минимальные уклоны дна коллекторов составляют 0,004–0,005. При проектировании водосточной сети территория населенных пунктов и промышленных предприятий разбивается на отдельные водосборные участки площадью не более 100 га, чтобы не перегружать проводящую сеть. Внутри каждого участка прокладывают магистральный коллектор, к которому подводят коллекторы младших порядков.

К существенному изменению водного режима приводит подтопление территорий, которое вызывает подпоры воды в водотоках, водохранилищах, приток грунтовых и грунтово-напорных вод со стороны. Кроме этих причин создавать подтопление могут утечки воды из трубопроводов, резервуаров, а также фильтрация из очистных сооружений. К подобным последствиям приводят также просадки поверхности земли при добыче полезных ископаемых.

При покрытии территории (дорог, площадок) слабоводопроницаемыми материалами снижается расходование грунтовой воды на испарение и поэтому усиливается пополнение запасов грунтовых вод. Изменение рельефа территории при ее планировке и застройке приводит к нарушению исторически сложившегося баланса водных ресурсов. Наличие насыпей, дорог и других искусственных сооружений увеличивает инфильтрацию к грунтовым водам, поднимая их уровень.

Подъем грунтовых вод приводит к уменьшению несущей способности грунтов. Иногда возникают осадки и просадки основания, приводящие к деформации сооружений. Поднимающиеся грунтовые воды могут затапливать подземные части зданий – подвалы, галереи с коммуникациями. Минерализованные грунтовые воды, вступая в контакт с подземными сооружениями, вызывают их разрушение вследствие коррозии. При близком залегании грунтовых вод уменьшается несущая способность дорожных покрытий, возможна гибель зеленых насаждений. Поэтому при изысканиях и проектировании населенных пунктов и промышленных предприятий тщательно изучают возможные изменения водного режима, прогнозируют величину подъема уровня грунтовых вод. При недоступном подъеме уровня грунтовых вод необходимо принимать меры по борьбе с подтоплением. Эти меры подразделяются на предупредительные и защитные.

*Предупредительные* меры предусматривают уменьшение питания грунтовых вод или отвод воды от оснований сооружений. Это достигается созданием защитных сооружений – оградительной и ливнесточной сети. Нельзя допустить утечек воды из сооружений, служащих для ее хранения или перемещения. К предупредительным мерам относят также расчистку и сохранение естественной гидрографической сети. Понижению уровня грунтовых вод способствуют посадки деревьев и кустарников в виде полос или зеленых массивов. К предупредительным мерам также относят уплотнение грунта при

обратной засыпке, которое необходимо для предупреждения конденсации водяных паров в основании зданий и сооружений. Эту задачу можно решить и путем применения вентиляционного дренажа.

К *защитным* мероприятиям относят: искусственное повышение поверхности застраиваемой территории; защиту отдельных зданий и сооружений; устройство гидроизоляции, пристенного, пластового и контурного дренажей, головных, береговых перехватывающих каналов и дрен; систематический дренаж на всей застраиваемой территории или на части ее; защиту подземных коммуникаций, частей зданий и сооружений, котлованов, траншей и прочих выработок с помощью вакуумного дренажа.

Повышение поверхности применяется при строительстве зданий и сооружений на пониженных участках. Проектная отметка вновь создаваемой поверхности назначается такой, чтобы уровень грунтовых вод не подтапливал сооружения. Для отсыпки используют местный грунт, который через каждые 15–20 см уплотняют. Гидроизоляция применяется для защиты подземных частей зданий и сооружений от воздействия грунтовых вод и повышенной влажности окружающих грунтов.

Глубина понижения уровня грунтовых вод (норма осушения) должна составлять для жилой застройки и общественных зданий 2 м; парков, скверов и других зеленых насаждений – 1 м, промышленных площадок – не менее 3,0–3,5 м.

*Пристенный дренаж* применяют при неглубоком залегании водоупора. Он служит для перехвата притекающих к сооружению грунтовых вод (рис. 14.3). В качестве дренажных применяют пористые трубы.

Пластовый дренаж устраивают при глубоком залегании водоупора. Он принимает воду всей своей фильтрующей гравийной засыпкой, которая отводится дренажной трубой.

