63(083)
М 31

Б.С.Маслов, И.В.Минаев, К.В.Губер

СПРАВОЧНИК ПО МЕЛИОРАЦИИ

338281
П93
БИБЛИОТЕКА
Сумского филиала
ХПИ им. В. К. Арсеева

МОСКВА
РОСАГРОПРОМИЗДАТ
1989

ББК 40.6
М31
УДК 631.6

Введение, главы 1 (кроме раздела «Оградительная сеть»), 2, 3, 8, 10—15 написаны Б. С. Масловым;
главы 4, 5 и 17 — К. В. Губером;
главы 6, 7 и раздел «Оградительная сеть» — И. В. Минаевым;
глава 9 и раздел «Лесонасаждения на орошаемых землях» главы 13 — Б. С. Масловым и К. В. Губером;
глава 16 — И. В. Минаевым и К. В. Губером.

Маслов Б. С., Минаев И. В., Губер К. В.
М31 Справочник по мелиорации. — М.: Росагропромиздат, 1989.— 384 с.: ил.
ISBN 5-260-00187-7.

В справочнике систематизирован материал по различным видам сельскохозяйственных мелиораций, приведены конструкции осушительных и оросительных систем. Даны рекомендации по охране окружающей среды на мелиорированных землях, а также расчеты экономической эффективности мелиораций.

Рассчитан на агрономов, мелиораторов, руководителей хозяйств.

М $\frac{3804000000-129}{M104(03)-89}$ 116—89

ББК 40.6

ISBN 5-260-00187-7

© Росагропромиздат, 1989

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 6

1. ОСУШИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 8

ПРИЧИНЫ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ТИПЫ ВОДНОГО ПИТАНИЯ 8

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ 10

РЕЖИМ ОСУШЕНИЯ 13

ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 15

РЕГУЛИРУЮЩАЯ СЕТЬ 17

Открытая сеть (17). Закрытый дренаж (19). Основные параметры горизонтального дренажа (32). Скважины-усилители и вертикальный дренаж (38). Агромелиоративные мероприятия (40).

ОГРАДИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ 41

ПРОВОДЯЩАЯ СЕТЬ 47

Открытая сеть (47). Закрытые коллекторы (48). Гидрологический расчет осушительной сети (52). Гидравлический расчет каналов (56). Расчет глубины каналов и коллекторов (61). Крепление откосов и дна каналов (62).

ВОДОПРИЕМНИКИ 63

СИСТЕМЫ МАШИННОГО ОСУШЕНИЯ 64

СООРУЖЕНИЯ НА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ 67

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ 69

ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 78

2. ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ 85

ПОТРЕБНОСТЬ В МЕЛИОРАЦИИ И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ 85

НОРМЫ ОСУШЕНИЯ 86

ЛЕСООСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 87

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСООСУШЕНИЯ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ 94

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ 96

3. ПРОТИВОПАВОДКОВЫЕ МЕЛИОРАЦИИ. БОРЬБА С НАВОДНЕНИЯМИ 99

ОБВАЛОВАНИЕ 100

РЕГУЛИРОВАНИЕ И РАЗГРУЗКА РУСЕЛ РЕК 107

4. ОРОСИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 111

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА 111

РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР 115

СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ОРОШЕНИЯ 135

Поверхностное орошение (135). Дождевание (148). Внутрипочвенное, капельное и аэрозольное орошение (163).

ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ 166

Открытая сеть (166). Закрытая сеть (172). Комбинированная сеть (178). Водосборно-сбросная сеть (179).

РИСОВЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ 180

Особенности и типы оросительных систем (180). Схемы и расчеты сети (186). Режимы орошения (188).

ОРОШЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ 190

ОРОШЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ 197

Орошение хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками (197). Орошение животноводческими стоками (201).

5. УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 204

ОРОШЕНИЕ ИЗ ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ 206

ЛИМАННОЕ ОРОШЕНИЕ 210

6. СНЕЖНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 216

7. ОБВОДНИТЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 219

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ 220

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ 222

8. МЕЛИОРАЦИЯ СОЛОНЦОВ 226

9. БОРЬБА С ЗАСОЛЕНИЕМ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ 231

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ 231

ДРЕНАЖ 236

ПРОМЫВКА ПОЧВ 243

10. КУЛЬТУРТЕХНИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ 249

ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ 249

УДАЛЕНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ 254

УДАЛЕНИЕ КАМНЕЙ 261

УДАЛЕНИЕ КОЧЕК И ДЕРНИНЫ 263

ПЛАНИРОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ 266

ОКУЛЬТУРИВАНИЕ ПОЧВЫ 272

11. СТРУКТУРНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 273

ЗЕМЛЕВАНИЕ 273

ТОРФОВАНИЕ 277

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПРОПЕЛЯ 280

Технология намыва сапропеля (282). Переработка сапропеля на удобрения (284).

КОЛЬМАТАЖ 285

12. ХИМИЧЕСКИЕ МЕЛИОРАЦИИ 288

ИЗВЕСТКОВАНИЕ 288

ГИПСОВАНИЕ 295

КИСЛОВАНИЕ 297

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ 301

13. АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ 306
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 306
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ 307
ПОЛЕЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ 313
ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ 316
Принципы размещения защитных насаждений (317). Технология посадки и ухода за лесонасаждениями (323).
ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ 327
ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПАСТБИЩ. ЗООМЕЛИОРАЦИИ 327
14. МЕЛИОРАЦИЯ ОВРАЖНО-БАЛОЧНЫХ ЗЕМЕЛЬ 330
ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ И МЕЛИОРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ 330
КРЕПЛЕНИЕ ВЕРШИН, ВЫПОЛАЖИВАНИЕ И ЗАСЫПКА ОВРАГОВ И БАЛОК 338
ЛУГОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ 340
ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ. ТЕРРАСИРОВАНИЕ СКЛОНОВ 343
ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ 349
Сооружения на водосборной площади (350). Вершинные овражные (сопрягающие) сооружения (357). Русловые и донные сооружения (357).
15. ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫЕ И ПРОТИВОСЕЛЕВЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 361
ПРИРОДА ОПОЛЗНЕЙ 361
МЕРЫ БОРЬБЫ С ОПОЛЗНЯМИ 362
ПРОТИВОСЕЛЕВЫЕ МЕЛИОРАЦИИ 367
16. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ПРИРОДЫ 369
17. УКРУПНЕННЫЕ НОРМАТИВЫ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ В МЕЛИОРАЦИЮ 373
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 382

Введение

Одним из важнейших средств повышения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур является мелиорация земель.

В настоящее время различными видами мелиорации охвачено около $^1/_3$ площади сельскохозяйственных угодий. Благодаря этому резко возросла продуктивность земель в республиках советской Прибалтики, в Полесье Белоруссии и Украины, в Ставропольском крае и Саратовской области РСФСР, в Закарпатской, Крымской и Херсонской областях УССР и во многих других республиках и областях.

За счет проведения мелиоративных работ за последние 20 лет площадь сельскохозяйственных угодий в стране увеличилась на 10 млн. га, в том числе пашни — на 7 млн. га. Орошаемые и осушенные земли дают $^1/_3$ всей продукции земледелия, занимая 12% площади сельскохозяйственных угодий. На них выращивают весь хлопок и рис, 78% овощей, 49 — фруктов и винограда, 32— зерна кукурузы, 20% кормов.

В условиях интенсификации производства мелиорация выполняет наряду с экономическими и социальными задачами экологическую функцию. Главное при этом предупредить проявление возможных негативных ее влияний на природную среду.

Большое значение имеет выбор оптимальной системы мелиорации. Под системой мелиорации подразумевается соответствующий природным условиям конкретного региона, хозяйства и поля комплекс гидротехнических, агролесомелиоративных, культуртехнических, противоэрозионных, противосолевых, агротехнических и других мероприятий, направленных на регулирование водного, воздушного и солевого режимов почв, получение устойчиво высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Научно-технический прогресс ориентирует на создание технически совершенных мелиоративных систем с полным учетом используемых ресурсов: земельных, водных, финансовых, материально-технических, энергетических, трудовых и экологических. Для каждого объекта мелиорации необходимо найти оптимальный вариант мелиоративной системы и ее параметров, а также рациональную технологию освоения и сельскохозяйственного использования мелиорируемых земель. Эффективность мелиорации зависит от уровня хозяйствования, пересмотра структуры посевных площадей, своевременного перехода от монокультуры (риса, хлопчатника и др.) на научно обоснованные севообороты, а также от применения прогрессивных форм организации и оплаты труда.

Таким образом, основой современной мелиорации является комплексность. Рациональные сочетания различных видов мелиораций изменяются по зонам

РСФСР. В лесной зоне с избыточным и неустойчивым увлажнением главными видами мелиораций являются осушение, культуртехника, борьба с наводнениями; в лесостепной зоне — агролесомелиорации, мелиорация овражно-балочных земель, орошение; в сухостепной и пустынной зонах — орошение, обводнение, агролесомелиорации, противосолевые и химические мелиорации.

Единая классификация мелиораций в настоящее время отсутствует. Разные авторы выделяют 30—40 видов мелиораций. Учебников и справочных пособий по всем видам мелиораций пока нет, что в значительной степени сдерживает переход к комплексным мелиорациям.

В настоящем справочнике авторами сделана попытка объединить в одной книге все основные виды мелиораций: осушительные, оросительные, культуртехнические, химические и др. Объем книги не позволил включить материал по тепловым мелиорациям, по рекультивации земель, по той же причине некоторые виды мелиораций (обводнение, борьба с засолением, противооползневые и противоселевые) освещены очень кратко.

При подготовке справочника широко использованы действующие нормативные и методические документы, отраслевые стандарты и рекомендации научно-исследовательских организаций. Из-за своеобразия природно-хозяйственных условий отдельных регионов РСФСР многие параметры и показатели мелиоративных систем должны уточняться на основе региональных пособий и рекомендаций местных научных учреждений.

1. Осушительные мелиорации

ПРИЧИНЫ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ И ТИПЫ ВОДНОГО ПИТАНИЯ

Объектами осушения являются болота, заболоченные и минеральные избыточно увлажненные земли. Различие между ними определяется наличием и мощностью торфа (органогенная порода): при слое торфа более 30 см после осушения — это болота, при слое торфа менее 30 см — заболоченные земли, при отсутствии торфа — минеральные избыточно увлажненные земли.

К торфам относят почвы с зольностью (содержание минеральных частиц в процентах от сухой массы почвы) менее 50—75%. Зольность и состав торфа зависят от вида растений-торфообразователей (осоковый, древесно-тростниковый, гипновый, сфагновый и др.), степени разложения органического вещества (менее 20% — слаборазложившийся торф, 20—35 — среднеразложившийся, более 30% — сильноразложившийся) и условий взаимосвязи болота с прилегающими землями (наносная зольность). В зависимости от мощности торфяной залежи торфяники подразделяют на мелкие (маломощные) при слое торфа менее 1 м, средние — 1—3 м и мощные — более 3 м.

Болота в зависимости от расположения в рельефе и вида слагающего их торфа делят на низинные (евтрофные), переходные (мезотрофные) и верховые (олиготрофные). Для земледелия наиболее ценны низинные болота, сложенные осоковыми, ольховыми и другими видами травяных и древесных торфов, высокозольных и хорошо разложившихся.

По степени заболоченности минеральные почвы подразделяют на неоглеенные (с признаками оглеения на глубине более 1,3 м), глубокооглеенные (слабоглееватые), глееватые и глеевые. Целесообразность их осушения устанавливают в зависимости от почвообразующих пород и характера сельскохозяйственного использования. Как правило, глеевые и глееватые почвы нуждаются в осушении при всех видах использования, кроме естественных сенокосов. Глубокооглеенные почвы осушают под сады, а на тяжелых глинах — и под зерновые, овощные севообороты и пастбища. Даже неоглеенные почвы на тяжелых глинах для интенсивного использования под садами и теплолюбивыми зерновыми культурами нуждаются в осушении. Первоочередные объекты осушительной мелиорации выбирают на основе технико-экономического сопоставления

затрат на осушение с доходами от сельскохозяйственного производства на осушаемой территории.

Переувлажнение земель обусловлено совокупным воздействием комплекса естественных факторов. Основными из них являются: климат (заболоченность больше в северных районах при преобладании атмосферных осадков над испарением), геологическое строение (крупные болотные массивы приурочены к геоструктурным понижениям), гидрогеологические условия (глубина залегания грунтовых вод, наличие водоносных горизонтов и их связь с напорными водами и др.), геоморфология и рельеф местности (пересеченность, уклоны поверхности), гидрологические условия и естественная дренированность территории (глубина вреза рек, густота речной сети, затопление паводковыми водами) и др.

К искусственным (антропогенным) факторам относятся: подтопление и затопление земель при сооружении водохранилищ, шлюзов и других подпорных сооружений, а также при неправильной эксплуатации систем водоснабжения, орошения и канализации (потери воды); снижение дренирующей способности рек при их заилении (распашка земель до берегов рек, отсутствие противоэрозионных мероприятий). К заболачиванию земель ведут ошибки в дорожном строительстве, применение тяжелой сельскохозяйственной техники (уплотнение почвы способствует застою воды в пахотном слое), а также сводка леса и кустарника (устраняется биологический дренаж) и др.

Тип водного питания (ТПВ) объекта определяет основной источник избыточной влаги. Выделяют пять типов водного питания: атмосферный, грунтовой, грунтово-напорный, склоновый (делювиальный) и намывной (аллювиальный).

Количественную основу ТПВ дают на основе уравнения водного баланса с использованием материалов метеорологических, гидрологических, почвенных и гидрогеологических исследований.

Приходные статьи баланса (атмосферные осадки, приток поверхностных грунтовых и напорных вод, конденсация влаги на поверхности и в почве) — Пр определяют по формуле

$$Пр - Р = \Delta W,$$

где Р — расходные элементы баланса (испарение с поверхности почвы и с водной поверхности; транспирация влаги растительностью; поверхностный сток за пределы массива и отток грунтовых вод);

ΔW — изменение запасов влаги на поверхности почвы, в зоне аэрации и грунтовых вод.

Для количественной оценки водообмена грунтовых вод с почвой используют уравнения баланса влаги в зоне аэрации и баланса грунтовых вод, в которые входят инфильтрация (впитывание) воды с поверхности в зону аэрации и до уровня грунтовых вод; конденсация влаги в зоне аэрации; испарение с поверхности грунтовых вод (капиллярный отток в зону аэрации).

Основным приходным элементом водного баланса переувлажненных земель являются атмосферные осадки, основным расходным — испарение.

Грунтовое и грунтово-напорное питание достигает максимальной величины на пойменных притеррасных болотах (до 1,8 мм/сут) и на болотах, расположенных в глубоких понижениях рельефа.

В зависимости от интенсивности грунтового питания ($q_г$) переувлажненные земли делят на следующие четыре категории: слабое ($q_г<0{,}2$ мм/сут); среднее ($q_г=0{,}2—0{,}6$); сильное ($q_г=0{,}6—1{,}5$) и очень сильное питание ($q_г>1{,}5$ мм/сут).

Водно-физические свойства переувлажненных и осушаемых почвогрунтов приведены в таблице 1.

1. Основные водно-физические свойства осушаемых почв

Почва	Объемная масса, г/см³	Пористость, %	Предельная полевая влагоемкость, % объема	Высота капиллярного подъема, см	Коэффициент фильтрации, м/сут	Водоотдача метрового слоя, %
Торф верховой	0,08—0,13	90—95	65—70	60—70	0,0*—0,*n*	2—10
Торф низинный	0,20—0,30	80—90	55—60	60—90	0,0—*n*	8—14
Песок мелкозернистый	1,6—1,7	35—40	12—18	10—20	0,0—*n*	10—20
Супесь	1,4—1,6	40—45	15—20	40—60	0,0*n*	6—15
Суглинок	1,4—1,5	45—50	25—30	100—150	0,00*n*—*n*	1—6
Глина	1,5—1,8	35—45	30—35	200—300	0,00*n*—0,0*n*	0,007—0,05

* *n* — любая значащая цифра от 1 до 9.

Основные водно-физические свойства почвогрунтов: объемная масса ($\gamma_{об}$, г/см³), пористость (P, %), коэффициент фильтрации (К, м/сут), водоотдача (μ) и мощность слоя (Н), в котором изменяется уровень грунтовых вод,— связаны между собой следующими эмпирическими зависимостями: $P=94{,}75—33{,}72\ \gamma_{об}$ — для всех почвогрунтов с $\gamma_{об}>0{,}05$; $\mu=0{,}115^{3}/_{8}H^{3}/_{4}$ — для торфяных (формула И. А. Ивицкого); $\mu=0{,}56K^{1}/_{2}H^{1}/_{3}$ — для минеральных грунтов (формула Г. Д. Эркина).

МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ОСУШЕНИЯ

Метод осушения характеризует основной принцип воздействия на неблагоприятный водный режим переувлажненных земель с целью преобразования его в оптимальный для их хозяйственного ис-

пользования. Он определяет направленность мелиоративных мероприятий.

Способ осушения — способ сбора и отвода избыточных поверхностных и (или) подземных вод с переувлажненных земель. Он представляет собой сочетание технических (инженерных) средств и агротехнических приемов. Методы и способы осушения земель приведены в таблице 2.

2. Методы и способы осушения земель в зависимости от типов водного питания

Природная приуроченность земель	Метод осушения	Способ осушения
1	2	3
	Атмосферное питание	
Плоские равнины с малыми уклонами и западинами, глины, суглинки с глубоким (более 3—5 м) залеганием грунтовых вод, верховые болота	Ускорение поверхностного стока	Устройство открытых каналов (собирателей), искусственных ложбин, закрытых собирателей, планировка поверхности, агромелиоративные мероприятия (выборочное бороздование, профилирование, грядование и гребневание поверхности, узкозагонная вспашка, вспашка вдоль склона)
	Повышение инфильтрационной способности почв	Кротовый и щелевой дренаж, агромелиоративные мероприятия (глубокое рыхление, глубокая вспашка, рыхление подпахотного горизонта, кротование, глубокое мульчирование, известкование почвы, обработка химмелиорантами, пескование торфов, мероприятия по уменьшению глубины промерзания и ускорению оттаивания почвы)
	Грунтовое питание	
Пески, супеси, редко суглинки с неглубоким (0—1,5 м) залеганием уровней грунтовых вод, низинные и переходные болота	Понижение уровней грунтовых вод	Устройство каналов (осушителей), закрытый материальный дренаж (систематический или выборочный), вертикальный, кротовый и щелевой дренаж, углубление естественных дрен (реки, ручьи), кольматаж поверхности

Продолжение

1	2	3
	Перехват потока грунтовых вод	Устройство ловчих каналов и дрен, береговой и вертикальный дренаж
	Уменьшение притока грунтовых вод	Устройство антифильтрационных завес, мероприятия по ограничению питания грунтовых вод (борьба с потерями воды в каналах и пр.), биологический дренаж
	Грунтово-напорное питание	
Нижние части склонов, притеррасные части пойм, предглинтовые низменности, низинные болота; уровни напорных превышают уровни болотных вод	Понижение пьезометрических уровней	Глубокий горизонтальный (открытый и закрытый) и вертикальный дренаж, разгрузочные скважины-усилители горизонтального дренажа
	То же, за пределами объекта	Устройство водозаборов подземных вод, мероприятия по ограничению питания напорного водоносного горизонта
	Склоновое питание	
Нижние части склонов со слабопроницаемыми почвами (глины, суглинки, развита эрозия)	Перехват склонового стока	Устройство нагорных каналов и ложбин, перехватывающих дрен, защитных дамб
	Уменьшение притока поверхностных вод извне	Комплекс противоэрозионных мероприятий на склоне (создание прудов, лиманов, лесонасаждений, вспашка зяби и пахота поперек склона, лункование почвы, повышение агротехники и интенсивности использования земель, оструктуривание почв)
	Намывное питание	
Современные поймы рек и озер, приморские низменности с длительным затоплением весной или летом	Ускорение руслового стока	Регулирование рек-водоприемников (спрямление, углубление, уширение, расчистка русла)
	Защита от затопления	Обвалование рек, озер; устройство нагорно-ловчих каналов
	Регулирование речного стока за пределами объекта	Устройство водохранилищ на реке и ее притоках, переброска части стока в бассейн другой реки, перехват притоков реки (озера) каналом со сбросом воды ниже объекта

РЕЖИМ ОСУШЕНИЯ

Под режимом осушения понимают поддерживаемый мелиоративными мероприятиями благоприятный для растений водно-воздушный режим почвы, который характеризуется оптимальной аэрацией и влажностью почвы, нормой осушения, критической глубиной залегания грунтовых вод, допустимой продолжительностью затопления почвы.

Оптимальная аэрация почвы определяется свободной порозностью — разностью между ее пористостью и влажностью. Она составляет 20—40% пористости почвы, т. е. 20—40% пор корнеобитаемого слоя почвы должны быть свободны от влаги и заполнены воздухом (меньшие значения — для трав, бóльшие — для корнеплодов). При содержании воздуха в почве менее 15—20% газообмен проходит медленно, из-за недостатка кислорода вместо разложения органического вещества происходит его брожение, возрастает кислотность почвы, начинается ее оглеение, что ведет к снижению урожаев.

Оптимальная влажность почвы изменяется в пределах от 55 до 85% ПВ. Бóльшие значения (75—85%) соответствуют влаголюбивым культурам (травы), меньшие (55—70%) — овощным и техническим, промежуточные (65—75%) — зерновым.

При регулируемом осушении влажность почвы целесообразно не доводить до уровня завядания, а поддерживать в активном слое в пределах 70—85% ПВ на легких почвах и торфяниках и 75—90% — на средних почвах (минимальные значения — для овощей, максимальные — для культурных сенокосов и пастбищ).

Норме осушения соответствует оптимальная глубина залегания грунтовых вод. Под ней понимают режим уровней грунтовых вод, при котором обеспечивается высокий урожай данной сельскохозяйственной культуры. Вегетационный период по норме осушения делят на периоды: предпосевной (начало обработки почвы), посевной, летне-осенний, конец вегетации растений.

Предпосевные нормы осушения определяются условиями проведения механизированных сельскохозяйственных работ. На минеральных почвах они должны быть не менее 30—40 см, на низинном торфянике — 40—50 см для трав и зерновых культур и 50—60 см — для овощных культур. Нормы должны обеспечить необходимую несущую способность почвы для работы машин.

В начале вегетации растений глубина залегания грунтовых вод должна быть не менее 25—30 см.

Средние нормы осушения приведены в таблице 3.

Минимальные значения норм осушения — для культур с мелкой корневой системой и большим водопотреблением; культур, малотребовательных к аэрации и температуре почвы; почв со слабо выраженными капиллярными свойствами (песчаная и др.), а также для засушливых лет.

3. Средние нормы осушения почвы под различные культуры, см

Культура	Норма осушения	
	в первый месяц вегетации	за весь период вегетации
Зерновые:		
яровые	70—80	70—90
озимые	70—80	70—90
Конопля	70—85	85—105
Картофель, сахарная и кормовая свекла	85—100	90—100
Овощи, подсолнечник, кукуруза на силос	70—80	80—100
Травы:		
на сено	50—60	60—75
на выпас	65—70	70—80

Максимальные значения норм осушения соответствуют торфяным, минимальные — песчаным и супесчаным почвам; к югу с увеличением засушливости климата они уменьшаются.

Для основных районов развития осушительных мелиораций нормы осушения во влажные годы на 10—30 см больше, а в засушливые — на 10—30 см меньше норм осушения для средних по естественной увлажненности лет.

Критическая глубина залегания грунтовых вод — глубина, при которой не происходит засоления почвы. Она больше нормы осушения. Так, в Западной Сибири для Барабинской низменности она составляет, м: 0,9 — в северной части, 1,3 — в центральной и 1,7 — в юго-восточной части.

Допустимую продолжительность затопления весенними паводковыми водами лугов без ущерба для урожая трав определяют в зависимости от их вида:

Луговая трава	Срок затопления, сут
Клевер луговой, овсяница красная, люцерна синяя	5—10
Тимофеевка, мятлик луговой, мышиный горошек	12—15
Лисохвост луговой, полевица белая, кострец безостый	15—25
Двукисточник тростниковый, манник обыкновенный	30—40

Затопление весной озимых зерновых культур не допускается.

Летом при выпадении атмосферных осадков не должны образовываться лужи и поверхностный сток. Корнеобитаемый слой освобождают от воды в допустимые сроки (табл. 4).

4. Допустимые сроки отвода воды из почвы в летне-осенний период, сут.

Культура	С поверхности почвы	Из слоя почвы, см	
		0—25 см	0—50
Зерновые	0,5	1,2	2—3
Овощи и корнеплоды	0,8	1,5	2—3
Многолетние травы	1—1,5	2—3	4—5

После выпадения осадков норму осушения, соответствующую расчетному периоду, обеспечивают за 4—6 суток, иначе подтопление корневой системы может вызвать снижение (более чем на 20%) или гибель урожая.

При использовании земель в севооборотах продолжительность затопления устанавливают технико-экономическими расчетами.

ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Осушительная система — комплекс инженерных сооружений и устройств для улучшения водного режима переувлажненных земель — включает: регулирующую, оградительную и проводящую сети; водоприемник, гидротехнические сооружения, дорожную сеть и др. (рис. 1).

Регулирующая сеть (осушители, скважины вертикального дренажа и др.) служит для сбора и удаления с территории избыточных поверхностных и грунтовых вод.

Оградительная сеть (нагорные и ловчие каналы, дамбы и др.) предназначена для защиты осушаемой территории от поверхностных и грунтовых вод, притекающих со стороны; выполняет функции регулирующей сети при склоновом и частично при грунтовом и намывном типах водного питания.

Проводящая сеть (магистральные каналы, коллекторы и др.) связывает регулирующую и оградительную сети с водоприемником.

Водоприемник (река, озеро и др.) служит для приема воды, собираемой с осушаемой территории.

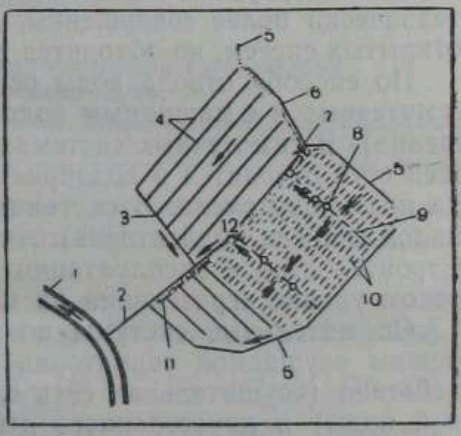


Рис. 1. Схема осушительной системы:

1 — водоприемник; *2* — магистральный канал; *3* — транспортирующий собиратель; *4* — осушители (собиратели); *5* — дорога; *6* — нагорно-ловчий канал; *7* — мост; *8* — смотровой колодец; *9* — коллектор; *10* — дрены; *11* — трубы-переезды (стрелками показано направление движения воды); *12* — устья коллекторов

Гидротехнические сооружения (перепады, смотровые колодцы, шлюзы и др.) предназначены для управления потоком воды при ее отводе и перераспределении.

Дорожная сеть (дороги, переезды, мосты и др.) служит для беспрепятственного выезда и въезда транспорта и сельскохозяйственных машин на осушаемые земли.

Природоохранные сооружения и устройства применяют для охраны естественного ландшафта, рекреационного и других видов несельскохозяйственного использования земель, видового обогащения сельских ландшафтов; включают мосты-переходы для диких животных, ограждения, подпитывающие и сбросные каналы для озер, пляжи, лесополосы, памятники природы и другие объекты.

Эксплуатационную сеть (здания, гидрометрические посты и др.) используют для контроля и надзора за работой всех звеньев осушительной системы и обеспечения безупречной ее работы.

Осушительные системы бывают **открытые** (регулирующая сеть представлена открытыми каналами) и **закрытые** (регулирующая сеть представлена дренами, часть проводящей сети — коллекторами, подземными трубчатыми водоводами); крупные проводящие и ограждающие каналы в обоих случаях открытые.

Открытые системы используют при предварительном осушении болот, лесов и малопродуктивных сенокосов. Недостаток таких систем — каналы создают препятствия для механизации сельскохозяйственных работ, снижают коэффициент использования земель, требуется постоянный уход за каналами (выкашивание растительности, удаление водорослей и т. д.). Закрытые системы технически более совершенны, долговечны, не имеют недостатков открытых систем, но обходятся дороже.

По способу отвода воды осушительные системы разделяют на **самотечные и с машинным водоподъемом** (системы машинного осушения). В самотечных системах вода из проводящей и регулирующей сети отводится в водоприемник за счет энергии водного потока по уклону русла. В системах машинного осушения воду из каналов (иногда коллекторов) откачивают насосами в водоприемник. Строительство и эксплуатация таких систем эффективны при высоком уровне агротехники на мелиорированных землях.

Осушительные системы по характеру воздействия на водный режим осушаемой территории делят на системы **одностороннего действия** (осушительная сеть служит только для отвода избыточной воды) и **двустороннего действия** (осушительно-увлажнительные системы), которые, помимо вышерассмотренных элементов осушительной системы, имеют еще и увлажнительную часть, предназначенную для подачи и распределения дополнительной влаги; она включает регулирующую сеть, подводящую распределительную сеть и водоисточник; отдельные элементы осушительной части системы (магистральные каналы, коллекторы, дрены и др.) выполняют функции увлажнительной сети.

РЕГУЛИРУЮЩАЯ СЕТЬ

Регулирующая сеть может быть открытой и закрытой, параметры ее принимают в зависимости от типа водного питания и почвы.

ОТКРЫТАЯ СЕТЬ

Открытую сеть применяют при всех типах водного питания (ТВП). Ее образуют при атмосферном и намывном ТВП открытые собиратели, тальвеговые каналы, искусственные ложбины; при склоновом ТВП — нагорные и нагорно-ловчие каналы (они входят также в состав оградительной сети); при грунтовом и грунтово-напорном ТВП — открытые осушители, ловчие каналы, редкая сеть глубоких каналов, врезанных дном в песок.

Гидротехнические мероприятия дополняют комплексом агромелиоративных (при всех типах водного питания и особенно при атмосферном ТВП) и противоэрозионных мероприятий (особенно при склоновом ТВП).

Открытые собиратели — каналы глубиной 1—1,2 м для отвода поверхностной и внутрипочвенной воды при атмосферном и намывном типе водного питания. Поперечное сечение их — равнобокая трапеция, ширина каналов по дну — 0,4—0,6 м, коэффициент заложения откосов — 1—1,5, уклон дна минимальный —0,0005. Расстояния между собирателями принимают по рекомендациям научных организаций, они зависят от уклонов поверхности и климатических условий местности (табл. 5).

5. Предельные расстояния между открытыми собирателями при осушении естественных лугов, м

Область, автономная республика	Уклон		
	<0,0005	0,0005—0,002	0,002—0,01
Архангельская, Мурманская, Вологодская области, Коми и Карельская АССР	60—80	80—100	100—150
Ленинградская, Новгородская, Псковская области	80—100	100—150	150—200
Кировская, Пермская, Свердловская области, Удмуртская АССР	100—150	150—200	200—250
Московская, Калининская, Владимирская, Ярославская, Горьковская области	120—180	180—250	250—300

Для осушения пашни собиратели не применяют, так как при малых расстояниях между каналами (50—80 м) они становятся помехой для использования сельскохозяйственной техники. На паш-

БИБЛИОТЕКА Сумского филиала ХПИ им. Б. И. Ленина

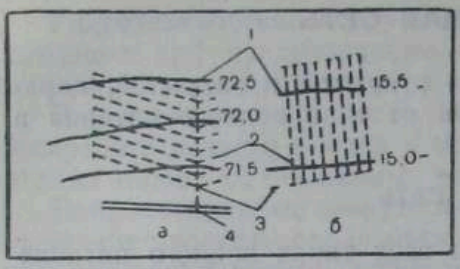


Рис. 2. Схемы размещения регулирующей сети:

а — поперечная; *б* — продольная; *1* — горизонтали поверхности; *2* — дрены; *3* — коллекторы; *4* — магистральный канал

не каналы дополняют агромелиоративными мероприятиями (глубокое рыхление, кротование). Их можно использовать временно до окультуривания почвы. Открытые собиратели размещают по поперечной схеме параллельно друг другу в плане (рис. 2).

Тальвеговые каналы — одиночные каналы глубиной 1,2—1,5 м, устраиваемые для осушения узких заболоченных понижений. Для отвода поверхностной воды через кавальеры в них устраивают прорези — водопропускные воронки.

Ложбины — неглубокие каналы с пологими откосами (1:5—1:10) и малой глубиной (от 10 см в истоке и до 40—45 см в устье), не мешающие проходу сельскохозяйственных машин. Поперечное сечение ложбин — трапецеидальное или треугольное; их нарезают ложбиноделателями или грейдерами. Длина ложбин при ровном рельефе 400—800 м, при малых уклонах — до 1500 м (минимальный уклон дна — 0,0008—0,004).

Ложбины располагают по западинам поверхности, они могут быть любой конфигурации в плане. Для залужения их используют наиболее влаголюбивые и устойчивые к избыточному увлажнению и затоплению злаковые многолетние травы; для откосов — тимофеевку луговую и лисохвост; для дна — бекманию, канареечник, кострец безостый.

Открытые осушители — каналы, которые устраивают для отвода грунтовых вод с целью понижения их уровней. Под влиянием каналов (дрен) поверхность грунтовых вод из плоской деформируется в криволинейную; в поперечном сечении депрессионная кривая близка к параболе. Чем глубже каналы, меньше между ними расстояния и выше водопроницаемость почвогрунтов, тем больше понижаются уровни грунтовых вод. Такие каналы устраивают при осушении лугов, когда не требуется поперечная обработка полей, а также при предварительном осушении мощных торфяников.

Осушители размещают параллельно друг другу (систематическая сеть) поперек потока грунтовых вод под острым углом к горизонталям (поперечная схема) или при малых уклонах поверхности по их трассе — параллельно горизонталям (см. рис. 2).

Минимальный уклон осушителей —0,0005, максимальный — не лимитируется. Длина осушителей находится в пределах от 800 до 1500 м; в проводящие каналы их выводят под углом 60—90° (чаще под прямым углом).

Осушители имеют трапецеидальное сечение с минимальной шириной по дну 0,4 м. Глубину их принимают, исходя из расчетной

нормы осушения и характера почвогрунтов; она колеблется от 1,2 до 1,5 м. Заложение откосов принимают равным 1 на мелкозалежных торфяниках и мощных травяных и моховых торфах, 1,5—2 — на супесях, песках и прочих грунтах, 2,5—4 — на мелкозернистых песках и пылеватых суглинках.

Расстояние между осушителями принимают по расчету или рекомендациям научно-исследовательских и опытных учреждений. Достаточная норма осушения обычно обеспечивается при расстоянии между каналами не более 60—120 м.

Ловчие каналы применяют при грунтово-напорном типе водного питания и залегании кровли напорного водоносного пласта менее 4 м. Их трассируют через места с выходами напорных вод на поверхность или гидрогеологические окна со скрытой напорностью. Выходы напорных вод в каналы засыпают камнем или каптируют трубами.

Редкую сеть глубоких каналов, врезанных дном в песок или другой хорошо проницаемый грунт, применяют при грунтовом типе водного питания на низинных болотах с мощной (1,5—3 м и более) залежью торфа. При углублении их дна в пласт на 30—50 см водопроницаемые грунты работают как пластовые дрены, облегчая движение воды из торфа к каналам. В этом случае расстояние между каналами можно увеличить до 500 м и более. Основные недостатки, лимитирующие применение таких осушителей,— опасность пересушки болот и прилегающих земель, ненадежность их устройства без креплений, сложность и дороговизна креплений и часто — необходимость регулирования водоприемников.

Систематическую сеть открытого или закрытого дренажа устраивают в тех случаях, когда ловчие дрены не в состоянии понизить уровни напорных вод. Глубину ловчих каналов на мелких торфяниках, подстилаемых песками или другими хорошо водопроницаемыми грунтами, устанавливают в пределах от 1,5 до 3 м.

При наличии подстилающего водопроницаемого слоя на глубине до 2 м на минеральных землях и до 3 м — на торфяниках дно ловчих каналов рекомендуется врезать в него на 0,2—0,5 м.

ЗАКРЫТЫЙ ДРЕНАЖ

При таком способе осушения грунтовую воду собирают и отводят в проводящую сеть по сделанным в подпочвенном слое отверстиям с заданным уклоном.

Для качественного строительства закрытой осушительной сети на торфяниках и других неустойчивых грунтах для сброса запасов болотных вод и осадки торфа заблаговременно, за 2—5 лет до строительства регулирующей сети проводят предварительное осушение. Его применяют также при высокой увлажненности территории для понижения уровней грунтовых вод вдоль трасс основ-

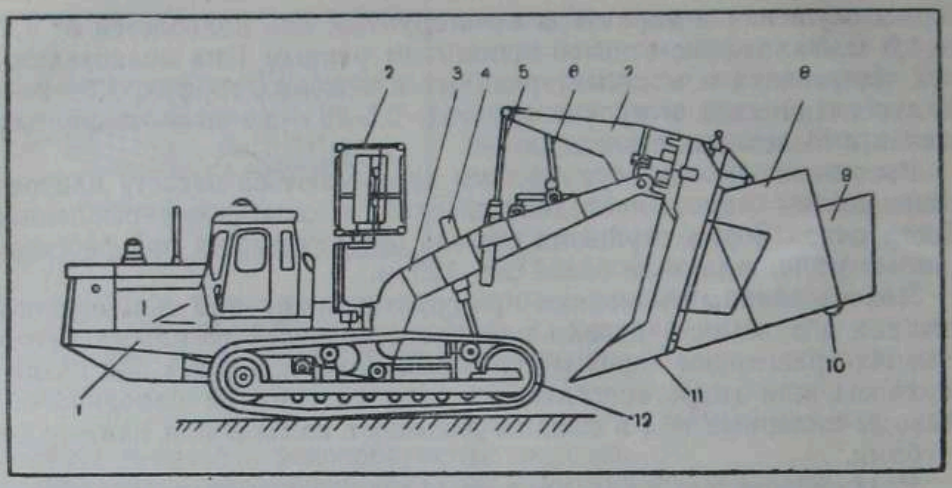


Рис. 3. Схема бестраншейного дреноукладчика МД-4:

1 — базовый трактор; *2* — бухтодержатель; *3* — рычаг; *4, 5* — гидроцилиндры; *6* — система управления; *7* — коромысло; *8* — трубоукладчик; *9* — навесное оборудование для укладки фильтрующих элементов; *10* — прижимной ролик; *11* — нож; *12* — гусеничная тележка

ной проводящей сети и для культуртехнических работ до строительства закрытого дренажа.

Предварительное осушение выполняют открытыми каналами глубиной 1,6—2,2 м и более. Расстояние между каналами принимают по расчету в пределах 50—300 м (редко менее), в зависимости от водопроницаемости и водоотдачи грунта. При осушении трасс коллекторов каналы устраивают на расстоянии 4—7 м от последних. Каналы предварительного осушения трассируют по наиболее глубоким понижениям поверхности так, чтобы они не пересекали будущие трассы закрытой сети.

Различают дрены: с закрепленными стенками и свободной полостью (гончарные, пластмассовые, деревянные и др.), с незакрепленными стенками и свободной полостью (фашинные, жердевые, каменные) и др. Дрены с закрепленными стенками или полостями (материальный дренаж) более долговечны и предпочтительны.

Закрытые материальные дрены (закрытые осушители) — это трубы, уложенные на дно траншеи или на специальные подкладки (стеллажи), пористые или с зазорами в стыках, защищенные фильтрующим материалом от заиления и засыпанные до поверхности земли грунтом. Траншеи с заданным уклоном роют экскаватором (ЭТЦ-202 и др.), ширина их зависит от рабочего органа машины (как правило, она равна 50 см).

При бестраншейном строительстве дренажа трубы укладывают в полость, сформированную в грунте специальным экскаватором (рис. 3).

Стеллажи применяют в малоустойчивых грунтах для повышения прочности и предохранения труб от смещения в горизонталь-

ной и вертикальной плоскостях. Их изготовляют, главным образом, из двух деревянных планок длиной до 4 м, сбитых поперечинами; отдельные звенья стеллажей для прочности соединяют гвоздями.

Закрытые собиратели отличаются от закрытых дрен тем, что траншею до поверхности земли или подошвы пахотного слоя засыпают материалом повышенной проницаемости (песок, шлак, гравий, стиромуль и др.). Их применяют для осушения пашни и высокопродуктивных сенокосов и пастбищ при атмосферном и намывном питании тяжелой почвы.

По виду материала различают гончарный, пластмассовый, каменный, деревянный, фашинный (из связок хвороста), жердяной и прочие дренажи. Деревянный (желобчатый или дощатый) дренаж применяют только в торфах. Вода в дрены поступает через отверстия в их стенках или через стыки между отдельными звеньями труб. Для обеспечения необходимого отвода воды из почвы площадь перфорации должна быть не менее 4—10 $см^2/м$.

Закрытые дрены (осушители и собиратели) располагают по поперечной схеме, под острым углом к гидроизогипсам (горизонталям). Такие дрены лучше перехватывают потоки грунтовых вод. Лишь при малых уклонах поверхности (менее 0,001—0,0005) можно использовать продольную схему. В этом случае дрены делают с искусственным уклоном и с изменяющейся от истока к устью глубиной.

Дренажные трубы

Гончарные трубы изготовляют из обожженной глины с добавками. При строительстве регулирующей сети применяют трубы длиной 33 см, с внутренним диаметром 50 мм (редко 75 и 100 мм), стыки между трубами не должны превышать 1—2 мм. Трубы больших диаметров (75—250 мм) используют для коллекторов.

Технические требования к качеству керамических дренажных труб (выписка из ГОСТ 8411—74)

2.2. Трубы в поперечном сечении должны иметь форму правильной окружности по их внутренней поверхности и правильной окружности или правильного многоугольника по наружной поверхности. Отклонения от размеров из взаимно перпендикулярных диаметров на концах трубы (овальность) не должны превышать:

2 мм — при диаметре 50 мм;
3 мм — при диаметре 75 мм;
4 мм — при диаметре от 100 до 150 мм;
5 мм — при диаметре от 175 до 200 мм;
6 мм — при диаметре 250 мм.

2.3. Трубы должны иметь по всей длине цилиндрическую форму или форму правильной многогранной призмы. Искривление трубы, измеряемое по образующей цилиндра и граням призмы, не должно быть более 4 мм для труб всех диаметров.

2.4. Торцевые плоскости труб должны быть перпендикулярны плоскости, проходящей вдоль трубы. Отклонения (перекос) не должны превышать:

3 мм — при диаметре 50 мм;
4 мм — при диаметре 75 и 100 мм;
5 мм — при диаметре 125 и 150 мм;
6 мм — при диаметре 175 и 200 мм;
8 мм — при диаметре 250 мм.

2.5. В отдельной партии труб (не более 50 тыс. шт.) допускается 6% труб с отклонениями, превышающими на 2 мм отклонения, указанные в пп. 2.2—2.4.