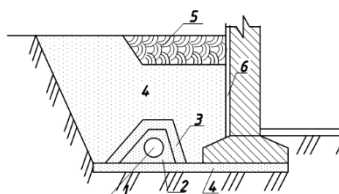


Рис. 14.3. Пристенный дренаж:

1 – труба; 2 – гравий; 3 – крупнозернистый песок;  
4 – песок; 5 – засыпка местным грунтом; 6 – оклеечная гидроизоляция

Контурный дренаж предназначается для защиты от подтопления отдельных зданий и сооружений или для устранения подтопления со стороны локальных источников питания грунтовых вод (искусственных водоемов, отстойников, бассейнов и т. д.). В отличие от пристенного и пластового контурный дренаж может сооружаться и на застроенной территории при опасном подъеме уровня грунтовых вод. Контурный дренаж выполняют в виде горизонтальных или вертикальных дрен. Если под слабопроницаемым грунтом толщиной 10–15 м залегает водоносный напорный пласт, возможно применение комбинированного дренажа, состоящего из горизонтальных дрен, дополненных самоизливающимися вертикальными скважинами. Контурный дренаж может быть замкнутым, который ограждает объект со всех сторон, или линейным, при котором

дренаж укладывают вдоль длинных сторон объекта.

Систематический дренаж на территориях сельскохозяйственных населенных пунктов и промышленных предприятий применяют в тех случаях, когда перечисленные выше меры борьбы с подтоплением оказываются недостаточными. Систематический дренаж может быть горизонтальным (трубчатым) и вертикальным.

Выбор типа дренажа обосновывается технико-экономическими расчетами и зависит от природных условий и степени освоенности территории.

Для строительства горизонтального дренажа применяют керамические, асбестоцементные, пластмассовые трубы, а также трубы с пористыми стенками – трубофильтры. Асбестоцементные безнапорные трубы используют при необходимости укладки их на большие глубины.

Трубофильтры диаметром 250–740 мм и толщиной стенок 50–120 мм изготавливают из пористого бетона. Длина этих труб составляет 1 м. Их применяют при устройстве дренажа на глубинах 2,5–12 м в неагрессивных по отношению к бетону средах. Трубофильтры применяют в средне- и крупнозернистых песках с диаметром частиц более 0,2 мм с обратной засыпкой этим же грунтом. Если их требуется уложить в супесчаные грунты и мелкозернистые пылеватые пески, трубофильтры необходимо обсыпать слоем крупнозернистого песка. Делается это с целью увеличения водопримемной способности и защиты дрен от заиления.

Все дренажные трубы укладывают на песчано-гравийную подготовку, которая является составной частью фильтра. Фильтры дренажных труб устраивают в виде рыхлых обсыпок, состоящих из двух слоев по 15 см толщиной каждый – из гравия трубы и крупнозернистого песка.

Фильтры из минеральных волокнистых материалов применяют в слабокислых и слабощелочных грунтовых водах с минерализацией до 50 мг/л и при наличии железистых соединений в грунтовой воде не более 5 мг/л. В сжатом состоянии коэффициент фильтрации нетканых фильтров должен в 5 раз превышать коэффициент фильтрации естественных несвязных грунтов и в 20 раз – связных. После укладки вокруг труб волокнистые материалы присыпают песчаным неотсортированным грунтом.

*Вакуумный дренаж* представляет собой осушительную сеть, с помощью которой в почве создается искусственное гравитационное поле, увеличивающее осушающий эффект дрены. Искусственное гравитационное поле получают путем образования вакуума в полости закрытых дрен. Вакуумирование дрен позволяет свободную поверхность воды опускать ниже глубины заложения дренажных труб. Вакуумный дренаж эффективен в почвогрунтах с коэффициентом фильтрации от 0,01 до 0,3 м/сут. В этом диапазоне его эффект по сравнению с обычным дренажем увеличивается с уменьшением коэффициента фильтрации. Вакуумный дренаж рекомендуется для локальной защиты от подтопления подземных коммуникаций, частей зданий и сооружений, котлованов, траншей и прочих выработок.

### **3. Осушение теплиц**

Дренажные системы в теплицах применяются для регулирования водного режима почвы или субстрата, на котором возделываются растения. Обычно они сочетают функции осушительной и увлажнительной сетей. В грунтовых теплицах обычно сеть состоит из нескольких параллельных дренажных полиэтиленовых или керамических труб с

диаметром 65–75 мм, глубиной 25 см, уклоном 0,003–0,005 и расстоянием между ними 0,5–0,7 м.

В стеллажных теплицах трубы укладывают непосредственно на дно стеллажа в один или два ряда в зависимости от его ширины. В современных тепличных комбинатах по объему дренажа (до 30 %) судят о необходимости прекращения полива и подачи субстрата растениям.

#### **4. Осушение болот для добычи торфа**

Добывающая промышленность – это одна из областей природопользования, отрасль, занимающаяся изъятием природного вещества в виде сырья из недр земли, одной из разновидностей которой является осушение болот для добычи торфа.

Торф широко используется в народном хозяйстве (химическая промышленность, медицина, производство строительных материалов, сельское хозяйство). В Беларуси торф пока еще является одним из топливных компонентов, на основе которого производят брикеты. Его применяют для приготовления органических удобрений, торфяной подстилки скоту и т. д.