2.7. На трубе допускается не более одной сквозной продольной трещины длиной 80 мм или сквозной кольцевой трещины длиной не более $^1/_4$ длины окружности (периметра) при условии, что такая труба удовлетворяет всем другим требованиям настоящего стандарта.

2.8. Трубы должны выдерживать без нарушения внешнюю нагрузку не менее:

3,5 кН (350 кгс) — при диаметре 50 и 75 мм;
4,5 кН (450 кгс) — при диаметре от 100 до 150 мм;
5 кН (50 кгс) — при диаметре от 175 до 250 мм.

Согласно ГОСТ 8411—74, основные размеры и предельные отклонения керамических дренажных труб от номинальных допускаются следующие (табл. 6).

6. Параметры гончарных труб, мм

Внутренний диаметр*		Толщина стенки	
номинальный	предельные отклонения	номинальная	предельные отклонения
50	±2	11	±2
75	±2	13	±2
100	±2	15	±2
125	±3	18	±3
150	±3	20	±3
175	±3	22	±3
200	±5	24	±5
250	±5	25	±5

* Трубы диаметром до 100 мм изготавливают длиной 333 мм с предельным отклонением +10, −5 мм, трубы диаметром более 100 мм допускается изготавливать длиной 500 мм.

Пластмассовые трубы изготовляют из полиэтилена высокой плотности (ПВП) или поливинилхлорида (ПВХ) двух видов: гофрированные и гладкостенные. Гофрированные трубы имеют длину 100—200 м и поставляются в бухтах, гладкостенные — в отрезках (хлыстах) и ограниченно — в бухтах (табл. 7, 8).

Обозначение труб из полимерных материалов проводят по следующим показателям: тип и конструкция; материал; номинальный (наружный) диаметр; упаковка (в бухтах или отрезках, их длина); число рядов перфорации; название нормативного документа, по которому выпускают трубы.

Пример условного обозначения труб гофрированных из ПВП диаметром 50 мм, поставляемых в отрезках длиной 5 м, с шестирядной перфорацией: «Труба дренажная гофрированная ПВП 50—5,0—6 МРТУ 6—05—1078—69».

7. Техническая характеристика дренажных гофрированных труб из полиэтилена высокой плотности (ТУ 6—05—1078—78)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм		Размеры гофра, мм			Диаметр водоприемных отверстий, мм	Площадь водоприемных отверстий, см²/м	Масса 1 м трубы, кг	Размеры бухты шириной 0,4 м		
	номинальная	допустимое отклонение	шаг	высота	ширина впадины				внутренний диаметр, м	длина трубы, м	масса, кг
Тип I, глубина укладки до 2 м											
50	0,8	+0,3	10,0	3,6	4,3	3,0±0,3	14	0,18	1,0	200	36
63	0,9	+0,3	11,0	4,3	5,0	3,5±0,3	17	0,25	1,0	160	40
75	0,9	+0,4	13,75	4,9	6,0	4,0±0,3	18	0,32	1,2	120	39
Тип II, глубина укладки до 2,5 м											
90	0,9	+0,4	16,0	6,4	6,0	4,0±0,3	23	0,38	1,3	100	38
110	0,9	+0,5	19,5	7,8	6,0	4,0±0,3	19	0,47	1,5	70	33
125	1,0	+0,5	22,0	8,9	6,0	4,0±0,3	17	0,59	1,6	60	36
Тип III, глубина укладки до 5 м											
90	1,4	+0,4	16,0	6,9	6,0	4,0±0,3	23	0,59	1,3	100	59
110	1,5	+0,5	19,5	8,4	6,0	4,0±0,3	19	0,78	1,5	70	55
125	1,9	+0,5	22,0	9,8	6,0	4,0±0,3	17	1,12	1,6	60	67

8. Техническая характеристика дренажных гофрированных труб из поливинилхлорида (ТУ 33—291—83)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм		Размеры гофра, мм			Размеры щелей, мм			Размеры бухты шириной 0,4 мм				
						номинальные							
	номинальная	допустимое отклонение	шаг	высота	ширина впадины	длина	ширина	допустимое отклонение	площадь водоприемных отверстий, $см^2/м$	масса 1 м, кг	внутренний диаметр, м	длина трубы, м	масса, кг
Тип I, глубина укладки до 2 м													
50	0,5	$\pm 0,2$ $-0,1$	6,1	2,8	2,7	5	1,5	$\pm 0,3$	35,7	0,18	0,5	200	36
63	0,5	$\pm 0,2$ $-0,1$	6,9	3,4	2,9	5	1,5	$\pm 0,3$	31,7	0,24	0,6	160	38
75	0,6	$\pm 0,2$	7,5	3,9	3,1	8	1,5	$\pm 0,3$	35,1	0,32	0,7	120	38
Тип II, глубина укладки до 2,5 м													
90	0,6	$\pm 0,2$	3,6	4,4	3,5	7	1,5	$\pm 0,3$	36,0	0,38	0,8	100	38
110	0,6	$\pm 0,2$	10,0	5,0	3,9	7	1,5	$\pm 0,3$	30,8	0,46	0,9	70	32
125	0,7	$\pm 0,2$	12,0	5,5	4,3	8	1,5	$\pm 0,3$	29,4	0,59	1,0	60	35
Тип III, глубина укладки до 5 м													
90	0,8	$\pm 0,2$	8,6	4,5	3,5	7	1,5	$\pm 0,3$	36,0	0,44	0,8	100	44
110	0,8	$\pm 0,2$	10,0	5,1	3,9	7	1,5	$\pm 0,3$	30,8	0,54	0,9	70	38
125	0,8	$\pm 0,2$	12,0	5,6	4,3	8	1,5	$\pm 0,3$	29,4	0,67	1,0	60	40

Деревянный дренаж может быть выполнен из досок (дощатый) и из подтоварника (желобковый). Дощатые дрены делают квадратного, прямоугольного (размером в свету 50×50, 55×45, 75×75 мм) или треугольного сечения. Вода в деревянные дрены поступает через щели шириной 3—5 мм (их оставляют между потолочной и боковыми досками при сбивке дрен). Щели покрывают слоем сфагнового моха или стекломатериалами. Срок службы дрен в торфяниках — до 30 лет.

Из дренажей с незакрепленными стенками применяют кротовые и щелевые дрены.

Кротовый дренаж — система подземных некрепленных ходов, напоминающих кротовые норы, которые проложены с заданным уклоном (не менее 0,002—0,003); используют для понижения уровней грунтовых вод, а также ускорения отвода поверхностных и впитавшихся в почву дождевых вод. Кротовые дрены устраивают в торфах со степенью разложения органического вещества до 45 % и мощностью более 80 см, а также в суглинках и глинах, устойчивых к размоканию, при отсутствии в почве камней или пней.

Устойчивость грунта для кротовых дрен (ρ) определяют по формуле

$$\rho = \frac{\beta_1}{\beta_2},$$

где β_1 — содержание фракции диаметром от 0,05 до 0,005 м по микроагрегатному анализу (по А. В. Павлову), %;

β_2 — содержание фракции диаметром от 0,05 до 0,005 м по механическому анализу (по Н. А. Качинскому), %.

При $\rho \leqslant 0{,}3$ грунт считается кротоустойчивым.

Кротовые дрены выводят в открытые каналы или в фильтрующую засыпку. Закрытый дренаж в сочетании с кротовым дренажем, заложенным под прямым углом к материальному, в Нечерноземной зоне называют комбинированным. Срок службы кротовых дрен — до 3—5 лет.

Щелевой дренаж представляет собой вертикальные, вырезанные в грунте щели различных размеров, которые обеспечивают прием грунтовой воды и отвод ее в каналы. Его устраивают в сочетании с открытой сетью каналов на пнистых и беспнистых болотах при степени разложения торфа не более 45—50 % и мощности не менее 1 м. Щелевые дрены нарезают щеледренажными машинами (ТМТ-121 и др.); они имеют, как правило, форму треугольника, глубина их в основном 80 см, ширина по дну — 18 см. Для предохранения от засыпания при вспашке почвы их закрывают на глубину до 35—40 см.

Защитные фильтры

Защитный фильтр — составной элемент дрены; предназначен для предохранения труб от поступления в них частиц грунта, вызывающих заиление. Защитно-фильтрующий материал (ЗФМ) дол-

жен обладать необходимой прочностью и устойчивостью, не кольматироваться мелкими частицами, не создавать дополнительных сопротивлений движению вод, а в слабопроницаемых грунтах улучшать водозахватную и осушающую способность дрен.

Основные ЗФМ: минеральные (гравий, песок, щебень, шлак и др.), органические (мох, торф, солома, опилки и др.), искусственные минеральные (стеклохолст, стекловата, стиромуль и др.); по характеру действия и применения могут быть сыпучие (песок, стиромуль и др.) и несыпучие (структурные).

Коэффициент фильтрации фильтров ($К_ф$) в процессе их работы должен превышать коэффициент фильтрации грунта ($К_г$):

$$\frac{К_ф}{К_г} \geqslant К,$$

где К — отношение коэффициентов фильтрации; К=5 для песчаных грунтов; К=10 — для торфяных грунтов; К=20 — для глинистых грунтов.

При использовании сыпучего материала грунт не попадает в трубы, если частицы его образуют над отверстием фильтры-сводики. В составе такого грунта не менее 40% по массе должны составлять сводообразующие частицы (d_{60}), удовлетворяющие требованиям:

$$d_{60} > 0{,}6\Delta;\ d_{60} \geqslant 0{,}36D,$$

где Δ — ширина перфорации или зазоров между трубами, мм;
D — диаметр перфорации, мм.

В последние годы широкое распространение получили стеклохолсты. Перспективны защитные нетканые материалы на базе полимеров.

Для защиты гончарных труб диаметром 50 мм от заиления рулонными материалами применяют следующие способы:

обертку стыков труб полосками шириной 7—10 см;

сплошную защиту одной лентой шириной 30 см;

укладку труб на подстилочную ленту шириной 15 см с покрытием сверху полосками шириной 7—10 см;

сплошную защиту двумя лентами подстилочной шириной 15 см и покровной шириной 25 см.

Потребность в ЗФМ при этих способах соответственно составляет (на 1 пог. м): для труб диаметром 50 мм —0,09; 0,3; 0,4 и 0,21 м²; для труб диаметром 100 мм — 0,23; 0,5; 0,6 и 0,3 м².

Для пластмассовых труб целесообразна (до укладки) обертка их лентой шириной 20—25 см с нахлесткой не менее 3—5 см. В качестве ЗФМ применяют стеклохолсты марок ВВ-Г, ВВ-Т и ВВ-М (табл. 9). Однако использование их сопряжено с затратами ручного труда. Требованиям механизированной укладки наиболее полно отвечают армированные стеклохолсты.

Армированный стеклохолст ВВ-АМ изготовляют из холста с волокнами диаметром 16 мкм, армируют стеклянными нитями с ша-

9. Техническая характеристика рулонных ЗФМ отечественного производства

Материал	Размеры материала в рулоне			Масса 1 м², г	Диаметр волокна, мк	Коэффициент фильтрации — не менее, м/сут	Прочность на разрыв полоски шириной 5 см, Н
	длина, м	ширина, см	толщина, мм				
Стекловолокнистый холст марки:							
ВВ-АМ	До 200	30	0,7	100	16	200	120 (40)
ВВ-М	200	30	1,2	200	16	200	82
ВВ-Г	200	40	0,4	50	15	100	5 (1)
ВВ-Т	200	150	0,8	100	18	100	30 (6)
ВВ-К	200	96	0,6	100	18	100	—
Полотно нетканое иглопробивное защитно-фильтрующее СИЗИ	—	160±4	4,5	200	—	—	—
Полотно нетканое клееное мелиоративное	—	15—30	0,8	100	15	50	65
Фильтры нетканые дренажные для мелиоративных систем	До 50	170	3—4	300—500	15	—	—
Полотно нетканое клееное технического назначения	200	25, 90, 155	0,6	75	—	—	—
Полотно клееное для защиты дрен от заиления	—	200	0,3	60	15	10	92
Нитрон нетканый иглопробивной	—	—	1,2	200	—	50	31
Лавсан нетканый клееный	—	—	0,3	75	—	30	122
Нетканый клееный материал из вторичного текстильного сырья	—	—	1,6	—	—	120	53
Полотно нетканое клееное защитно-фильтрующее для дренажа	—	—	0,7	70	—	—	26
Холст волокнисто-пористый из полиэтилена (полиэтилен-холст)	20—100	15—30	1—2	200—300	40—100	350 при давлении на фильтр 2 кПа	78
Базальтовый холст ВВБ-М	—	—	0,5 и 1,090—100 и 170±15	—	—	—	80

Примечание. В скобках дана прочность ЗФМ на разрыв во влажном состоянии.

гом 25—30 мм; средняя толщина холста — 0,7 мм, масса 1 м² — менее 100 г.

Для повышения эксплуатационной надежности дренажа в неустойчивых грунтах применяют армированный подстилочный защитно-фильтрующий материал (АПЗФМ), который представляет собой холст из полиакрилонитрильного волокна, армированный полиэтиленовой сеткой. Основные технические характеристики его: толщина — 1 мм, масса — 180 г/м², стоимость —35 коп/м² (опытные образцы).

Нетканый рулонный фильтрующий материал — **полиэтилен-холст (ПЭ-холст)** — изготовляют из полиэтилена низкой плотности, поставляют в рулонах. Благодаря высоким прочностным свойствам его успешно применяют при механизированной укладке дренажа.

Характеристика ПЭ-холста

Масса 1 м², кг	0,22—0,24
Толщина, мм	1,0—1,2
Пористость, %	61—70
Диаметр волокон, мкм	40—100
Диаметр пор, мм	0,15—0,20
Коэффициент фильтрации, м/сут:	
при давлении 2 кПа	350
после уплотнения	20—30
Стоимость 1 м², руб.	0,3

В качестве ЗФМ ограниченное применение имеют: мох, фрезерный слаборазложившийся торф (в виде кусочков диаметром 1—5 см); песчано-гравийная смесь; нетканые синтетические материалы (хлорин, нитрон и др.). Для повышения притока воды к дренам и улучшения их осушающего действия помимо ЗФМ применяют засыпку труб гумусированным грунтом слоем не менее 15—20 см.

Основные способы защиты дрен от заиления следующие:

Грунт	Способ защиты
Песок крупно- и среднезернистый	Использование рулонного материала
Песок мелкозернистый, супесь	То же
Песок и супесь пылеватые	То же (стеклохолст), в два-три слоя или в один слой с засыпкой фрезерным торфом слоем не менее 3—5 см
Суглинок легкий и средний	Использование рулонного материала
Суглинок тяжелый, глина	Не требуется; для повышения эффективности — рулонный и (или) сыпучий фильтрующий материал
Торф сильноразложившийся	Укладка на стеллаж, на армированную подстилочную ленту или на дерн с оберткой рулонным материалом или без него

Размеры полос рулонного материала (без учета технологических потерь) приведены в таблице 10.

10. Рекомендуемые размеры полос рулонных ЭФМ и их расход на 100 м дрен различных диаметров

Диаметр керамических и пластмассовых (в скобках) труб, м	Сплошная обертка труб внахлест одной лентой		Сплошная обертка труб двумя лентами			Сплошная лента внизу и полоски на стыках сверху				Обертка стыков труб полосками шириной 10 см	
	ширина полосы, мм	расход материала, м²	ширина полосы, см		расход материала, м²	ширина полосы нижней, см	ширина полос на стыках сверху, см	длина полос на стыках сверху, см	расход материала, м²	длина полос на стыках, см	расход материала, м²
			нижней	верхней							
50(63)	30	30	15	25	40	15	7	25	21	30	9
75(90)	40	40	20	30	50	20	7	30	27	40	12
100(110)	50	50	20	40	60	20	7	40	30	49	15
125	—	—	25	45	70	25	7	45	36	59	18
150	—	—	25	55	80	25	7	55	40	69	21
175	—	—	30	60	90	30	7	60	44	76	23
200	—	—	30	70	100	30	7	70	47	86	26
250	—	—	40	90	130	40	7	90	59	112	34

Получили распространение полиэтиленовые трубы с покрытием ЗФМ из полотна нетканого иглопробивного. Полотном обертывают трубы внахлест менее 8 см и закрепляют спиральной навивкой нитей во взаимнопротивоположных направлениях или при помощи рукава из безузловой поэтиленовой сетки.

В качестве ЗФМ и для засыпки щелей в тяжелых почвах при бестраншейном строительстве дренажа находит применение щепа из древесины, удаляемой при культуртехнических работах. Ее готовят на рубильной машине из малоценной древесины (ольха, береза, ива, сосна и др.) диаметром 4—12 см, без обрубки сучьев, коры и листьев, длиной 2—5 см, шириной 1—3 и толщиной 0,3—0,5 см. Щепу используют так же, как и заполнитель, для изготовления фильтров-поглотителей (ею заполняют мешки диаметром 30 см из полиэтиленовой сетки, которые устанавливают над дреной в понижениях рельефа).

Мероприятия по борьбе с заохриванием дрен

Заохривание дрен железистыми соединениями (заиление) происходит в результате выпадения их из грунтовых вод под влиянием

11. Способы защиты дрен от заохривания

Степень опасности заохривания	Содержание закисного железа в почвенно-грунтовой воде λ, мг/л	Способ защиты
Отсутствует	<3	Не требуется
Слабая	3÷5	Перехват грунтовых вод и родников каналами; поверхностное известкование почв с глубоким рыхлением или кротованием; устройство потайных колодцев
Средняя	3÷8	Минимальные уклоны дрен 0,006 и коллекторов — 0,002; затопление устьев коллекторов; увеличение диаметров дрен до 75—100 мм в минеральных и 100—150 мм в торфяных грунтах; внесение в траншеи ингибиторов: извести — 1,5 кг/м или фосфоритной муки (при слабокислых грунтах) — не менее 1 кг/м
Сильная	8÷14	Одно из мероприятий при средней степени заохривания + ингибиторы
Очень сильная	>14	Интенсивное предварительное осушение с последующим переходом на дренаж в зависимости от остаточного содержания железа; промывка дрен

Примечание. Дополнительные мероприятия: уменьшение расстояний между дренами на 10% при λ=5—8 мг/л и на 15% при λ>8 мг/л.

химических реакций и жизнедеятельности железобактерий. Профилактические мероприятия назначают в зависимости от содержания железа в почвенно-грунтовой воде (λ), характеризующей охроустойчивость дренажа (табл. 11).

Дренаж тяжелых почв

Для оценки водопроницаемости почв по условиям применения дренажа секцией осушения ВАСХНИЛ в 1986 г. рекомендована следующая их классификация в зависимости от коэффициента фильтрации подпахотных горизонтов: очень слабая — менее 0,01 м/сут, слабая — от 0,01 до 0,1, средняя — от 0,11 до 0,3, высокая — от 0,31 до 1, очень высокая — более 1 м/сут. Эти показатели относятся к слою с наименьшей водопроницаемостью в пределах глубины заложения дренажа.

На слабоводопроницаемых почвах ($K<0,1$ м/сут и особенно при $K<0,01$ м/сут) закрытый дренаж даже при расстоянии между дренами 2—3 м не обеспечивает необходимый осушительный эффект. Осушение их достигается только закрытыми собирателями, представляющими собой трубчатые дрены с засыпкой траншеи (щели) фильтрующим материалом до поверхности почвы, до подошвы пахотного слоя или до глубины рыхления. Основное назначение фильтрующей засыпки — отвод воды из пахотного слоя почвы, поскольку подпочвенный слой водонепроницаем (коэффициент фильтрации ниже на 1—2 порядка). Закрытые собиратели эффективны и на суглинистых почвах с коэффициентом фильтрации менее 0,2—0,3 м/сут.

В качестве материала фильтрующей засыпки применяют гравий, щебень, крупнозернистый песок, доменный шлак, керамзит и др.

Расстояние между закрытыми собирателями в зависимости от плотности почв составляет 6—12 м, редко более. При таких расстояниях закрытые собиратели экономически оправданы только при возделывании наиболее ценных культур в условиях высокой агротехники.

Сокращение потребности в материалах для фильтрующих засыпок и их удешевление осуществляют путем уменьшения глубины дрен до 0,7—0,9 м на глинах и тяжелых суглинках, а также ширины траншеи (щели). Большие перспективы в связи с этим открываются с переходом на узкотраншейный и бестраншейный способы строительства пластмассового дренажа.

Наиболее радикальный и экономически оправданный способ осушения тяжелых почв — комбинированный дренаж, представляющий собой сочетание закрытых собирателей с кротованием (кротовым дренажем) или глубоким рыхлением. Эти операции выполняют поперек закрытых собирателей так, чтобы кротовины и нож

рыхлителя пересекали фильтрующую засыпку на глубине от ее поверхности не менее 10—15 см. Расстояние между ножами (стойками) кротователя или рыхлителя принимают 0,5—1,5 м; глубину кротования — 40—60 см, рыхления — до 40—45 см.

Кротование и рыхление периодически (через 2—5 лет) возобновляют. На сильно увлажненных глинах кротование проводят на следующий год; постепенно по мере подсыхания, окультуривания и оструктуривания почвы потребность в нем уменьшается и со временем отпадает совсем.

При глубоком рыхлении или кротовании расстояние между закрытыми собирателями на глинах и тяжелых суглинках можно увеличить до 20—30 м при уклонах местности менее 0,01 и до 30—45 м — при бóльших уклонах.

На тяжелых почвах в дополнение к закрытому дренажу для организации поверхностного стока и повышения водопроницаемости почвы помимо агромелиоративных проводят следующие мероприятия:

планируют (до пяти следов) и выравнивают поверхность земли с засыпкой небольших (менее 100—200 м²) и неглубоких (до 40—50 см) понижений;

в больших и неглубоких (до 30—40 см) понижениях рельефа сгущают дрены в 2—3 раза и засыпают (можно прерывисто) траншеи хорошо фильтрующим материалом (щебень, шлаки и др.);

в крупных и глубоких (более 50 см) понижениях устраивают колодцы-поглотители, соединенные с закрытыми коллекторами;

крупные западины для отвода поверхностной воды в открытые каналы или колодцы-поглотители соединяют между собой искусственными ложбинами (каналы глубиной до 40—50 см с очень пологими откосами — 1 : 8—1 : 10);

тщательно (слоем до 15—20 см) разравнивают кавальеры и через них делают воронки-водовыпуски (ложбины), врезая в грунт на 20—40 см; расстояние между воронками — не более 20—50 м;

для перехвата поверхностных вод со склонов устраивают дрены с фильтрующей засыпкой (при малых водосборах) или нагорные каналы; применяют интенсивное окультуривание почвы — вносят необходимые дозы извести, структурообразователей, органические и минеральные удобрения.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

Минимальная глубина заложения дрен в песке, супеси — 1 м; в глине, суглинке, торфе (после осадки) — 1,1 м; допускается уменьшение глубины дрен в отдельных микропонижениях: до 0,8 м — в минеральных грунтах и до 1 м — в торфах. Глубина закрытых собирателей — не меньше 0,8 м. Максимальная глубина заложе-

ния дрен — 1,4 м; увеличение ее до 2 м допускается для ловчих дрен и при технико-экономическом расчете с учетом охраны окружающей среды.

Минимальный диаметр дренажных труб зависит от длины дрен и их конструкции: у керамических, пластмассовых и кротовых он равен соответственно 50, 43 и 120 мм.

Минимальные уклоны закрытых дрен принимают:

Тип дрен	Уклон
Керамические	0,003
Деревянные	0,003
Каменные, фашинные	0,004
Кротовые:	
в минеральных грунтах	0,002
в торфах	0,003
Щелевые	0,001

В зависимости от типа грунта и диаметра труб уклоны пластмассовых дрен изменяются (табл. 12).

12. Минимально допустимые уклоны пластмассовых дрен

Грунт	Диаметр трубы, мм					
	50	63	75	90	110	125
Гладкостенные трубы						
Торфяной	0,0025	0,002	0,002	0,002	0,0015	0,001
Минеральный	0,0025	0,0025	0,002	0,002	0,0015	0,001
Пески плывунные	0,0045	0,004	0,0035	0,003	0,0025	0,002
Гофрированные трубы						
Торфяной	0,003	0,003	0,0025	0,002	0,0015	0,001
Минеральный	0,003	0,003	0,003	0,0025	0,002	0,0015
Пески плывунные	0,005	0,0045	0,004	0,0035	0,003	0,0025

13. Предельная длина дрен, м

Тип дрен	Уклон		
	0,003	0,005	0,01
Керамические, пластмассовые, деревянные	200	250	300
Кротовые	150	200	—
Щелевые	200	250	250

В соответствии с ВТР-П-15-78 на экспериментально-производственных системах в грунтах с коэффициентом фильтрации более 0,1 м/сут можно применять безуклонные и малоуклонные дрены.

Длина дрен зависит от уклонов и диаметров (табл. 13). При использовании труб больших диаметров ее устанавливают гидравлическим расчетом.

Максимальная длина отдельных дрен при уклонах 0,003 может составлять 250 м; устройство дрен длиной менее 50 м не рекомендуется. При увеличении диаметров дрен до 75—100 мм длина может быть 400 м.



Рис. 4. Коэффициенты пересчета расстояний между каналами, определенные для Центрального района

Длина закрытых собирателей — 150—200 м, глубина заложения обычно —0,7—1 м. Расстояние между закрытыми собирателями зависит от уклонов поверхности, водопроницаемости почвы, интенсивности осадков и может быть от 12—30 до 40—60 м и более.

Расстояние между дренами определяют после установления для данных условий расчетной глубины их заложения. На величину междренного расстояния влияют: фильтрационная способность грунтов, их слоистость, коэффициент водоотдачи, интенсивность питания грунтовых вод и необходимое понижение их уровней. Глубина заложения и расстояния между дренами взаимообусловлены.

Расстояния между дренами в Нечерноземной зоне РСФСР в зависимости от типа грунтов составляют (ориентировочно):

Грунт	Расстояние, м
Песок мелкозернистый	30—50 и более
Супесь	25—35
Торф низинный	20—40
Суглинок:	
легкий	20—30
средний	14—20
тяжелый, глина	8—15

Максимальные значения при прочих равных условиях соответствуют южным районам зоны.

Определенные в одном районе расстояния между дренами могут быть приближенно распространены на другие районы с использованием коэффициентов (рис. 4). Для тяжелых грунтов их ориентировочно рассчитывают по номограммам (составлены для ряда областей РСФСР в зависимости от механического состава почвогрунтов (рис. 5).

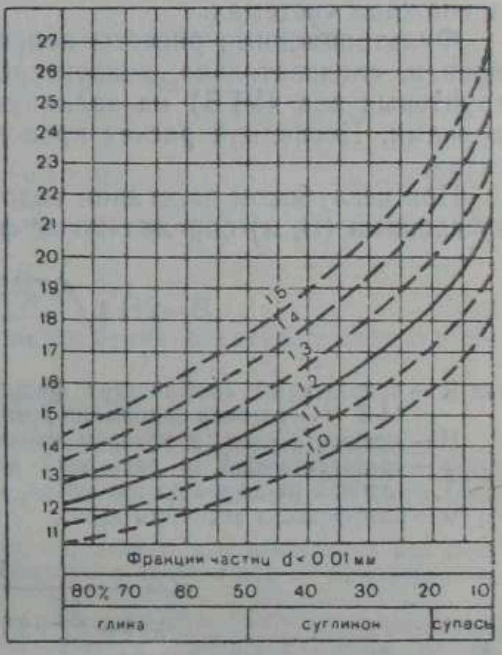


Рис. 5. График определения нормативных расстояний между дренами в зависимости от глубины их закладки и механического состава связных почв (по данным Ц. Н. Шкинкиса)

В соответствии с этой методикой расстояние между дренами (В, м) равно:

$$B = B_н K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6,$$

где $B_н$ — нормативное расстояние между дренами, м (определяют рис. 5);
K_1—K_6 — коэффициенты:
K_1 зависит от степени водности района:

$$K = \sqrt{\frac{q_{ср}}{q}},$$

где $q_{ср}$ — средний для республики (области) расчетный дренажный сток, мм;
q — расчетный сток данного района;
K_2 зависит от степени оглеения и содержания глинистых частиц в почве, $K_2=0{,}7—0{,}1$;
K_3 зависит от гидрогеологических условий, $K_3=0{,}5—1{,}3$;
K_4 зависит от рельефа местности, $K_4=0{,}5—1{,}6$;
K_5 зависит от химического состава почвы, $K_5=0{,}8—1{,}1$;
K_6 определяют в зависимости от характера сельскохозяйственного использования земель; для садов $K_6=0{,}6—0{,}7$, для лугов $K_6=1{,}2$, для остальных угодий $K_6=1$.

Расстояния между дренами уточняют расчетами по формулам теории фильтрации и проверяют по данным опытов, проведенных научно-исследовательскими организациями на экспериментальных дренажных системах.

Фильтрационные расчеты направлены на определение расхода дрен и, следовательно, коллекторов, времени понижения уровней грунтовых вод (УГВ) на заданную глубину и расстояния между дренами. Последний расчет проводится практически во всех проектах.

При неглубоком залегании водоупора ($B/T \geqslant 3$) расстояние между дренами (B, м) определяют по формуле С. Ф. Аверьянова

$$B = 2H\sqrt{\frac{K}{\varepsilon}\left(1+\frac{2T}{H}\right)\alpha},$$

где K — приведенный коэффициент фильтрации в осушаемом грунте в слое $t+T$ (t — глубина заложения дрен, м);
H — мощность слоя, в котором изменяется уровень грунтовых вод, м;
ε — среднесуточный за расчетный период приток воды к дренам, м/сут;
T — глубина от дрены до водоупора, м;
α — коэффициент висячести дрен;

$$\alpha = \frac{1}{1+\frac{2T}{B}\cdot 2{,}94\lg\frac{1}{\sin\frac{\pi d}{2T}}},$$

где d — расчетный диаметр дрены, равный наружному диаметру трубы с учетом фильтрующей обсыпки, м.

При глубоком залегании водоупора ($B/T<3$) используют формулу А. Н. Костякова:

$$B = \frac{\pi KH}{\varepsilon\left(2{,}3\lg\frac{B}{d}-1\right)}.$$

Интенсивность инфильтрации в грунтовые воды (ε, м/сут) определяют как водную нагрузку на дренаж за необходимое время понижения УГВ до нормы осушения соответствующего расчетного периода:

$$\varepsilon = \frac{W}{t},$$

где W — слой воды, фильтрующийся в грунтовые воды, м;

t — время понижения УГВ на заданную глубину (например, в предпосевной период t=5—7 суток). Вопрос о положении УГВ в начале расчетного периода решают в результате водно-балансовых расчетов. При отсутствии данных УГВ предполагают совпадающим с поверхностью земли.

Объем свободной (гравитационной) воды, заключенный в осушаемом слое, определяют в зависимости от водоотдачи грунта.

Слой воды W, отводимый дренами, можно вычислить по следующим формулам:

для незатапливаемых весенними паводками участков

$$W = H_c(1 - K_c) + \mu h - \varepsilon t_0;$$

для затапливаемых участков

$$W = H_в + \mu h - \varepsilon t;$$

при проверке определения расстояний по формулам установившейся фильтрации

$$W = \Sigma \varepsilon t_0 - \mu(H_0 - h_0) - et;$$

для расчета расстояний на освобождение пахотного слоя от избыточной воды

$$W = H_в - \mu h_0 - et_0,$$

где H_c — запас воды в снеге 10%-ной обеспеченности к началу таяния, м;

K_c — коэффициент стока талых вод; принимают в зависимости от уклона (i) поверхности: при i<0,01 K_c=0,6; при i=0,01—0,05 K_c=0,75; при i>0,05 K_c=0,95;

μ — коэффициент водоотдачи грунта, определяют при изысканиях или рассчитывают по эмпирическим формулам в зависимости от коэффициента фильтрации;

h_0 — норма осушения соответствующего периода, м;

e — интенсивность испарения (м/сут) за время t_0; если t_0<10 суток, то (с некоторым запасом в расстоянии между дренами) следует принимать e=0; интенсивность инфильтрации в грунтовые воды для весны (ε) равна средней интенсивности впитывания осадков до грунтовых вод, так как влажность почвы близка к наименьшей влагоемкости;

t_0 — время, сут; t_0 не всегда равно времени t; условно, если нет обоснования в различии этих отрезков времени, их принимают равными;

$H_в$ — слой воды, оставшейся после снеготаяния и стока по поверхности в микропонижениях; при отсутствии наблюдений и при организованном стоке принимают равным 0,01—0,02 м;

H_0 — понижение уровней в створе дрены.

Формула С. Ф. Аверьянова охватывает практически все случаи расчета параметров регулирующей сети в условиях однородного

грунта или близкого к нему. Для двухслойных и трехслойных грунтов расстояния между дренами определяют по формулам А. Я. Олейника, А. И. Мурашко, А. И. Ивицкого и др.

СКВАЖИНЫ-УСИЛИТЕЛИ И ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ДРЕНАЖ

Разгрузочные скважины — буровые отверстия диаметром до 10 см, заглубленные в напорный водоносный горизонт и выведенные в каналы или дрены. Их крепят металлическими, асбестоцементными трубами или засыпают гравием. Вода из скважин поступает за счет естественного напора; расстояние между ними — 30—100 м.

С применением разгрузочных скважин устраивают комбинированный дренаж.

Вертикальный дренаж — система скважин для осушения земель, воду из них откачивают насосами. Конструкция скважин вертикального дренажа определяется литологическим строением водоносного комплекса и эксплуатационными параметрами — дебитом и понижением уровня подземных вод, технологией строительства и оборудованием скважин, схемой и степенью автоматизации, требованиями ремонта.

Конструкцию рассчитывают на наибольшую водозахватную способность и надежность в эксплуатации. Это зависит от способа бурения, диаметра скважин, диаметра и длины фильтра, его конструкции, мощности контура гравийной обсыпки, степени сохранения естественных фильтрационных свойств водоносных пород в прифильтровой зоне.

Выбор конструкции фильтра зависит от конкретных условий (гранулометрического состава и мощности каптируемого горизонта). В скважинах вертикального дренажа используют стержневые фильтры со скважностью 50%, фильтры из штампованного нержавеющего листа со скважностью 30%, фильтры с гравийно-песчаной обсыпкой.

Длину фильтра принимают равной мощности водоносного пласта (m), если она меньше 10 м. При мощности водоносного пласта более 10 м длина фильтра составляет $(0{,}7—0{,}8)m$, но не более 25—30 м. Длина отстойника во всех случаях должна быть в пределах от 0,5 до 2 м.

При выборе диаметра фильтра на контакте между обсыпкой и фильтровым каркасом выдерживают скорость 0,03—0,08 м/с. Для определения диаметра фильтра можно использовать оптимальный критерий:

$$\frac{l}{D_c} = 50-75,$$

где l — длина фильтра, м;

D_c — внешний диаметр скважины, м.

Размеры и форму отверстий фильтра подбирают в зависимости от фракционного состава грунта, прилегающего непосредственно к фильтровому каркасу; для фильтров с гравийной обсыпкой:

круглой перфорации

$$d_{от} = (1{,}2-1{,}5)D_{50};$$

щелевой перфорации

$$b_{щ} = (0{,}75-1{,}0)D_{50};\ l_{щ} = (25-35)D_{50},$$

где D_{50} — средний диаметр фракций гравийной обсыпки, мм;
$b_{щ}, l_{щ}$ — соответственно ширина и длина щелей.

Фильтровую обсыпку выполняют в один слой (3—5 м) над рабочей частью фильтра; при многослойной толще допускается доводить гравийную обсыпку до устья скважины.

Дренажные скважины оборудуют в основном центробежными насосами для воды с погружными электродвигателями. В состав надземных сооружений систем вертикального дренажа входят: высоковольтная линия электропередачи (6—10 кВ), трансформаторная подстанция, низковольтная линия, пусковая аппаратура и электрооборудование, средства автоматики, водоприемные сооружения и водоотводящая сеть, эксплуатационные дороги.

Водоотводящая сеть может быть представлена трубопроводами, лотками, облицованными каналами или (при отводе пресных и слабоминерализованных вод) каналами в земляном русле. Вокруг скважин устраивают специальную площадку с ограждением площадью 130—150 м².

Основной показатель применимости вертикального дренажа — проводимость водоносного горизонта (Т):

$$T = Km,$$

где К — коэффициент фильтрации, м/сут;
m — мощность водоносного пласта, м.

Вертикальный дренаж наиболее эффективен при $T \geqslant 300-500$ м²/сут и малопригоден при $T < 150-200$ м²/сут.

Исследования, выполненные на болотах в БССР и УССР, свидетельствуют о применимости вертикального дренажа при мощной толще хорошо проницаемых грунтов с проводимостью более 150 м²/сут.

В зависимости от расположения скважин по дренируемой территории различают систематический (площадной), линейный (в виде рядов скважин), выборочный и комбинированный вертикальный дренаж.

Расстояния между скважинами и их параметры устанавливают расчетами. Вертикальный дренаж, как правило, более выгоден, если откачиваемую воду используют для орошения или других нужд.

Комбинированный вертикальный дренаж представляет собой систему горизонтальных дрен (открытых или закрытых) с вертикаль-

ными скважинами-усилителями. Назначение усилителей — каптирование водоносного горизонта и снятие напоров в нижнем водоносном пласте, что позволяет увеличить междренное расстояние. Скважины в устьевой части соединены с горизонтальными дренами на уровне горизонта воды в них.

Водоприемную часть скважин-усилителей располагают в первом от поверхности хорошо проницаемом слое, места подключения скважин-усилителей к закрытым горизонтальным дренам увязывают с расположением смотровых колодцев.

АГРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Агромелиоративные мероприятия — специальные приемы обработки почвы для регулирования режима влажности путем отвода избыточной воды с поверхности и из пахотного слоя почвы. Выполненные в сочетании с открытой или закрытой осушительной сетью, они способствуют повышению урожайности возделываемых культур на 30—40%; особенно важное значение имеют для малоуклонных и безуклонных равнин с тяжелыми глинистыми и суглинистыми почвами.

Агромелиоративные мероприятия обеспечивают отвод избыточных вод (узкозагонная вспашка, бороздование, гребневание, грядкование, профилирование), способствуют улучшению аэрации и накоплению в почве полезной для растений влаги (кротование, углубление пахотного слоя, глубокое рыхление).

Мероприятие	Основные параметры
Узкозагонная вспашка	Ширина загонов — 3—4 м; поперек разъемных борозд устраивают выводные борозды через 40—100 м (по понижениям)
Бороздование	Глубина борозд — 20—35 м, расстояние между ними — 8—20 м. Может быть систематическим и выборочным
Гребневание	Гребни вдоль уклона местности высотой 13—15 см, расстояние между гребнями — 0,7 м
Грядование	Ширина гряд — 0,7—1,4 (под овощи) и 2,8—3,5 м (под кукурузу), высота гряд — 30—60 см
Профилирование поверхности	Загоны шириной 12—20 м с сохранением положения свалов и разъемных борозд; обеспечивается после двух-трех вспашек
Кротование *	Глубина заложения кротовин — 45—60 см, расстояние между ними — 1—1,5 м

* Кротовый дренаж отличается от кротования тем, что его закладывают только в кротоустойчивых грунтах с выдержанным уклоном, он имеет большой диаметр и располагается реже — через каждые 6—8 м.

Углубление пахотного слоя	Обеспечивается постепенным припахиванием 3—5 см почвы
Глубокое рыхление	Глубина рыхления около 40 см (на 20—30 см меньше минимальной глубины заложения дрен)

Глубокий окультуренный пахотный слой позволяет корневой системе растений глубже проникать в почву и лучше использовать запасы воды и элементов питания. Структурный пахотный слой мощностью 30—40 см может удержать без переувлажнения 30—50% талой воды и полностью ливневые осадки интенсивностью 50—60 мм, в то время как пахотный слой мощностью 18—20 см при таких условиях становится сильно переувлажненным. При мелкой вспашке в засушливые периоды он сильно пересыхает, в дождливые — перенасыщается влагой.

На современном этапе интенсификации земледелия наиболее перспективны кротование, глубокое сплошное или полосовое рыхление почвы и выборочное бороздование. Эти способы следует применять как дополнение к закрытому дренажу. Они позволяют увеличить расстояния между дренами в 1,5—2 раза, а следовательно, удешевить осушительные системы. По мере окультуривания дренированной почвы необходимость в усиливающих действие дренажа агромелиоративных мероприятиях постепенно снижается и может совсем отпасть.

ОГРАДИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

Оградительная сеть в осушительной системе представлена нагорными и ловчими каналами, закрытыми ловчими дренами, дамбами. Для уменьшения поверхностного стока с прилегающих к системам территорий проводят мероприятия, входящие в противоэрозионный комплекс.

Нагорные каналы располагают вдоль верховой границы осушаемой территории для перехвата поверхностных вод, стекающих с водосборов. Глубина их — не более 1—1,2 м, длина, как правило,—200—500 м (может доходить до 5—10 км), уклон — не менее 0,0005 (одинаковый по всей длине, не допускающий отложения наносов).

Кавальеры нагорных каналов устраивают только по низовой стороне, при более пологом верхнем откосе — 1 : 5 и 1 : 10 — сечения их проектируют несимметричными. В местах пересечения с тальвегами нагорные каналы закрепляют так же, как и их истоки, если в них поступают сосредоточенные потоки воды.

Каналы делают прерывистыми, если на склонах нет водной эрозии, а также при залуженных и залесенных водосборах. Воду из каналов сбрасывают в осушители или собиратели.

Нагорные каналы нередко совмещают с ловчими, т. е. устраивают нагорно-ловчие каналы. При крутых склонах, большом объеме поверхностного стока и напорном водном питании совмещать их нецелесообразно. В этих случаях делают два параллельных канала — глубокий (ловчий) и мелкий (нагорный) с внешней стороны объекта.

На узких и вытянутых в плане объектах вместо каналов можно применять ложбины или закрытые собиратели. При малых размерах водосборов поверхностный сток перехватывают при помощи сгущенных дрен: в верхней части коллекторов две-три дрены проводят на расстоянии $^1/_2$—$^1/_3$ B (расчетное расстояние между дренами) друг от друга.

Ловчие каналы устраивают для перехвата поступающей на осушаемую территорию грунтовой воды в зоне наиболее высокого ее стояния. При заболачивании напорными водами каналы должны проходить вдоль линии наивысших пьезометрических напоров, на болотах — по воронкам минерального дна.

Для перехвата грунтового потока открытые ловчие каналы можно заменять ловчими дренами из труб диаметром не менее 75—100 мм с обсыпкой их фильтрующим материалом.

Глубину ловчих каналов на мелких торфяниках, подстилаемых песками или другими хорошо водопроницаемыми грунтами, устанавливают в пределах от 1,5 до 3 м.

При наличии подстилающего водоупорного слоя дно ловчих каналов врезают в него на 0,2—0,5 м; на минеральных землях, если этот слой залегает на глубине до 2 м, на торфяниках — до 3 м. Поперечные сечения напорных и ловчих каналов глубиной более 2—2,5 м, проходящих в торфяниках (со степенью разложения более 50%), смешанных, легких, иловатых и разжиженных грунтах, должны иметь параболическую форму; в торфяниках со степенью разложения до 50%, в суглинках и глинистых грунтах — трапецеидальную.