В состав торфа входит ряд питательных элементов. Торф, внесенный в почву, улучшает ее структуру, физико-химические свойства, способствует образованию гумуса, развитию микробиологических процессов, повышает влагоемкость почвы. Однако без осушения использовать торф на все эти цели очень сложно.

Задачей осушения торфяных месторождений является создание благоприятного водного режима в зоне выработки промышленных запасов торфа. При этом сбрасывают из торфяной залежи избыточные запасы воды и ограничивают поступление на территорию торфяного месторождения поверхностных и грунтовых вод с прилегающей территории. В результате осушения уменьшается средняя влажность и происходит уплотнение торфяной залежи до эксплуатационного значения, понижается уровень грунтовых вод, повышается выход воздушно-сухого торфа и создаются условия для прохождения торфяных машин. Этого эффекта достигают с помощью осушительной системы.

Осушение торфоплощадок проводится по следующей схеме: оградительная сеть – нагорные каналы (НК); регулирующая сеть – картовые каналы; проводящая сеть – валовые и магистральные каналы (ВК и МК); водоприемник (МК, река).

Длина картовых каналов составляет 200–400 м. Уклоны каналов принимаются равными уклону местности по их трассе или несколько большими (0,003–0,005). Эксплуатационная глубина картовых каналов должна быть не менее 1,7–1,8 м.

Заложение откосов картовых каналов ( $m_k$ ) – 0,25–0,35. Ширина по дну – 0,2–0,3 м (до 0,6). Расстояние между каналами для низинного торфа – 40 м, верхового – 20, переходного – 20–40 м.

Валовые каналы принимают воду от регулирующих картовых. Длина их допускается до 3000–4000 м. Уклоны должны находиться в пределах 0,003–0,005, глубина – не менее 2,5 м и ниже дна картовых не менее чем на 0,5–0,7 м. Заложение откосов – 0,5, ширина по дну – 0,4–0,6 м. Расстояние между валовыми каналами определяется длиной картовых каналов.

Магистральный канал проектируется по наиболее пониженным участкам с уклоном в пределах 0,0003–0,001. Глубина должна быть больше глубины ВК на 0,6–0,7 м. Заложение откосов принимается от 0,5 для малоразложившихся торфов до 1,5 для хорошо

разложившихся минеральных грунтов.

Предельное положение расчетных уровней воды в каналах составляет для МК на 0,4 м выше дна ВК, для ВК – на 0,2 м ниже дна картового.

Устройство осушительной сети необходимо начинать за 1–2 года до промышленной заготовки торфа. При этом поверхность участка должна быть очищена от древесных остатков и тщательно спланирована.

Нормальной средней влажностью считается: для низинного торфа 75–80 %; переходных и смешанных – 73–82 %; верхового на подстилку скоту – 83–84 %. При одинаковой интенсивности осушения хорошо разложившийся низинный торф обладает меньшей влагоемкостью, имеет меньшую влажность, чем верховой.

Цикл разработки торфа состоит из трех стадий:

- 1) фрезерование поверхности торфяной залежи и дробление торфа на крошку размером не более 2,5 см;
- 2) сушка раздробленного слоя до требуемой влажности;
- 3) уборка высушенной крошки в штабеля.

Цикл фрезерной добычи продолжается 2–3 дня. Через 2–3 цикла производится рыхление и выравнивание поверхности. Циклы повторяются. Вывоз торфа осуществляется автотранспортом по дорогам, устроенным вдоль нагорных и магистральных каналов. Выработка торфа и складирование его в штабеля выполняется торфоуборочными бункерными комбайнами. Однако не исключается заготовка торфа при помощи бульдозера или грейдера (особенно на участках неправильной конфигурации).

На торфоплощадке должны быть предусмотрены противопожарные водоемы, а по периметру с внешней стороны – противопожарная полоса шириной не менее 50 м. Полоса засеивается невозгораемыми культурами (травосмесь на зеленую массу, капуста, свекла, картофель и др.).

Если после выработки торфа площадь планируется использовать под сельскохозяйственные культуры, то торф не должен выработываться до дна не менее чем на 0,5 м, а для прудового хозяйства – не менее чем на 0,15 м.