Конструкции дамб рассмотрены в главе «Противопаводковые мелиорации».

При расчете ловчих каналов определяют положение кривых депрессии, т. е. сниженный каналом УГВ. Расчет проводят по формулам С. Ф. Аверьянова, при этом предполагается приток со стороны прилегающей территории (рис. 6).

Дальность осушительного действия ловчего канала со стороны прилегающей (не осушаемой) территории (B, м) определяют по формуле

$$B = 1{,}5\sqrt{\frac{H_0 L}{I}},$$

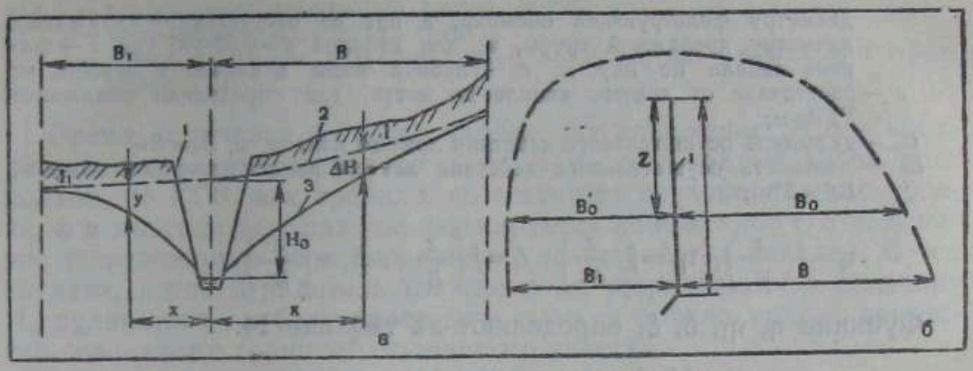


Рис. 6. Схема осушительного действия ловчего канала:
а — разрез; *б* — план; *1* — канал; *2* — уровень грунтовых вод до устройства канала; *3* — кривая депрессии

где H_0 — понижение УГВ в створе канала, м;
L — длина канала, м;
I — уклон потока грунтовых вод со стороны прилегающей территории, существовавший до сооружения канала.

Дальность действия ловчего канала в сторону осушаемой территории (B′, м) рассчитывают по формуле

$$B' = \frac{1}{2} \cdot \frac{H_0}{I_1},$$

где I_1 — уклон потока грунтовых вод в сторону осушаемой территории до сооружения ловчего канала.

Понижение УГВ, вызванное устройством ловчего канала с учетом его обтекания (короткости) и висячести (несовершенства), рассчитывают по формулам:

в сторону прилегающей территории:

$$y = H_0\alpha \left(1 - \frac{x}{B_0}\right)\left(1 - \frac{x\delta}{B_0}\right);$$

в сторону осушаемой территории:

$$y_1 = H_0\alpha_1 \left(1 - \frac{x}{B_0'}\right)\left(1 - \frac{x\delta_1}{B_0'}\right),$$

где $\alpha = \dfrac{1}{1 + \dfrac{2T}{B_0}\text{Б}}$, $\alpha_1 = \dfrac{1}{1 + \dfrac{2T}{B_0'}\text{Б}}$;

для ориентировочных расчетов можно принять $\alpha = 1$ и не вычислять величину T, поскольку до определения положения кривой депрессии она неизвестна (T — средняя мощность нарушенного каналом потока грунтовых вод); $\text{Б} = 2{,}94 \dfrac{1}{\sin \dfrac{\pi d}{2T}}$, где d — расчетный диаметр дрены, равный

диаметру фильтрующей обсыпки, а при ее отсутствии — наружному диаметру дренажной трубы, м; для каналов $d=0{,}5b+h$, где b — ширина канала по дну, м; h — глубина воды в канале в межень, м;

x — расстояние от ловчего канала до места, где определяют понижение УГВ, м;

B_0 — дальность осушительного действия ловчего канала, м, $B_0=B\eta$;

B_0' — дальность осушительного действия ловчего канала ниже по течению, м; $B_0'=B'\eta_1$;

$$\eta=f\left(\frac{z}{B}\right);\ \eta_1=f\left(\frac{z}{B'}\right);\ \delta=f\left(\frac{z}{B}\right);\ \delta_1=\left(\frac{z}{B'}\right).$$

Функции η, η_1, δ, δ_1 определяют по таблице 14.

14. Значения функций η, η_1, δ, δ_1

z/B	8	4	2	1	0,5	0,2	0,1
η, η_1	1	1,00	0,97	0,84	0,63	0,37	0,18
δ, δ_1	0	0,16	0,21	0,46	0,67	0,85	0,93

Ловчие каналы трассируют по границе осушаемого болота, там, где мощность торфяной залежи близка к нулю. Расчет канала ведут на понижение УГВ, на перехват грунтового потока. При этом определяют положение кривой депрессии канала в сторону прилегающей территории, и если влияние канала распространяется на значительное расстояние (более 500 м), то учитывают требования охраны природы.

Если положение кривой депрессии может отрицательно сказаться на водозаборных колодцах, на корневой системе прилегающего лесного массива и других элементах природной среды, принимают меры по ликвидации негативных последствий.

Расчет нагорного канала ведут так же, как и открытой проводящей сети, т. е. определяют модуль (q) поверхностного стока и водосборную площадь в расчетном сечении (F), а затем подсчитывают расход по формуле $Q=qF$.

Влияние ловчего канала на прилегающую территорию распространяется до 1,2—1,5 км. Для расчета кривой депрессии УГВ ΔH в сторону прилегающей территории на любом расстоянии от канала без ограничения его длины С. Ф. Аверьяновым получена формула

$$\Delta H=H_0\,erfc\,(z),$$

где $erfc$ — функция, определяемая по таблице 15 в зависимости от значения z;

$$z=\frac{x}{2\sqrt{at}},$$

где a — коэффициент уровнепроводности $\left(\frac{KT}{\mu}\right)$, м²/сут,

где K — коэффициент фильтрации грунта, м/сут;
μ — коэффициент водоотдачи грунта;
t — время от начала развития кривой депрессии на прилегающую территорию, сут.

Время, в течение которого происходит понижение УГВ в конкретном году, исчисляется от 3 до 5 месяцев, затем вновь идет подъем, но УГВ, как правило, не достигает первоначального уровня, и в многолетнем разрезе формируется пониженное его положение в сравнении с первоначальным (до устройства канала). В тех случаях, когда оградительный канал не устраивают, за величину H_0 принимают глубину заложения дрен, а начало кривой депрессии совпадает с границей осушаемого участка.

15. Значения функции erfc(z)

z	erfc (Z)	z	erfc (Z)
0,0	1,0	0,47	0,5062
0,01	0,9887	0,49	0,4883
0,05	0,9436	0,52	0,4621
0,10	0,8875	0,56	0,4284
0,15	0,8320	0,60	0,3961
0,17	0,8100	0,64	0,3654
0,19	0,7882	0,68	0,3362
0,21	0,7665	0,72	0,3086
0,23	0,7450	0,76	0,2825
0,25	0,7237	0,80	0,2579
0,27	0,7026	0,84	0,2349
0,29	0,6817	0,88	0,2133
0,31	0,6611	0,92	0,1932
0,33	0,6407	0,96	0,1746
0,35	0,6206	1,0	0,1573
0,37	0,6008	1,2	0,0897
0,39	0,5813	1,4	0,0477
0,41	0,5620	1,6	0,0237
0,43	0,5431	1,8	0,0109
0,45	0,5245	1,9	0,0072
0,46	0,5153	2,0	0,0047

Обычно на дренированном массиве весной УГВ поднимается до поверхности земли, поэтому на его границе происходит сезонное колебание. В связи с этим вблизи массива кривая депрессии (в многолетнем разрезе) имеет вид седла, низшая точка такой кривой находится выше отметки заложения дрен.

Расчет положения УГВ, пониженного дренами и каналом и отсчитываемого от меженного уровня воды в канале или от отметки заложения дрен, следует считать заниженным, т. е. расчет ведут с некоторым запасом в глубине залегания УГВ от поверхности земли.

В связи с понижением УГВ на прилегающей территории и образованием кривой депрессии, понижающейся в сторону осушенно-

го массива, выделяют **пять зон влияния мелиоративных систем на природную среду:**

зону мелиоративного объекта, т. е. площадь его мелиорации;

внутреннюю зону, охватывающую немелиорируемые площади в контурах объекта мелиорации;

непосредственно прилегающую зону влияния;

отдаленную зону влияния;

зону воздушного пространства в контурах отдаленной зоны.

Перечисленные зоны выделяют по признаку природоохранных мероприятий, причем в каждой зоне они могут быть различными. Границы зон устанавливают приближенно, так как время проявления заметных изменений в природной среде растянуто и связано с параметрами мелиоративной системы, поэтому изменением параметров системы можно ослабить возможный ущерб от проведения инженерных мероприятий.

В водосборах рек, где могут создаваться две и более мелиоративные системы, зоны, непосредственно прилегающие и отдаленные, могут накладываться, становиться общими, а это усиливает совместное действие мелиоративных объектов. В таких случаях две и более системы следует рассматривать в природоохранном аспекте как единую систему, воздействующую на прилегающие территории.

В практическом отношении зоны влияния выделяют по основным, а их границы уточняют по дополнительным признакам.

К основным признакам относятся: прогнозный УГВ и рельеф объекта прилегающей территории. К дополнительным признакам относятся: локальные понижения рельефа прилегающей территории и локальные возвышенности на объекте мелиорации; механический состав и высота капиллярного поднятия грунтов; наличие почвенного покрова и тип почв; доминирующая растительность на прилегающих землях (лесная, луговая, севооборотные поля культурных растений и др.); общее направление потока грунтовых вод (в сторону объекта мелиорации или от него); химический состав грунтовых вод.

Выделение зон способствует назначению природоохранных мероприятий различного характера: почвозащитных и противоэрозионных, по закреплению откосов каналов и дамб от размывов, по консервации дренажных вод с целью их повторного использования и др.

Немелиорируемые земли в контурах объекта (песчаные и моренные гряды, всхолмленные приречные участки и др.) могут считаться объектами особого рода мелиораций, в результате которых создают зоны рекреации, лесопосадок, резерваторов для дикой фауны и др. Непосредственно прилегающие территории могут быть землями сельскохозяйственного назначения, лесными массивами и, наконец, зеркалом естественного или искусственного водоема. В этой зоне более всего проявляется влияние мелиоративного

объекта и часто отрицательного свойства из-за снижения УГВ, некоторого изменения влажности и температуры воздуха и почвы и др.

Отдаленная зона влияния может выделяться в связи с некоторым изменением режима УГВ, скорости и направления ветров при сведении лесокустарниковой растительности на объекте, сезонной влажности воздуха. В этой зоне уже не проявляется действие параметров мелиоративной системы (длины и глубины каналов, расстояний между дренами, высоты дамб обвалований и др.), изменение физических параметров связано с самим фактом создания мелиоративной системы. Природоохранные мероприятия в этой зоне могут быть минимальными или ограничиваться прогнозами изменения физических параметров, которые при необходимости учитывают в других аспектах хозяйственной деятельности.

Наконец, зону воздушного пространства выделяют в связи с необходимостью охраны воздуха от загрязнений пересохшими частицами торфа, подвижными тонкими песками (они пылят даже при малых скоростях ветра —2—3 м/с) и др. Для борьбы с загрязнениями сажают древесную растительность и смачивают поверхность в эрозионно опасный период. Наиболее радикальное средство предотвращения нежелательных проявлений на прилегающей территории — сохранение существовавшего до создания мелиоративной системы УГВ.

ПРОВОДЯЩАЯ СЕТЬ

ОТКРЫТАЯ СЕТЬ

Открытая проводящая сеть включает магистральные каналы, транспортирующие собиратели и водоотводные борозды. Ее проектируют прямолинейной, с минимальным числом поворотов, пересечений с дорогами и другими коммуникациями и по возможности минимальной длины. Чтобы каналы не разбивали массивы на мелкие участки (если это возможно по условиям рельефа и гидрогеологии), их трассируют по границам хозяйств, полей севооборотов и вдоль дорог по наиболее низким отметкам осушаемой поверхности (по тальвегам), на болотах — по тальвегам минерального дна, что обеспечивает двусторонний впуск каналов и коллекторов даже при неравномерной осадке торфа и после его частичной или полной сработки.

Поперечное сечение каналов — равнобокая трапеция; применение ее облегчает строительство, крепление русла и уход за ним. Только глубокие каналы (более 3 м) и каналы, проходящие в неустойчивых и слоистых грунтах (мелкозернистый песок, сильноразложившийся торф и др.), делают параболического сечения. В глинах и суглинках сечение их должно быть трапецеидальным и только нижняя часть (глубже 2 м) — параболической.

У каналов трапецеидального сечения минимальная ширина по дну 0,4 м, заложение откосов — в зависимости от грунтов и глубины каналов (табл. 16): в древесных торфах оно может быть в 1,3—2 раза больше, чем в травяных и моховых.

16. Заложение откосов каналов

Грунт	Глубина канала, м		
	<1,5	1,5—2	>2
Глина, суглинок тяжелый и средний (за исключением пылеватых и иловатых)	1,0	1,5	2,0
Суглинок легкий, супесь (непылеватые и неиловатые), песок крупно- и среднезернистый	1,5	2,0	2,5
Песок мелкозернистый	2,0	2,0	2,5
Торф со степенью разложения, %:			
$R<50$	1,0	1,5	2,0
$R=50-70$	2,0	2,0	2,5
$R>70$	2,0	2,0	2,5

Параболическое сечение в зависимости от грунтов принимают различное: для менее устойчивых параметр параболы больше. Характеризуя параболу параметром

$$P=\frac{B}{H},$$

где B — ширина канала поверху;
H — глубина канала,

для P рекомендуются следующие значения:

глина, суглинок тяжелый и средний, торф с $R<50\%$ — 6—8;

суглинок легкий, супесь, песок немелкозернистый, торф с $R=50—70\%$ — 8—10;

песок мелкозернистый, торф с $R>70\%$ — 10—14.

ЗАКРЫТЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ

Закрытую проводящую сеть, или закрытые коллекторы, строят из гончарных, пластмассовых, иногда асбестоцементных и железобетонных труб.

Для обеспечения (по возможности) двустороннего ввода дрен в коллекторы последние прокладывают по понижениям местности в направлении ее наибольшего уклона. Только при наличии глубоких тальвегов с большими водосборными площадями (более 15 га) коллекторы смещают от трассы тальвега на 10—15 м во избежание размыва засыпки траншей и повреждения трубопровода.

Коллекторы должны быть прямолинейны в плане и иметь минимальное число поворотов (внутренние углы не менее 110°). Они не должны пересекать засыпанные старые каналы, староречья, западины с глубокой (более 1,5 м) залежью торфа и участки с плывунами и сапропелями. При неизбежности этого керамические трубы укладывают на стеллажах; применяют керамические с цементацией стыков или асбестоцементные трубы на муфтах, которые используют и при пересечении коллекторами дорог и лесополос.

Для предохранения от зарастания корнями растений коллекторы укладывают на расстоянии от деревьев, м: фруктовые деревья — 7—10; малина, крыжовник — 10; смородина, шиповник, акация, боярышник — 15; лиственные деревья — 20; хвойные деревья — 30.

По трассе в местах впадения коллекторов второго порядка и изменения уклонов дна или трасс устраивают смотровые колодцы; на длинных коллекторах — равномерно по длине через каждые 400—500 м. На тяжелых почвах для отвода поверхностной воды из понижений рельефа необходимы колодцы-поглотители с отстойником; они могут быть совмещены со смотровым колодцем. Через колодцы-поглотители в случае необходимости впускают воду из ограждающей сети и разъемных борозд.

Размеры труб для коллекторов определяют на основе гидравлического расчета, который выполняют для следующих створов: в устье, в местах изменения уклонов, в местах впадения коллекторов и колодцев-поглотителей.

Расход коллекторов (Q, л/с) определяют по формуле

$$Q = qF,$$

где q — модуль дренажного стока, л/с/га;
F — площадь водосбора коллектора выше рассматриваемого створа, га.

Модуль дренажного стока определяют через расчетный (по уравнению водного баланса) приток воды к дрене по формуле

$$q = 116 n q_{\text{п}},$$

где n — коэффициент, равный 1; при наличии кротовых дрен $n = 1{,}2$;
$q_{\text{п}}$ — средний за расчетный период притока воды к дрене, м/сут.

При отсутствии материалов балансовых исследований дренажный модуль стока для различных грунтов ориентировочно (без учета поверхностного стока) следующий: глины, суглинки тяжелые и средние — 0,4—0,5; суглинки легкие, супеси — 0,6; пески, торфяники низинные — 0,7—0,8.

На болотах интенсивного подземного питания и при отводе поверхностного стока дренажный модуль стока принимают (до 0,9—2 л/с/га) на основе экспериментальных данных.

Гидравлический расчет коллекторов проводят по участкам, отличающимся расходом воды настолько, что это влияет на диаметр труб. Скорости течения воды в коллекторах должны быть в пре-

17. Расход дрен и коллекторов (л/с) из гончарных, керамических, бетонных и железобетонных труб при разных уклонах

Уклон дрен	Внутренний диаметр дрен, см											
	4	5	7,5	10	12	15	17,5	20	25	30	35	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,005												45,0
0,0006										25,9	38,7	55,1
0,0008									18,2	29,9	44,7	63,8
0,001			0,82	1,77	3,30	5,24	7,91	11,24	20,3	33,7	49,9	71,2
0,002		0,39	1,16	2,50	4,71	7,45	11,02	15,94	28,9	47,4	70,8	100,9
0,003	0,27	0,48	1,42	3,08	5,72	9,15	13,68	19,5	35,4	57,9	86,9	123,9
0,004	0,30	0,55	1,65	3,54	6,59	14,47	16,1	22,6	40,7	66,6	99,6	142,6
0,005	0,34	0,62	1,88	3,96	7,43	11,77	17,75	25,2	45,6	75,0	111,8	159,5
0,006	0,38	0,68	2,01	4,33	8,05	12,8	19,7	27,6	49,9	81,4	122,8	174,7
0,007	0,40	0,73	2,18	4,68	8,78	14,0	20,8	29,8	53,9	88,8	132,2	188,4
0,008	0,43	0,78	2,33	5,01	9,31	14,8	22,15	31,8	57,7	94,2	141,6	192,0
0,009	0,47	0,83	2,47	5,31	9,93	15,8	23,0	33,8	61,0	100,5	150,2	214,1
0,01	0,49	0,88	2,60	5,60	10,5	16,6	25,0	35,6	64,4	105,8	158,2	225,3
0,011	0,52	0,92	2,73	5,89	10,99	17,49	26,1	37,4	67,6	111,0	166,1	235,6
0,012	0,54	0,95	2,86	6,10	11,4	18,1	27,4	38,8	70,2	115,4	172,4	247,9
0,013	0,56	1,00	2,97	6,37	11,9	19,0	28,6	40,6	73,4	120,5	180,3	255,9
0,014	0,58	1,04	3,07	6,60	12,34	19,64	29,6	42,0	76,0	124,8	186,7	265,8
0,015	0,59	1,07	3,19	6,83	12,75	20,3	30,1	43,3	78,6	129,0	193,0	277,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0,016	0,62	1,11	3,29	7,05	13,3	20,9	31,7	44,8	81,2	133,2	199,3	283,8
0,017	0,63	1,14	3,40	7,27	13,61	21,6	32,6	46,3	83,7	137,0	205,6	293,5
0,018	0,66	1,18	3,49	7,50	14,01	22,3	33,6	47,7	86,3	141,7	212,0	301,4
0,019	0,67	1,21	3,59	7,72	14,42	22,9	34,4	49,1	88,9	145,9	218,3	311,5
0,02	0,68	1,24	3,65	7,88	14,7	23,5	35,6	50,2	90,8	149,1	223,2	316,5
0,021	0,71	1,27	3,78	8,11	15,17	24,2	36,5	51,6	93,4	153,3	228,9	
0,022	0,72	1,30	3,87	8,27	15,47	24,6	37,1	52,6	95,3	155,4	233,7	
0,023	0,74	1,34	3,96	8,50	15,0	25,2	38,1	54,1	97,9	159,6	240,5	
0,024	0,76	1,36	4,04	8,70	16,21	25,8	39,0	55,2	99,8	163,1		
0,025	0,77	1,39	4,11	8,84	16,52	26,3	39,4	56,2	101,8	166,0		
0,026	0,78	1,41	4,19	9,00	16,83	26,7	40,4	57,3	103,7	169,5		
0,027	0,79	1,44	4,27	9,17	17,15	27,7	41,3	58,3	105,6	172,3		
0,028	0,80	1,47	4,36	9,34	17,4	27,2	42,2	59,1	107,6	176,6		
0,029	0,83	1,49	4,43	9,51	17,8	28,2	42,7	59,5	109,5			
0,03	0,84	1,52	4,51	9,68	18,1	28,7	43,5	60,6	11,2			
0,035	0,91	1,64	4,87	10,5	19,5	31,1	47,2	66,6	120,5			
0,04	0,99	1,76	5,21	11,18	20,9	33,2	50,1	71,2	128,8			
0,045	1,03	1,86	5,52	11,9	22,2	35,2	52,8	75,9				
0,05	1,09	1,97	5,94	12,53	23,4	37,2	55,9	79,8				
0,055	1,15	2,06	6,10	13,1	24,5	38,8	58,8					
0,06	1,20	2,16	6,39	13,7	25,6	40,7	61,3					
0,07	1,32	2,33	6,65	14,8	27,7	43,9	66,5					

Примечание. Линия отделяет расходы, которые проходят при скорости меньше (слева) и больше (справа) 1,2 м/с.

делах 0,3—1,5 м/с, а минимальные значения уклонов — 0,0015—0,002.

При известном уклоне коллектора по трассе и расходе в расчетном сечении определяют необходимый диаметр труб (табл. 17, 18).

18. Скорость V (м/с) и расход воды Q (л/с) для гофрированных дренажных труб из ПВП в зависимости от диаметра d
(по ТУ 6—05—1078—72)

Уклон дрены	Диаметр трубы, мм									
	50		63		75		90		125	
	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V	Q
0,001	0,11	0,17	0,12	0,29	0,13	0,45	0,14	0,66	0,16	1,47
0,002	0,15	0,23	0,17	0,42	0,19	0,65	0,20	0,94	0,23	2,08
0,003	0,18	0,28	0,21	0,51	0,23	0,80	0,24	1,16	0,28	2,56
0,004	0,21	0,33	0,24	0,59	0,27	0,93	0,28	1,34	0,33	2,96
0,005	0,24	0,36	0,27	0,65	0,30	1,03	0,31	1,49	0,36	3,28
0,006	0,26	0,40	0,30	0,72	0,33	1,13	0,34	1,63	0,39	3,60
0,007	0,28	0,43	0,32	0,78	0,35	1,22	0,37	1,76	0,43	3,92
0,008	0,30	0,46	0,34	0,83	0,38	1,34	0,40	1,88	0,46	4,17
0,009	0,32	0,49	0,37	0,89	0,40	1,38	0,42	2,00	0,49	4,43
0,010	0,34	0,51	0,39	0,94	0,42	1,46	0,44	2,11	0,51	4,65
0,015	0,41	0,62	0,47	1,14	0,52	1,78	0,54	2,58	0,60	5,70
0,020	0,48	0,72	0,55	1,32	0,60	2,06	0,62	2,90	0,72	6,60
0,03	0,58	0,88	0,67	1,62	0,73	2,52	0,76	3,65	0,88	8,04
0,04	0,67	1,02	0,77	1,86	0,84	2,90	0,88	4,20	1,03	9,04
0,05	0,75	1,14	0,86	2,09	0,95	3,26	0,99	4,70	1,14	10,45
0,07	0,88	1,34	1,02	2,46	1,12	3,86	1,17	5,57	1,34	12,22
0,09	1,01	1,53	1,15	2,80	1,27	4,37	1,32	6,30	1,52	13,90

Минимальные диаметры коллекторов из керамических труб — 75—100 мм, пластмассовых —73, из деревянных —100×100 мм. Большие коллекторы изготовляют из труб разных диаметров (желательно не более трех-четырех); в истоке принимают минимальные диаметры.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

При проектировании осушительных систем гидрологические расчеты необходимы для определения расчетных расходов проводящих разгрузочных и нагорных каналов, а также рек-водоприемников в створах впадения основных притоков.

Расчеты выполняют в зависимости от вида сельскохозяйственного использования осушаемых земель на расходы весеннего половодья, предпосевные, летне-осенних паводков и среднемеженные, или бытовые (табл. 19).

19. Расчетные периоды года

Использование осушаемых земель	Расчетный период	
	основной	поверочный
Полевые севообороты без озимых культур, овощные севообороты	Максимальный летне-осенний паводковый	Предпосевной, бытовой
Полевые севообороты с озимыми культурами	Максимальный весенний паводковый	Летне-осенний паводковый, бытовой
Кормовые севообороты	Предпосевной	То же
Пастбища	»	»

Расчетную обеспеченность расходов воды для осушительных систем площадью менее 2 тыс. га принимают по таблице 20, а по крупным объектам — на основании технико-экономических расчетов.

20. Обеспеченность расчетных расходов воды, %

Использование осушаемых земель	Закрытая сеть			Открытая сеть		
	Удельный вес культуры, %					
	до 25	25—50	>50	до 25	25—50	>50
Зерновые севообороты	15	10	5	15	10	5
Овощные, полевые и прифермские севообороты, пастбища	5	3	1	—	—	—
Долголетние сенокосы	—	—	—	20	20	10
Сады	5	5	1	—	—	—

Максимальный расход талых вод (весеннего половодья, $Q_м$, м³/с) определяют на основе материалов фактических наблюдений за расходами воды, по аналогам или для равнинных водосборов по формуле (Г. А. Алексеева):

$$Q_м = \frac{K_0 h_p}{(F+1)^n} \delta \delta' \delta,$$

где K_0 — коэффициент дружности половодья, K_0=0,006—0,008, для равнинных бассейнов K_0=0,006;

h_p — расчетный слой суммарного стока половодья расчетной обеспеченности (мм), устанавливают по трем параметрам; $\bar{h}$ — средний слой стока половодья, C_v и C_s, где $\bar{h}=\bar{h}_к K_т$; $h_к$=100 мм для Московской, Ивановской и Горьковской областей; $\bar{h}_к$=120 мм для Смоленской, Кировской и Ярославской областей; $K_т$ — коэффициент, учитывающий условия стока, $K_т$=0,9 для территорий с плоским рельефом и песчаными почвами; $K_т$=1,1 для холмистого рельефа и глинистых почв;

F — площадь водосбора, км²;

n — показатель степени, n=0,17;

δ_1 — коэффициент озерности, при площади озер на водосборе менее 1% δ_1=1;

δ_1' — коэффициент, учитывающий регулирующее влияние водохранилищ и прудов, $\delta_1'=0{,}9$; при их отсутствии $\delta_1'=1$;

δ_2 — коэффициент, учитывающий залесенность и заболоченность, $\delta_2=1-0{,}8\lg(0{,}05f_л+0{,}1f_б+1)$, где $f_л$, $f_б$ — площадь лесов и болот соответственно, %.

Средний слой стока половодья h также определяют по картам, коэффициент вариации C_v — в соответствии с Указаниями по определению расчетных гидрологических характеристик (СН 435—72) по картам изоляций.

Коэффициент асимметрии C_s для всех районов, за исключением северо-запада и северо-востока, равен

$$C_s=2C_v.$$

Расчетный слой суммарного стока определяют по формуле

$$\bar{h}_р=(1+\Phi C_v)\bar{h}.$$

Величину Ф определяют по таблице 21.

21. Ординаты кривых трехпараметрического гамма-распределителя при $C_s=2C_v$

C_v	Обеспеченность стока (Р), %							
	0,1	0,5	1	3	5	10	20	50
0,1	1,34	1,28	1,25	1,20	1,17	1,13	1,08	0,997
0,2	1,73	1,59	1,52	1,41	1,35	1,26	1,16	0,986
0,3	2,19	1,94	1,82	1,64	1,54	1,40	1,24	0,970
0,4	2,70	2,32	2,16	1,87	1,74	1,54	1,31	0,948
0,5	3,27	2,74	2,51	2,13	1,94	1,67	1,38	0,918
0,6	3,87	3,20	2,89	2,39	2,15	1,80	1,44	0,886
0,7	4,56	3,68	3,29	2,66	2,36	1,94	1,50	0,846
0,8	5,30	4,18	3,71	2,94	2,57	2,06	1,54	0,800
0,9	6,08	4,74	4,15	3,21	2,78	2,19	1,58	0,748
1,0	6,91	5,30	4,60	3,51	3,00	2,30	1,61	0,693
1,1	7,75	5,90	6,05	3,80	3,22	2,40	1,62	0,640
1,3	9,60	7,13	6,02	4,42	3,60	2,57	1,62	0,520
1,5	11,60	8,42	7,08	4,98	3,96	2,70	1,59	0,405

Модуль максимального стока определяют по формуле

$$q_м=\frac{Q_м}{F}.$$

В соответствии с упомянутыми Указаниями при отсутствии или недостаточности данных наблюдений допускается использование региональных формул, утвержденных министерствами водного хозяйства союзных республик.

Предпосевной расход воды соответствует началу весенних полевых работ, его определяют по типовому гидрографу весеннего половодья, снимая с него расход, соответствующий этой дате.

Предпосевной период наступает ориентировочно при сумме среднесуточных температур воздуха после таяния снега (Σt), равной: в Центральном районе — 150°, Юго-Западном — 130°, в Северо-Восточном районе — 180—200°.

Предпосевной модуль стока $q_{пр}$ ориентировочно может быть вычислен через максимальный модуль стока:

$$q_{пр} = Kq_{м},$$

где коэффициент К определяют по формуле П. А. Дудкина:

для пологих водосборов с преобладанием песчаных и торфяных почв

$$K = \frac{3{,}63}{T^{0{,}20}} - 1{,}64;$$

для водосборов с холмистым рельефом и глинистыми почвами

$$K = \frac{1{,}64}{T^{0{,}34}} - 0{,}40,$$

где Т — допустимое время весеннего затопления осушаемой территории, здесь Т=5—15 суток — для полевых севооборотов в пастбище; Т=15—20 суток — для лугов.

Модуль летне-паводкового стока ($q_{л.п}$, л/с/км²) определяют по формуле Д. Л. Соколовского

$$q_{л.п.} = 1000 \frac{B}{\sqrt{F}} \delta\delta'\delta''\delta''',$$

где В — районный параметр, в условиях лесной зоны при обеспеченности расходов Р=10% В=4—6, при Р=25% В=3—4;

F — площадь бассейна, км²;

$\delta, \delta', \delta'', \delta'''$ — коэффициенты:

$$\delta = 1 - 0{,}7 \lg (1 + \alpha + 0{,}2\beta),$$

где α — озерность и β — заболоченность, %;

$$\delta' = 1 - \gamma \lg (1 + f_{пр}),$$

где γ — коэффициент, учитывающий характер почв на водосборе: для песчаных почв γ=0,35—0,45, для глинистых и суглинистых γ=0,25—0,30; $f_{пр}$ — площадь проницаемых почв (% от площади бассейна);

δ''=0,5—0,6 — для бассейнов с плоским рельефом;

δ''' — коэффициент, учитывающий форму бассейна:

$$\delta''' = 0{,}5 \frac{B_м}{B_{ср}},$$

где $B_м$ — максимальная ширина бассейна; $B_{ср}$ — средняя ширина бассейна,

$B_{ср} = \frac{F}{L}$, где L — длина бассейна, км.

Бытовые модули стока принимают в зависимости от степени участия грунтовых вод в водном питании земель, $q_б = 0{,}02 - 0{,}05$ л/с/га. При бóльших размерах осушенной площади бытовой расход (м³/с) определяют по формуле

$$Q_б = Q_б' + Q_б'',$$

где $Q_б'$ — расход с недренированной площади;
$Q_б''$ — расход с осушенных земель.

При проектировании шлюзов, дамб, мостов и других сооружений расчетную обеспеченность максимальных расходов воды принимают в зависимости от их капитальности.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАЛОВ

Расходы воды проводящих каналов рассчитывают при водосборной площади более 500 га, при расходах более 0,5 м³/с их определяют: для устья канала; мест перелома уклона дна канала; участков выше впадения гидравлически рассчитываемого канала; для участков канала с постоянными уклонами, но при существенном изменении площади водосбора (более чем на 20%).

При этом рекомендуется (СНиП 2.06.03—85) проводить гидравлический расчет каналов при расходах менее 0,5 м³/с в зависимости от уклонов и грунтов, в которых проходит канал:

для песчаных грунтов при уклоне более 0,0005;

для суглинистых — 0,003 и более;

для глинистых — 0,005 и более.

Кривая спада уровня воды в канале должна несущественно отличаться от уклона местности.

Уклон канала (минимальный) принимают 0,0003 (0,0002 допускается для безуклонных территорий). Положение расчетного створа устанавливают по плану осушительной сети и по продольным профилям проводящего канала. Для каждого выделенного створа устанавливают границы водосборной площади и определяют ее размеры. Расходы в каналах определяют по расчетным формулам установившегося движения воды.

Каналы проводящей сети рассчитывают на расходы весеннего и летне-осеннего паводков, предпосевного периода. Расходы меженного периода определяют расчетом или назначаемым уровнем (глубиной) воды в канале.

Уровни воды в каналах назначают для соответствующих расчетных периодов. Весенний паводок 10%-ной обеспеченности при площади осушения 2000 га и менее рекомендуется (СНиП 2.06.03—85) рассчитывать на пропуск в бровках канала при использовании площадей под полевые севообороты, пастбища и сенокосы; под овощные севообороты и многолетние насаждения расчет ведут на 5%-ную обеспеченность.

При всех расчетных расходах назначаемые расчетные уровни воды в проводящих каналах не должны создавать препятствий для стока воды из впадающих в них каналов (меньшего порядка), коллекторов, дрен. Рекомендуемые обычно расчетные уровни предполагаются мгновенными или недлительными (3—5 суток), поэтому возможное увеличение длительности стояния расчетных уровней определяют по материалам изысканий.

Сопряжение в плане проводящих каналов осуществляют под углом 90° или под острым углом осей каналов, направленных по течению. Радиус закругления при поворотах каналов принимают равным 5 В (В — ширина канала по верху на уровне максимального расчетного расхода); для нерассчитываемых каналов — 20 м.

Расчет проводящих каналов ведут в следующем порядке. На продольном профиле оси проектируемого канала отмечают положение и глубину впадающих в него каналов и коллекторов, а также положение горизонта воды в принимающем канале (или водоприемнике). Затем намечают примерную линию дна проектируемого канала, указывают уклон дна, выбирают расчетные сечения (для гидравлического расчета), для которых определяют площади водосбора.

Расчетные расходы воды (Q, л/с) определяют для каждого створа по формуле

$$Q = qF,$$

где q — модуль поверхностного стока расчетного периода, л/с/га;
F — водосборная площадь (для створа расчетного сечения), га.

22. Коэффициенты заложения откосов каналов
(m, выборка из СНиП 2.06.03—85)

Грунт	Откосы	
	надводные	подводные
Галечник и гравий с песком	1,0	1,25—1,50
Глина, суглинок тяжелый и средний и торф мощностью до 0,7 м, подстилаемый этими грунтами	0,5—1,0	1,0—1,5
Суглинок легкий, супесь или торф мощностью до 0,7 м, подстилаемый этими грунтами	1,0—1,5	1,25—2,0
Песок мелкий или торф мощностью до 0,7 м, подстилаемый этими грунтами	1,0—2,0	1,5—2,5
Торф со степенью разложения, %:		
до 50	1,25	1,25—1,75
более 50	1,5	1,5—2,0

После этого принимают необходимый коэффициент заложения откосов (табл. 22) и проводят гидравлический расчет расхода канала (Q, м³/с) по формуле

$$Q=\omega C\sqrt{Ri},$$

где ω — площадь поперечного сечения канала, м²;
C — скоростной коэффициент, рассчитываемый по формуле Шези

$$C=\frac{1}{n}R^{y},$$

где n — коэффициент шероховатости откосов и дна канала или облицовки нижней части канала; для нерегулируемых русел водоприемников принимают значения в естественном состоянии, для каналов — при регулировании русла (табл. 23);
y — 1,5, если $R\geqslant 1$; $y=1{,}3$, если $R<1$;
R — гидравлический радиус (м), рассчитываемый по формуле

$$R=\frac{\omega}{\chi}=\frac{bh+mh^2}{b+2h\sqrt{1+m^2}},$$

где χ — смоченный периметр сечения, м; b — ширина канала по дну, м; h — глубина наполнения канала до расчетного уровня, м; m — коэффициент заложения откосов (см. табл. 22);
i — уклон.

23. Коэффициент (n) шероховатости проводящих каналов

Грунт	Расход	
	весеннего паводка и предпосевной	летне-осеннего паводка и меженный
Расход канала $Q\geqslant 25$ м³/с		
Песчаный	0,025	0,028
Глинистый	0,022	0,026
Торфяной	0,024	0,030
Гравийно-галечниковый	0,027	0,028
Расход канала $Q\leqslant 25$ м³/с		
Песчаный	0,026	0,032
Глинистый	0,024	0,029
Торфяной	0,026	0,033
Гравийно-галечниковый	0,028	0,032

Коэффициент шероховатости каналов облицовкой принимают следующим:

Облицовка	n
Бетонная, хорошо отделанная	0,012—0,014
Бетонная, грубой отделки	0,015—0,017
Сборные железобетонные лотки	0,012—0,015
Асфальтобитумные покрытия	0,013—0,016
Одернованное русло	0,030—0,035

Коэффициент n шероховатости естественных водотоков (рек-водоприемников) принимают в соответствии со СНиП 2.06.03—85.

Характеристика русла	n
Русло земляное, чистое, прямое, незасоренное	0,025—0,033
То же, с камнями	0,030—0,040
Земляные русла сухих логов в благоприятных (незасоренных и незавалуненных) условиях	0,040
Извилистое земляное русло с промоинами и небольшим числом отмелей (намывов)	0,033—0,045
То же, с камнями или слегка заросшее	0,035—0,05
Заросшие участки рек с глубокими промоинами и медленным течением воды	0,05—0,08
Обмелевшие заросшие участки рек	0,075—0,15
Поймы заросшие со слабым течением, промоинами и заводями	0,08—0,10
Поймы лесистые с озерами и застойными пространствами	0,133
Поймы лесные (таежные со сплошными зарослями)	0,20

Глубина канала будет известна при вычерчивании его продольного профиля и вертикальной увязке сопрягаемых каналов. Расчетом определяют ширину канала по дну и округляют до конструктивной.

Ширину канала рассчитывают подбором с использованием графика $Q_i = f(b_i)$, где i — варианты расчета, или программы для ЭВМ. При этом уклон расчетного участка канала принимают по продольному профилю канала, а значение коэффициента шероховатости — по приведенным таблицам.

Полученную величину b округляют, увязывая с габаритными размерами ковшей экскаваторов. Значение ее может быть или слишком мало (меньше 0,6 м), или слишком велико, что ухудшает гидравлический режим течения воды в канале; в первом случае значение b принимают минимальным из условия выполнения механизмами работ по строительству канала (для открытых каналов 0,6—1 м); а во втором случае — заглубляют дно канала, затем повторяют расчет до требуемого результата.

При пропуске бытового расхода наполнение канала не должно превышать дна впадающих открытых каналов. Оно должно обеспечивать запас не менее 0,3 м от устья закрытых коллекторов.

Скоростной режим движения воды в каналах при пропуске максимальных расходов проверяют по формуле Шези

$$v = C\sqrt{Ri}.$$

Расчетные скорости должны быть близкими к рекомендуемым средним (табл. 24). Имеет значение также сравнение их с минимальными скоростями. Несоблюдение этого условия приводит к быстрому заилению каналов.

24. Средние скорости (м/с) потока для каналов в однородных несвязных грунтах при содержании в них глинистых частиц менее 0,1 кг/м³ (выборка из СНиП 2.06.03—85)

Средний размер частиц грунта, мм	Глубина потока, м			
	0,5	1	3	5
0,05	0,52	0,55	0,60	0,62
0,25	0,37	0,39	0,41	0,45
0,50	0,41	0,44	0,5	0,52
0,75	0,47	0,51	0,57	0,59
1,0	0,51	0,55	0,62	0,65
2,0	0,64	0,70	0,79	0,83
2,5	0,69	0,75	0,86	0,90
5,0	0,87	0,96	1,10	1,17
10,0	1,10	1,23	1,42	1,51
20,0	1,37	1,56	1,84	1,96
30	1,56	1,76	2,10	2,26
40	1,68	1,93	2,32	2,5
75	2,01	2,35	2,89	3,14
100	2,15	2,54	3,14	3,46
200	2,47	3,03	3,92	4,31
300	2,90	3,32	4,40	4,94

Примечание. Данные приведены для грунтов с плотностью $\gamma=2650$ кг/м³ при коэффициенте условий работы $K_c=1$. Для грунтов другой плотности вводят поправки по СНиП 2.06.03—85.

Средние скорости (м/с) потока для торфов (при $R=1$ м) не должны превышать следующие:

Вид торфа	Скорость
Древесный	0,4
Хвощовый	0,8
Осоково-гипновый, хорошо разложившийся (более 55%)	0,6
Осоково-гипновый, слаборазложившийся (до 35%)	0,9
Сфагновый, хорошо разложившийся (более 55%)	0,7
Сфагновый, слаборазложившийся (до 35%)	1,2
Сфагновый, пушициевый, слаборазложившийся (до 35%)	1,5

Примечание. Для других значений R допускаемую скорость определяют умножением приведенных в таблице данных на $R^{0,66}$.

Минимальные скорости для осушительных каналов обусловлены не составом грунта, а составом взвешенного наноса, но ввиду затруднений в его определении их также относят к грунтам.

Грунт (преобладающие фракции по механическому составу взвешенных каналов)	Минимально допустимые скорости, м/с
Ил	0,10
Песчаная пыль	0,05—0,20
Песок мелкий (d=0,05—0,10)	0,25—0,35
Песок средний и крупный (d=0,5—2 мм)	0,30—0,40
Торфяная буза	0,20

При больших продольных уклонах проводящих каналов недопустимые размывающие скорости могут возникнуть и при $F<$ <500 га, когда гидравлический расчет каналов не проводится. Поэтому при уклоне $i>0{,}008$ тяжелые глинистые грунты и малоразложившийся торф и при $i>0{,}002$ песчаный грунт и хорошо разложившийся торф проверяют на размывающую скорость при прохождении максимального весеннего и летне-осеннего паводков.

РАСЧЕТ ГЛУБИНЫ КАНАЛОВ И КОЛЛЕКТОРОВ

Глубину проводящих каналов рассчитывают с учетом осадки грунта (торфа) и правил вертикального сопряжения каналов и коллекторов.

Максимальная осадка торфа бывает в первые месяцы и годы после строительства каналов, в последующем она уменьшается.