### **5. Водоотвод и дренаж на аэродромах и спортивных площадках**

Задачей *осушения сельскохозяйственных аэродромов* является повышение несущей способности грунта путем быстрого удаления избытка воды. Осушают аэродромные площадки закрытой сетью, устраиваемой из керамических или других труб диаметром не менее 75 мм. При атмосферном водном питании для ускорения стока поверхностной воды устраивают закрытые собиратели с соблюдением всех конструктивных требований для этого типа сооружений. Расстояние между собирателями зависит от грунтов и уклонов поверхности площадки. На глинах и тяжелых суглинках при уклоне поверхности земли 0,002–0,003 это расстояние составляет 6–8 м, а при уклоне 0,025 возрастает до 18–20 м. На супесях расстояние между закрытыми собирателями для указанных условий составляет соответственно 12–14 и 28–30 м. Когда закрытая сеть устраивается для понижения уровня грунтовых вод, то за параметры сети принимают расстояние между дренами – глины и средние суглинки – 4–8 м, суглинок легкий и супесь – 8–12 м, а глубину дрен – в пределах 1,1–1,3 м.

Длина регулирующей сети может достигать 100 м при уклонах 0,005–0,010; закрытая проводящая может проектироваться длиной до 1000 м при уклонах 0,005 – 0,010.

Для защиты летного поля от притока воды извне устраивают оградительную сеть – нагорные, ловчие каналы или дрены. Когда будущая аэродромная площадка подвергается длительному затоплению поверхностными водами во время половодий, применяют дамбы обвалования.

*Осушение спортивных площадок и сооружений.* Стадионы должны быть готовыми к проведению мероприятий буквально через несколько часов после выпадения интенсивных летних осадков. Исходя из этого и устанавливаются параметры осушительной сети. Спортивные площадки и стадионы с травяным покрытием осушают горизонтальной закрытой сетью глубиной 0,7–1,0 м и расстоянием между регулирующими элементами 5–12 м. Уклон сети должен быть не менее 0,003–0,004. Вокруг площадки предусматривают сбросные коллекторы, куда поступает вода из регулирующей сети. Регулирующую сеть устраивают с уклоном от середины площадки к сбросному коллектору. Из сбросного коллектора вода передается в ливнесточную сеть. Регулирующую сеть устраивают из труб диаметром 50–60 мм или в виде траншей, заполненных щебнем или гравийно-галечниковой смесью. Из сбросного коллектора вода попадает в ливнесточную сеть.

## **6. Осушение лесов**

В жизни людей леса играют огромную роль. Они являются местом обитания разнообразной флоры и фауны. Лесные угодья защищают реки и озера от обмеления, а почву – от водной и ветровой эрозии. Древесина используется во многих отраслях народного хозяйства, и потребность в ней постоянно возрастает. Однако значительные площади лесов невозможно освоить вследствие переувлажнения земель, на которых они произрастают. Поэтому для увеличения прироста древесины проводят их осушение. Продуктивность леса после осушения повышается на один-два класса бонитета.

Увеличение прироста древесины начинается уже через 2–3 года после начала осушения, достигая своего максимума через 15–20 лет. Дополнительный прирост древесины в результате осушения составляет в среднем 2–6 м<sup>3</sup> с 1 га, а иногда повышается даже до 10 м<sup>3</sup>. Благодаря осушению растет качество древесины, улучшаются условия естественного и искусственного возобновления леса, эксплуатации и заготовки древесины, оздоровления местности.

Леса осушают в основном систематической сетью открытых каналов с расстоянием между ними 60–300 м. При осушении лесопитомников и лесопарков применяют закрытый дренаж или же комбинированную сеть, состоящую из закрытых и открытых регулирующих элементов. При выборе способа осушения необходимо знать типы водного питания, рельеф осушаемого массива, тип леса, почвогрунтовые условия, наличие кварталных просек.

Средневегетационная норма осушения зависит от породы леса и грунтов и составляет для торфяников от 0,2–0,3 до 0,3–0,7 м. Глубина открытой регулирующей сети колеблется от 0,8 до 1,4 м. Закрытые дрены делают из керамических, пластмассовых и других труб. Глубина дрен принимается от 0,8–1,0 м при атмосферном типе водного питания до 1,0–1,5 м при грунтовом.

Расстояние между дренами колеблется от 20–60 до 100–150 м на низинных торфяниках и от 8–20 м до 40 м на верховых болотах. Открытые элементы осушительной сети и дороги по возможности совмещают с кварталными просеками. Для предупреждения возникновения лесных пожаров и борьбы с ними устраивают

водозадерживающие сооружения на каналах, противопожарные водоемы. Если позволяют условия, к осушительной сети подсоединяют водоподводящие каналы, забирающие воду из гарантированных источников.

В дополнение к осушительной сети проектируют борозды для сбора воды из мелких понижений. Размещение их зависит от наличия понижений; длина борозд не должна превышать 160–200 м, а глубина – 0,3–0,7 м. Для перевода воды из-за кавальеров в открытые каналы устраивают воронки. В целом все элементы осушительной системы, предназначенной для осушения лесов, аналогичны элементам, устраиваемым при осушении земель под сельскохозяйственные угодья.