Приближенно величину осадки торфа принимают следующей: 10—15% от глубины канала — для плотного торфа и 30—40% — для рыхлого. Для низинных болот ее определяют по формуле (ВНИИГиМ)

$$h_o=0{,}18Km^{0{,}35}t^{0{,}64},$$

где К — коэффициент, зависящий от состояния торфа; К=1 — для плотного (после предварительного осушения), К=1,8 — для рыхлого торфа;
m — мощность торфяной залежи, м;
t — глубина канала, м.

Можно также использовать формулы А. И. Мурашко, В. Ф. Митина, Б. С. Маслова и др.

Уклоны дна каналов принимают по возможности равными уклону поверхности по их трассе. При этом их проверяют на неразмываемость и незаиляемость. Минимальный уклон дна в гидравлически нерассчитываемых каналах — 0,0005 и лишь как исключение для крупных каналов допускается уклон 0,0002.

При необходимости во избежание размыва откосы русла крепят; при очень больших уклонах строят сопрягающие сооружения — перепады.

КРЕПЛЕНИЕ ОТКОСОВ И ДНА КАНАЛОВ

Откосы и дно каналов крепят при возможной опасности их разрушения водой или из-за неустойчивых грунтов (сильнопылеватые суглинки, мелкозернистые пески, плывуны, илистые отложения, сапропели и др.).

Все виды деревянных креплений используют главным образом в торфяных грунтах, где древесина меньше подвержена гниению (постоянное смачивание, консервирование химическими веществами болотных вод).

При наличии размывающих скоростей в каналах русло закрепляют на высоту его заполнения (при постоянном токе воды) пригрузкой откоса пористыми материалами. Дно и откосы присыпают гравийно-щебеночной отсыпкой (диаметр фракции 5—15, 15—50 мм) слоем 12—15 см. При периодическом токе воды для крепления дна каналов применяют дерн или высевают травы. Места с интенсивным выклиниванием грунтовых вод оборудуют дренажными устройствами с выводом воды в канал через устья дрен.

При впадении каналов в проводящую сеть при высоте перепада от 0,3 до 0,6 м устья и откосы проводящего канала крепят мощением, каменной наброской, гравийно-щебеночной отсыпкой.

Для крепления откосов каналов, дамб и плотин применяют гидропосев трав. Для создания дернины используют травосмеси, в которые входят: корневищные и корневищно-рыхлокустовые злаковые виды трав (кострец безостый, овсяница красная, мятлик луговой, лисохвост луговой), рыхлокустовые (тимофеевка луговая, овсяница луговая, райграс однолетний или пастбищный) и бобовые (клевер луговой, лядвенец рогатый, люцерна). Для длительного сохранения созданной дернины травы своевременно подкармливают и подкашивают.

Для нижней части откосов наиболее целесообразны следующие типы креплений: в песках — пористые или бетонные решетчатые плиты, пригрузка откосов; в слоистых грунтах с плывунами — приоткосный дренаж, пористые или плоские железобетонные плиты. В глинах и суглинках при допустимых скоростях движения воды крепление нижней части откосов и дна не требуется, однако при использовании каналов в составе осушительно-увлажнительных систем необходимость крепления их в таких грунтах и торфах резко возрастает.

Глубина коллектора в устье зависит от глубины заложения дрен и уклонов поверхности по всей трассе. При наличии достаточных уклонов (более 0,0015—0,002) глубина коллекторов до верхней шелыги трубы в устье равна глубине заложения дрен ($H_д$). Полную глубину коллектора ($H_к$, м) определяют по формуле

$$H_к = H_д + d,$$

где d — диаметр коллектора, м.

При малых уклонах поверхности глубина коллектора в устье должна быть больше на величину:

$$\Delta h = (I - I_п) L,$$

где I — уклон коллектора;
$I_п$ — уклон поверхности по длине коллектора;
L — длина коллектора, м.

Для беспрепятственного (бесподпорного) отвода воды из каналов и коллекторов глубина проводящих каналов должна быть больше, чем впадающих каналов и коллекторов. При впадении одного канала в другой их сопрягают (если размеры каждого определены гидравлическим расчетом) по правилу «горизонт в горизонт». Это значит, что уровни воды в бытовой период в каналах должны совпадать.

При впадении гидравлически нерассчитываемого (небольшого) канала в рассчитываемый их сопрягают «дно в горизонт», т. е. дно канала должно быть на уровне бытового горизонта воды в принимающем канале. При наличии нерассчитываемых каналов глубину крупного канала принимают на 20 см больше.

При впадении коллектора в канал обеспечивают запас между нижней шелыгой трубы и бытовым горизонтом в канале не менее 20 см. Если канал не рассчитывают, запас над дном должен быть не менее 40 см. При впадении в канал отдельных дрен их располагают выше дна канала не менее чем на 50 см.

Максимальные расходы весеннего половодья и летне-осенних паводков должны проходить в бровках каналов, если не допускается затопление территории. Уровни воды в принимающих каналах в расчетные периоды (предпосевной и летне-паводковый) принятой обеспеченности должны быть на 10—15 см ниже уровней воды во впадающих каналах и как минимум на 30—50 см ниже бровок для обеспечения необходимой нормы осушения.

ВОДОПРИЕМНИКИ

Водоприемник должен иметь устойчивое русло и прочные берега. Горизонты воды не должны создавать подпора и подтопления впадающих в него магистральных каналов и осушительной сети. Необходимо, чтобы обеспечивалось равномерное движение воды по всей длине, а также своевременный отвод избыточных вод с осушаемой территории. Достаточные скорости и горизонты воды при пропуске паводков исключают отложение крупных, пылеватых и песчаных наносов.

Мероприятия по упорядочению и регулированию водоприемника включают:

понижение горизонта воды — увеличение пропускной способности водоприемника, устройство сбросных сооружений или регулирование стока на водосборе;

регулирование паводкового режима — устройство водохранилищ, позволяющих перераспределить сток во времени;

выправление — спрямление, расчистку и углубление русла реки.

Выправительные работы в русле выполняют для придания ему правильной формы, создания и поддержания одинаковой ширины. В русле устраивают струенаправляющие дамбы, запруды и полузапруды для выправления динамической оси потока, на широких его участках — водостеснительные сооружения (намечают в местах, где ширина существующего русла более чем в 2 раза превышает ширину, предусмотренную проектом). Основная форма русла — параболическая; параметры выбирают с учетом угла естественного откоса почвогрунтов.

Проектирование продольного профиля рек-водоприемников ведут по горизонтам воды, продольные уклоны определяют допустимыми скоростями на размыв; при выправительных работах не рекомендуется принимать уклон менее 0,00015.

Спрямление русла уменьшает общую длину водоприемника, шероховатость, потери напора, увеличивает гидравлические уклон и скорость течения воды, понижает горизонт воды. Его проводят на участках реки с недостаточными уклонами и скоростями, при которых русло зарастает и заиляется ($v<0{,}4$ м/с).

Расчистка и углубление водоприемника позволяют снизить уровни воды в нем и ликвидировать подпоры впадающей в него осушительной сети. Расчистка русла от растительности увеличивает пропускную способность водоприемника.

СИСТЕМЫ МАШИННОГО ОСУШЕНИЯ

Осушение с механическим водоподъемом обычно проводят:

на территориях, прилегающих к морям или озерам, поверхность которых ниже поверхности этих водоемов;

на территориях, где водоприемник (река и др.) имеет уровень воды выше уровня устьевой части магистрального канала;

на болотах и заболоченных с малыми уклонами землях, прилегающих к большим рекам и морям, которые подпирают водоприемники осушительных систем;

на землях, где регулирование водоприемников нецелесообразно по технико-экономическим показателям или не отвечает требованиям охраны природы.

Системы осушения земель с механическим водоподъемом, включающие дамбы, называют польдерными системами (польдерами). Они бывают двух типов: зимние — незатопляемые и летние — затопляемые.

В состав системы осушения с механическим водоподъемом входят: оградительные и внутренние дамбы, насосная станция, шлюз или трубчатый регулятор, регулирующий резервуар (емкость),

средства электропитания и автоматизации, оградительные и разгрузочные каналы, гидротехнические сооружения, дороги и сооружения на них, осушительная сеть.

Система может включать все элементы или часть из них.

Производительность насосной станции на летних польдерах (Q, л/с) определяют по формуле

$$Q = \frac{0{,}0116W_{\text{п}}}{\text{T}} + 116qF + Q_{\text{ф}},$$

где $W_{\text{п}}$ — вместимость обвалованной территории (польдера) от поверхности земли до отметки гребня дамбы, м³;
T — сутки;
q — расчетный модуль откачки, л/с/га;
F — площадь водосбора в створе насосной станции, га;
$Q_{\text{ф}}$ — фильтрационный расход потока, поступающего через дамбы по контуру польдера, мм.

Расчетный модуль стока и фильтрационное подпитывание польдера через дамбы устанавливают по данным экспериментальных исследований на польдерах-аналогах. Например, при площади польдеров 2,5—4 тыс. га модули стока в зависимости от характера сельскохозяйственного использования земель составляют (л/с/га): для полевых севооборотов с озимыми культурами — $q=0{,}8$—1; полевых севооборотов без озимых — $q=0{,}7$—0,8; сенокосов и пастбищ — $q=0{,}6$—0,8 (БелНИИМиВХ).

При меньшей площади на каждые 1000 га модуль уменьшается на 10%. При наличии интенсивного подземного питания модули стока увеличивают.

Производительность насосной станции (Q, л/с) зимних польдеров рассчитывают по формуле

$$Q = Q_{\text{р}} + 116qF + Q_{\text{ф}},$$

где $Q_{\text{р}}$ — максимальный расход расчетной обеспеченности в створе насосной станции.

Фильтрационный расход воды определяют по формуле

$$Q_{\text{ф}} = Q_0(\text{H}_1 - \text{H}_0)L,$$

где Q_0 — удельный фильтрационный расход для 1 км дамбы при напоре $\text{H}_1 - \text{H}_0 = 1$ м; зависит от проницаемости почв (л/с/км): в слабопроницаемых почвах $Q_0=30$, сильнопроницаемых — $Q_0=50$;
H_1 — превышение уровня воды в водоприемнике над поверхностью земли, м;
H_0 — превышение уровня воды в водоприемнике над поверхностью земли, при котором фильтрационные воды выходят на поверхность польдера, м;
L — длина дамб, км.

Количество и производительность агрегатов на насосной станции зависят от уровней воды в водоприемнике и на польдере, способа управления насосной станцией (ручное или автоматизированное) и от технико-экономических показателей (табл. 25).

25. Количество агрегатов и соотношение производительности насосов (БелНИИМиВХ)

Производительность насосной станции, м³/с	Число агрегатов	Соотношение производительности
1,5—2	2	1 : 2 или 1 : 3
2—3	4	1 : 2 : 2 или 1 : 3 : 3
3	3	1 : 1 : 2 : 2 или 1 : 1 : 3 : 3

Для обеспечения более равномерного режима работы насосов летом, когда расходы воды не соответствуют производительности одного или нескольких насосов, устраивают регулирующий резервуар, полезный объем которого определяют по формуле (Ю. А. Юшкаускас)

$$W_р = 0{,}25 t_ц Q,$$

где $t_ц$ — наименьшая продолжительность цикла работы одного насоса (время работы и последующего перерыва), с; определяется эксплуатационными требованиями оборудования и устойчивостью откосов резервуара и магистрального канала;

Q — производительность наибольшего расчетного насоса, м³/с.

Мертвый объем резервуара должен иметь глубину не менее 1 м.

26. Допустимая скорость снижения уровней воды в канале, см/ч (БелНИИМиВХ)

Заложение откосов канала	Амплитуда снижения 30—40 см	Непрерывное снижение на 2—2,5 м	Допустимая высота высачивания, см
	Среднезернистый песок		
1,6	50	6,5	4
2,0	60	10	5
2,5	70	18	8
3,0	80	29	13
4,0	160	35	18
5,0	260	40	21
	Мелкозернистый песок		
2,0	15	8,8	3
2,5	18	9,3	4,5
3,0	30	11	7
4,0	130	15	13
5,0	214	23	17
	Пылеватый песок		
2,0	15	—	1,2
2,25	18	—	2,1
2,5	24	—	2,7

Допустимую скорость снижения горизонтов воды в магистральном канале у насосной станции устанавливают по таблице 26. Для каналов в торфе и связных грунтов она на 30—50% больше, чем для среднезернистых песков. Для среднезернистого, мелкозернистого и пылеватого песка она составляет соответственно, см/ч: 6—25; 8,3—18 и 1—3.

Автоматическое управление работой насосной станции должно обеспечивать включение и остановку насосов во всем диапазоне варьирования уровней: от максимального весеннего до минимального бытового.

Мощность, потребляемую насосной установкой (кВт), определяют по формуле

$$N = \frac{9{,}81\gamma QH}{\eta},$$

где γ — масса единицы объема жидкости, т/м^3;
Q — производительность насоса, м^3/с;
H — полный напор насоса, м;
η — коэффициент полезного действия (КПД) насосной установки, зависящий от КПД насоса, двигателя и передачи.

Наибольшее распространение в мелиорации получили лопастные, центробежные, осевые (пропеллерные) и капсульные осевые насосы (последние устанавливают на открытых площадках).

СООРУЖЕНИЯ НА ОСУШИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Осушительные системы оборудуют устьями, смотровыми и поглотительными колодцами, шлюзами-регуляторами, переездами, сопрягающими сооружениями и др. Сооружения располагают в местах с наиболее благоприятными инженерно-геологическими условиями, с учетом размещения осушительной сети; количество их по возможности должно быть минимальным.

Целесообразно проектировать и строить сооружения, выполняющие несколько функций, например трубчатый переезд, совмещенный со шлюзом-регулятором.

Устья устраивают в концевой части закрытых коллекторов при впадении в открытые каналы. Их располагают выше дна канала не менее чем на 0,4 м и выше бытового горизонта воды в нем на 0,1—0,2 м. Изготовляют устья из железобетонных и других оголовков. Для гончарного дренажа в качестве устьев могут быть использованы гладкостенные напорные неперфорированные трубы из ПВП длиной 2,5—3 м (наружные диаметры 75, 90, 110, 140, 160 мм). Коллектор из пластмассовых труб укладывают без специальной устьевой трубы.

Смотровые колодцы устраивают в местах соединения коллекторов (длиной более 800—1000 м через каждые 400—500 м), резких изменений их уклонов, в местах устройства **шлюзов-регулято-**

ров. Последние служат для накопления воды в каналах, поддержания необходимых горизонтов воды при увлажнении и осушении с механическим подъемом, для сброса избыточных вод в водоприемник (в период низкого положения воды в них). Шлюзы-регуляторы бывают стационарные и переносные. Переносные шлюзы применяют при расходах воды в каналах менее 1 м³/с. Превышение стенок шлюзов над уровнями воды в каналах при расходах до 1 м³ должно быть не менее 15 см, при расходе более 10 м³/с — не менее 70 см.

Колодцы-поглотители служат для отвода избытков поверхностных вод при осушении слабопроницаемых почв в понижениях.

Гидротехнические сооружения на осушительных системах делят на основные (прекращение их работы влечет за собой длительное затопление или подтопление осушаемой территории) и второстепенные (мелкие шлюзы, отдельные устья и др.; выход их из строя не влечет за собой серьезных нарушений в работе осушительных систем). По капитальности их разделяют на пять классов. В первые четыре входят постоянные сооружения, удовлетворяющие соответственно повышенным, средним, невысоким и минимальным требованиям; в пятый класс — временные сооружения.

Мосты и трубы по капитальности делят в зависимости от категории дороги на три класса: первый класс сооружений — дороги первой и второй категорий; второй — третьей и четвертой категорий; третий — дороги пятой категории.

Усредненные показатели по каналам, дренам и сооружениям в Нечерноземной зоне в расчете на 1 га осушаемой площади следующие:

Показатель	Количество
Протяженность открытых каналов (проводящая, ограждающая и регулирующая сети), м/га	30—90
Протяженность закрытого дренажа, м/га	350—500
Устья, шт/га	0,20—0,45
Смотровые колодцы, шт/га	0,08—0,12
Трубы-переезды, шт/га	0,05—0,08

Размеры всех сооружений (кроме труб-переездов на внутрихозяйственных каналах) рассчитывают на пропуск максимальных расходов, труб-переездов — на пропуск летнепаводковых расходов.

В дренажном строительстве получили применение соединительные детали — заглушки (закрывают торцы дренажных трубопроводов), втулки (для подсоединения дрены к коллектору внахлест), угольники (для подключения дрен к коллекторам), переходники (для стыковки труб различных диаметров — кольцевые шайбы с патрубками), закладные части или тройники (устанавливают в линии коллектора для подсоединения дрен), муфты (для соединения керамических, бетонных и других стыкующихся труб). Изготавливают их преимущественно из пластмасс.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Мелиоративные системы включают внутрихозяйственную (находящуюся в границах землепользования одного хозяйства) и межхозяйственную (обслуживающую земли двух и более хозяйств) осушительную сеть.

Внутрихозяйственная сеть со всеми ее сооружениями находится на балансе хозяйств-землепользователей и поддерживается в рабочем состоянии за счет их средств. Для организации и осуществления работ по эксплуатации внутрихозяйственной мелиоративной сети хозяйства (колхозы и совхозы) имеют необходимый штат специалистов-гидротехников, рабочих-ремонтников. Для эксплуатации мелиоративных систем межхозяйственного значения создается эксплуатационная служба органов мелиорации и водного хозяйства.

Вновь построенные и реконструированные мелиоративные системы, а также капитально отремонтированные каналы и другие сооружения и устройства сдают в эксплуатацию землепользователям или системным управлениям в соответствии с Правилами приемки в эксплуатацию законченных строительством мелиоративных объектов. При этом оценивают качество каналов (табл. 27).

27. Предельные значения, используемые при оценке качества каналов

Показатель	Допустимое отклонение	
	минимальное	максимальное
Отметка дна, см	+2; −10	+5; −20
Ширина дна, см:		
до 1 м	+10	+20
более 1 м	−2	−5
Ширина поверху, %	+7; −2	+15; −5
Радиус поворота, %	±2	±5
Крепление подошвы, см:		
высота хворостяных плетней	−2	−5
расстояние между кольями	±8	±15
Крепление откосов, мм:		
толщина одерновки	−15	−30
толщина гумусного слоя залужения	−10	−20
Прямолинейность оси канала, см	±3	±8

Для сдачи и приемки системы в эксплуатацию назначают государственную комиссию в составе представителей областного управления сельского хозяйства, заказчика, подрядчика, управлений эксплуатации, проектных организаций, финансирующего банка, а также старшего землеустроителя.

К основным мероприятиям по эксплуатации мелиоративных систем относятся: надзор, уход и ремонты.

Надзор за мелиоративными системами включает:

контроль за соблюдением правил пользования отдельными элементами мелиоративной системы;

наблюдения за работой мелиоративной сети и сооружений, а также выявление причин, вызывающих разрушения или нарушения работы отдельных элементов системы;

наблюдения за водным режимом путем измерения уровней воды в наблюдательных скважинах и на водомерных постах и за использованием земель в соответствии с проектами;

контроль за соблюдением правил агротехники на мелиорируемых землях, обеспечивающих лучшие условия их использования и получение высоких урожаев;

контроль за соблюдением противопожарных мероприятий на осушаемых торфяных почвах и организацию тушения возникающих пожаров;

установление мест возможного возникновения аварий;

охрану открытых каналов, водоприемников и закрытой сети.

Уход за мелиоративными системами осуществляют систематически. Он включает работы, обеспечивающие поддержание систем в рабочем состоянии.

Ремонты мелиоративных систем подразделяют на текущие, капитальные и аварийные.

При эксплуатации систем для регулирования водного режима и оценки эффективности запроектированных и построенных сооружений проводят гидрогеолого-мелиоративные наблюдения за следующими элементами:

уровнями воды в реках-водоприемниках, магистральных и нагорных каналах, а также в водохранилищах и водоемах;

расходами воды в реках, каналах, коллекторах и на насосных станциях;

уровнями почвенно-грунтовых вод;

влажностью почвы.

Для наблюдений оборудуют (в соответствии с проектом) створы наблюдательных скважин с сетью водомерных постов на водотоках и водоемах, гидрометрические посты для измерения расходов и пункты определения влажности почвы.

Для очистки мелиоративных каналов с неукрепленным руслом применяют: каналоочиститель многоцелевой КМ-82, каналоочиститель на базе экскаватора ПЭА-1,0, агрегат ремонтно-эксплуатационный АРЭ, каналоочистители МР-15 (на самоходном шасси), РР-303 (на базе трактора ДТ-75БВ), МР-14 (на базе трактора ДТ-75БВС2), МР-16 (на базе трактора Т-130 БГ-1), экскаватор ЭО-3322К со сменными рабочими органами и другую технику.

Для очистки каналов, прудов и водоемов используют мелиоративный земснаряд МЗ-10; для очистки дна укрепленных осуши-

28. Технологические схемы освоения осушенных торфяников под сеяные сенокосы в лесной зоне

Номер схемы	Тип угодья	Характеристика торфа	Технология освоения	Основные почвообрабатывающие машины и оборудование	Окультуривание почвы	Экономическая эффективность и возможный объем внедрения
1	2	3	4	5	6	7
	Западный и Центральный районы лесной зоны (вегетационный период 140—180 дней)					
1	Низинные и переходные торфяники	Среднемощный и мощный (1,5—3 м) слаборазложившийся (15—30%); слабокислый (pH 4,5—5,5), бедный фосфором (4—8 мг/100 г) и калием (10—20 мг/100 г)	Ускоренное залужение: безотвальная обработка почвы, ранневесенний сев многолетних трав (двукисточник, овсяница тростниковая, кострец безостый и др.) под покров однолетних культур; внесение $N_{120-140}P_{90}K_{120-180}$ (ежегодно), 2—3 укоса	ФБН-1,5, БДТ-3, П-2,8, ЗКВБ-1,5	Известь — 5—6 т/га, (сентябрь) $N_{60}P_{60-90}K_{120-180}$, Cu — 5—6 кг/га (в год освоения)	Продуктивность — 5—6 тыс. корм. ед.; капитальные затраты — 1100—1200 руб/га; себестоимость 1 корм. ед.—5—6 коп., экономический эффект — 100—200 руб/га
	Северо-Восточный район лесной зоны (вегетационный период 135—160 дней)					
2	Низинные выработанные торфяники	Маломощный (0—1,2 м) слаборазложившийся, очень бедный фосфором и ка-	Залужение после предварительного (1—2 года) периода, комбинированная обработка почвы, ранневесенний сев	ФБН-1,5, ПБН-3-50, П-2,8, БДТ-3, ЗКВБ-1,5	Пескование путем припашки — 400 м³/га; внесение навоза — 80—90 т/га или $N_{90}P_{100-120}K_{180}$ (в год освоения)	Капитальные затраты—1800—2000 руб, продуктивность — 5—6 тыс. корм. ед.; экономический эффект — 70—

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
		лием, слабокислый (pH 4,5—5,5)	трав, внесение удобрений $N_{120-180}P_{100-200}K_{180}$ (ежегодно), 2—3 укоса			80 руб/га; себестоимость 1 корм. ед.—9 коп.
			Западная Сибирь (вегетационный период 130—150 дней)			
3	Низинные торфяники со слабым покрытием кочками	Маломощный (0,5—1 м), pH 5,5—6, бедный фосфором и азотом	Ускоренное залужение, безотвальная обработка, подзимний сев трав, внесение удобрений $N_{180}P_{60}K_{60}$ (ежегодно), 2 укоса	ФБН-1,5, ЗКВБ-1,5, П-2,8	Внесение $N_{90}P_{60}K_{60}$ (в год освоения)	Продуктивность—3—4 тыс. корм. ед., экономический эффект—100—110 руб/га; себестоимость 1 корм. ед.—3—4 коп.

29. Технологические схемы обработки почвы при коренном улучшении лугов и перезалужении старосеяных травостоев

Номер схемы	Тип луга	Обработка почвы	Технологическая операция	Марка машины
1	Суходольный и низинный на осушенных торфяниках со средней и мощной дерниной	Комбинированная механическая	Дискование в 2 следа или фрезерование в 1 след+вспашка, дискование в 2—3 следа	БДТ-3 (БДТ-7) или ФБН-1,5+ +ПБН-3-50+ +БДТ-3
2	Суходольный со слабой дерниной на сильноподзоленных почвах	Безотвальная	Дискование тяжелой дисковой бороной в 3—4 следа	БДТ-3
3	Земли после раскорчевки леса	»	Фрезерование+дискование в 2 следа	ФБН-1,5+БДТ-3
4	Пойменный со среднесвязной дерниной	Комбинированная химическая	Дискование в 2 следа или фрезерование в 1 след+ +вспашка+дискование в 2 следа	БДТ-3 или ФБН-1,5+ +ПБН-3-50+ +БДТ-3
5	То же	Безотвальная	Фрезерование в 2 следа (с интервалом 8—10 дней)	ФБН-1,5
6	»	Комбинированная химическая	Обработка дернины гербицидом+вспашка и дискование или фрезерование в 1 след	ОПШ-15, ПБН-3-50+ +БДТ-3 или ФБН-1,5
7	Низинный суходольный временного избыточного увлажнения с поверхностным оглеением	Безотвальная с рыхлением уплотненного горизонта	Дискование в 2 следа+рыхление аллювиального горизонта (на глубину 30—50 см)+дискование в 2 следа	БДТ-3+ПЧ-4,5, БДТ-3
8	То же	Комбинированная с рыхлением уплотненного горизонта	Дискование в 2 следа+рыхление уплотненного горизонта (на глубину 30—50 см)+вспашка+разделка пласта	БДТ-3, ПЧ-4,5, ПБН-3-50, БДТ-3
9	Старосеяный с дерниной средней мощности	Культурная вспашка	Вспашка плугом с предплужником+ +дискование в 2—3 следа или фрезерование в 1 след	ПЛН-4-35+ +БДТ-3, ФБН-1,5

тельных каналов — каналоочиститель внутриканальный на базе экскаватора ЭТМ-123; для выравнивания поверхности — планировщик дамб каналов ПДК-8 (на базе трактора ДТ-75МВ). Имеется также специальное оборудование для ремонтной планировки откосов (НО-10 к машине МР-14), машина для присыпки на откосы каналов и дамб плодородного грунта — К-44.03 (на базе разбрасывателя органических удобрений РСУ-6), гидросеялка для залужения откосов ПО-2А и др.

Для скашивания откосов каналов и дамб используют специальные косилки: КМ-1 на базе трактора ДТ-75БВ, К-78 — на Т-40АМ, РР-26 — на МТЗ-80, К-24А — на МТЗ-80, К-48Б — на ДТ-75БВ, КОС-2,5 — на ДТ-75МВ, КОК-6Н — на базе трактора ТТ-4, мотокосилку ручную, косилку электрифицированную ЭШК-1 и др.

Для ремонта и очистки закрытого дренажа выпускают дренопромывочные машины Д-910А на базе трактора МТЗ-80 и МР-18 на базе трактора Т-150К, промывщик коллекторов ПК-0,8 на базе трактора ДТ-75М, очистители смотровых колодцев КОРД-5 на базе трактора МТЗ-82 и ОМДК-6 на базе трактора Т-150К; для ремонта гидротехнических сооружений — агрегаты АУГ-1, АУГ-2, АРС-2, РР-11, ковш-рыхлитель для очистки дюкеров КР-2 и другую технику.

30. Технология создания сеяных травостоев на низинном торфянике в Центральном районе

Технологическая операция и срок ее проведения	Марка машины	Агротехнические требования
1	2	3
Культуртехнические работы		
Фрезерование (май — сентябрь)	МТП-42А	При отсутствии камней, крупных деревьев, пней (диаметр стволов у корневой шейки не более 10—12 см), в 1 след на глубину 30—40 см
Дискование (май — ноябрь)	БДТ-3	В 1—2 следа на глубину 10—15 см
Планировка поверхности (май — октябрь)	П-2,8А	В перекрестном направлении при влажности почвы не выше 85—90% НВ
Работы по первичному окультуриванию и залужению		
Внесение извести (май — декабрь)	АРУП-8	На участках с pH ниже 5 известь заделывают дискованием в дозах, обеспечивающих снижение кислотности почвы до слабокислой

Продолжение

1	2	3
Внесение минеральных удобрений (май — октябрь)	1РМГ-4А, КСА-3 и др.	Во время предпосевной обработки — $P_{60-90}K_{90-120}$ при содержании 20 мг P_2O_5 и K_2O_5 в 100 г почвы (по Кирсанову)
Культивация с боронованием (май — октябрь)	ЛДГ-5+БЗС-1,0; БД-10+ +БЗСС-1,0	В 1—2 следа на глубину 5—7 см
Подготовка травосмесей (май — август)		Смеси злаковых трав с разными сроками поспевания (норма высева семян, кг/га): тимофеевка луговая — 6+овсяница луговая — 10+ +кострец безостый — 12; двукисточник тростниковый — 6+овсяница тростниковая — 8+кострец безостый — 10, ежа сборная — 12+лисохвост луговой — 8
Последующие технологические операции		
Скашивание трав с измельчением, погрузкой и транспортировкой (не позже начала колошения основного компонента)	Е-281, КСК-100 и др.	За сезон проводят 3 скашивания. Период между скашиваниями 45—55 дней. Высота среза — 6—8 см, измельчение зеленой массы до фракции 3—5 см
Внесение азотных удобрений (под каждый укос)	1РМГ-4А и др.	N_{180} за сезон, 3 раза по 60 кг/га
Внесение фосфорных удобрений (в любой удобный для хозяйства период)	1РМГ-4А и др.	P_{60-90} при содержании подвижного фосфора меньше 10 мг в 100 г почвы (по Кирсанову)
Внесение калийных удобрений (весной и после 2-го скашивания)	1РМГ-4А и др.	K_{90-120} при содержании обменного калия меньше 20 мг в 100 г почвы (по Масловой)
Сев трав (под покров однолетних культур на зеленый корм — весной, беспокровно — летом)	СЗТ-3,6, СЛТ-3,6 и др.	Глубина посева крупных семян 2—4 см, мелких — 1,5—2 см; норму покровной культуры снижают на 20—25%; сев раздельно-рядковый
Прикатывание почвы (до и после посева)	ЗКВГ-1,4, ЗКВБ-1,5	В 1 проход

Примечание. Система удобрения ($N_{120-180}P_{60}K_{120}$) соответствует режиму скашивания и увеличивает продуктивное долголетие сеяных злаковых трав. Интенсивное использование сенокосов (два-три укоса за сезон) обеспечивает получение сырья для приготовления высокопитательных кормов (сена и сенажа I и II классов, искусственно обезвоженных кормов II и III классов).

31. Технологическая карта создания и использования сеяных травостоев интенсивного типа на вновь осваиваемых низинных торфяниках площадью 100 га

Технологическая операция	Объем работ	Состав агрегата		Персонал (механизаторы и рабочие)	Норма выработки за смену	Всего нормо-смен
		марка трактора, автомашины	марка сельхозмашины			
Фрезерование на глубину 35—40 см, га	100	Т-130, БГ-3	МТП-42А	1	0,37	270
Дискование в 2 следа, га	200	ДТ-75М	БДТ-3	1	9,8	204
Планировка поверхности, га	200	ДТ-75М	П-2,8	1	6,6	30
Погрузка извести, т	500	—	ПБ-35	1	490	1
Доставка и внесение извести, т	500	Т-150К	1РУМ-8	1	120	4,1
Смешивание и погрузка минеральных удобрений, т	50	МТЗ-80	ПФ-0,75	1+1	145	0,8+0,3
Внесение минеральных удобрений, га	100	МТЗ-80	1МРГ-4А	1	18	5,5
Смешивание и затаривание семян, т	4,7		Вручную	0+2	6,8	0+1,4
Перевозка семян трав до 5 км, т	4,7	ГАЗ-53	Кран, погрузчик	1	10,7	0,6+0,6
Культивация и боронование, га	100	МТЗ-80	ЛДГ-5	1	14	7,1
Посев трав, га	100	МТЗ-80	СЗТ-3,6	1+1	12,3	8,1+8,2
Прикатывание почвы до и после сева, га	200	МТЗ-80	ЗКВГ-1,4	1	21,6	92
Скашивание покровной культуры, га	100	—	Е-280	1	7,3	13,5
Перевозка зеленой массы, т	1500	МТЗ-80	2ПТС-4	1	46,0	32,6
Итого						402,9+ +10,5

32. Технология коренного улучшения пойменных лугов

Технологическая операция и срок ее проведения	Марка машины	Агротехнические требования
1	2	3
Первичная обработка почвы		
Обработка дернины уталом (весной, в начале отрастания трав)	ГАН-8, ОН-400	Нормы внесения препарата — 3—4 кг/га, выпас в год обработки запрещен
Обработка почвы (через 30—35 дней после внесения гербицидов)	БДТ-3, БДТ-7, ПН-4-35, ПЛН-5-35	Дискование в 2 следа+вспашка+дискование в 2 следа; дискование—8—10 см, вспашка — 16—20 см

Продолжение

1	2	3
Известкование (после вспашки перед повторным дискованием)	РУМ-8	На участке с pH ниже 5
Внесение минеральных удобрений (после повторного дискования)	РУМ-8	$N_{60}P_{60}K_{90}$
	Создание травостоя	
Прикатывание предпосевное (сразу после дискования и внесения минеральных удобрений	РВК-3,6, ЗККШ-6	1—2 прохода
Посев трав (сразу после прикатывания)	СЗТ-3,6, СЛТ-3,6	Беспокровно, глубина посева крупных семян —2—4, мелких —1,5—2 см
Прикатывание (вслед за посевом)	РВК-3,6, ЗККШ-6	1—2 прохода
	Уход и использование	
Стравливание с применением электроизгороди (на следующий год в фазе кущения)	ИЕ-200, ЭК-1М	Нагрузка —3—4 головы на 1 га; число стравливаний — 4—5
Скашивание избытка травы (не позднее выхода в трубку злаков)	Е-281, КРН-2,1	В I цикле 30—40% площади, во II — около 20%
Подкашивание нестравленных остатков (вслед за выпасом, в зависимости от количества несъеденных остатков и сорняков)	КИР-1,5Б, КРН-2,1	2—4 раза в сезон
Удобрение фосфором (один раз весной)	РМГ-3	В любой форме, кроме фосфоритной муки, в зависимости от выноса и содержания в почве P_{60-90}
Удобрение калием (весной — осенью)	РМГ-3	$K_{120-150}$ осенью полной дозой или с весны дробно под I и III циклы стравливания
Удобрение азотом (в течение сезона)	РМГ-3	Форма — любая, сезонная доза $N_{240-300}$; под каждый цикл стравливания — по 60 кг/га
Орошение	ДДА-100МА, «Волжанка», «Фрегат»	При влажности в слое 0—50 см 80% НВ поливной нормой 250—300 м³/га

Осушение земель сопровождается мероприятиями по окультуриванию почв. В таблицах 28—32 приведены технологии улучшения и использования сенокосов и пастбищ, рекомендованные ВНИИ кормов и рассчитанные на получение с каждого гектара 3—5 тыс. корм. ед. на неорошаемых землях и 6—8 тыс. корм. ед. — при орошении. Технологии предусматривают рациональное использование финансовых, трудовых и материально-технических ресурсов.

ОСУШИТЕЛЬНО-УВЛАЖНИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Осушительно-увлажнительные системы состоят из двух частей: осушительной — для отвода избыточной воды и увлажнительной — для подачи воды в корнеобитаемый слой почвы.

Состав и конструкция увлажнительной части системы зависит от метода (поверхностное, внутрипочвенное увлажнение, дождевание) и способа увлажнения.

Основные способы увлажнения осушаемых земель следующие:

Способ увлажнения и особенности увлажнительной части, системы	Применение
Горизонтальный открытый дренаж (каналы)	
Шлюзование одиночного канала для подпочвенного увлажнения	Применяется редко, на проницаемых почвах
Шлюзование систематической сети каналов для подпочвенного увлажнения	Применяется
Шлюзование каналов:	
с поливом напуском по полосам и затоплением	При использовании сточных вод
с поливом по бороздам	Применяется редко, при использовании сточных вод
с временными увлажнителями	Не применяется
с дополнительным кротованием (щелевым) дренажем	Применяется на торфяных почвах
Дождевание из каналов с использованием ДДА-100М и других установок	Применяется
Горизонтальный закрытый дренаж	
Шлюзование закрытого дренажа с подачей воды:	
в устье коллектора из осушительного канала	Применяется
в исток коллектора из оросительного канала	То же
в исток коллектора из напорного трубопровода	Применяется редко
Шлюзование дрен с подачей воды в их истоки из распределительного трубопровода	Применяется
Шлюзование открытого коллектора (канала) с выведенными в него дренами (без дополнительных коллекторов и увлажнителей)	Применяется с безуклонными дренами
Шлюзование группы дрен с устройством в их истоках дополнительного увлажнителя	Применяется редко

Шлюзование группы дрен, объединенных дополнительными увлажнителем и коллектором	Применяется редко
Система шлюзования с закольцованными группами дрен-увлажнителей:	
с односторонним забором воды	То же
с двусторонним забором воды	Применяется на торфяных почвах
с перекрестным трубчатым дренажем	Применяется на экспериментальных системах
Шлюзование систем с комбинированным дренажем (трубчатые дрены в сочетании с кротованием (щелеванием) почвы)	Широко применяется на торфяных почвах
Шлюзование закрытых собирателей (дрены с фильтрующей засыпкой траншей) с поверхностным поливом напуском или затоплением из дрен	Не применяется
Комбинированная система горизонтального дренажа со скважинами-увлажнителями, заполненными фильтрующим материалом	То же
Двухъярусные системы трубчатого дренажа с подпочвенным увлажнением	Опытные системы
Дождевание из каналов на фоне дренажа	Применяется
Дождевание из оросительных трубопроводов (стационарных, разборных или гибких) на фоне дренажа	То же
Совмещенная система — дождевание из колодцев на закрытых коллекторах	Применяется
Комплексная система с шлюзованием дренажа и дождеванием из каналов (трубопроводов)	Применяется редко
Водооборотная система с шлюзованием или дождеванием:	
с полным водооборотом	Применяется
с частичным водооборотом	Экспериментальная система
Вертикальный дренаж	
Дождевание с подачей воды:	
из скважины	Применяется редко
из трубопровода (канала)	Применяется
с использованием регулирующего бассейна	Применяется редко

Осушительно-увлажнительные системы с увлажнением земель инфильтрацией воды из каналов и дрен (шлюзование) применяют на участках с выровненным рельефом и хорошо проницаемыми почвогрунтами, позволяющими проводить весь цикл увлажнения не более чем за 6—10 суток. Этому требованию удовлетворяют грунты с коэффициентом фильтрации не менее 0,8—1 м/сут (пески; супеси; мелкозалежные торфяники, подстилаемые песками; некоторые типы аллювиальных почвогрунтов). При меньших значениях коэффициента фильтрации дополнительно к каналам и дренам, выполняющим функции осушителей и увлажнителей, применяют кротовый дренаж, глубокое рыхление и другие мероприятия; эффективность увлажнения невысокая.

Регулирование подачи воды в системы, а также замедление или прекращение сброса ее из регулирующей сети осуществляют шлюзами-регуляторами, которые устраивают на осушительных каналах и коллекторах.

Различают предупредительное и увлажнительное шлюзование.

Предупредительное шлюзование — задержание в каналах части вод весеннего половодья для сохранения УГВ, рекомендуемого нормой осушения. Этот прием эффективен только в первой половине вегетационного периода и целесообразен в случае, если площадь водосбора осушительной системы превышает площадь шлюзования в 15—30 раз, при меньшей водосборной площади объем воды может оказаться недостаточным.

Увлажнительное шлюзование заключается в подаче воды из имеющегося водоисточника в отрытую или закрытую осушительную сеть, что позволяет в любое время вегетации поднимать УГВ на необходимую для увлажнения высоту.

Увлажнение земель шлюзованием одиночного канала проводят в том случае, когда осушение можно обеспечить одним каналом. Это относится к узким (до 300—500 м) участкам, характеризующимся плоским ровным рельефом и хорошо проницаемыми почвами.

Горизонт воды в канале между шлюзами поддерживают на глубине 30—50 см от бровки, допуская кратковременный подъем уровней воды около нижних шлюзов на 10—20 см от их бровки.

Для обеспечения равномерного увлажнения осушаемых земель расстояния между шлюзами (l, м) определяют по формуле

$$l = \frac{\Delta h}{I + i},$$

где $\Delta h = h_2 - h_1$ — допускаемая разница в уровнях воды (h_2 — глубина воды у верхнего шлюза, h_1 — глубина воды у нижнего шлюза), м;
I — уклон дна канала;
i — уклон поверхности земли.

Зона увлажнительного действия одиночного канала при шлюзовании мелких торфяников, подстилаемых песками, распространяется на расстояние более 100 м, на мощных торфяниках — до 50 м.

Закрытый дренаж, построенный для осушения, не обеспечивает нормального увлажнения земель, поэтому расстояния между дренами должны быть уменьшены в 1,3—1,5 раза при глубине их заложения 1,2—1,5 м и минимальных уклонах 0,002—0,003; необходимая при этом площадь перфорации дрен должна быть не менее 15—20 см²/м.

Глубина воды в регулирующей сети каналов в вегетацию должна находиться в пределах от 30 до 60 см от их бровок, в зависимости от сельскохозяйственного использования территории. Шлюзование на лугах начинают при глубине залегания грунтовых вод

80—90 см; при подъеме их до 50—60 см от поверхности шлюзование прекращают.

При использовании **увлажнительных систем, состоящих из каналов и кротового дренажа,** кротовые дрены при малых уклонах поверхности мелиорируемой территории располагают в направлении уклона (продольная схема); они впадают в нижележащий осушитель, который действует и как увлажнитель. Расстояние между осушителями по этой схеме — 200—250 м, длина — 800—1200 м. Шлюзы-регуляторы располагают в истоках и устьях осушителей.

При расположении по поперечной схеме кротовые дрены впадают в увлажнительные каналы с одной или двух сторон; при двустороннем их впадении расстояния между каналами можно увеличить до 400—500 м. Длина кротовых дрен — 150—250 м, глубина — не менее 0,7 м, расстояния между ними — 5—15 м, уклоны — более 0,002; на мелиорируемых площадях со спокойным рельефом можно устраивать безуклонные кротовые дрены.

При использовании закрытого дренажа для увлажнения наиболее просты дренажные системы с устройством в устьях коллекторов шлюзов-регуляторов для задержания дренажного стока. Их целесообразно строить на болотах грунтово-напорного водного питания при спокойном рельефе.

Осушительно-увлажнительная система с подачей воды в истоки коллекторов из распределителей более совершенна. Здесь шлюзы-регуляторы устраивают в устьях и истоках коллекторов (рис. 7). Для более надежного функционирования системы истоки дрен для подачи в них воды соединяют закрытыми увлажнителями.

Для оперативного управления водным режимом коллекторы и увлажнители объединяют в отдельные группы, увлажнение осуществляют по группам дрен.

Для подачи воды в систему устраивают водопроводящие каналы. Их строят с минимальными уклонами, уровень воды в каналах

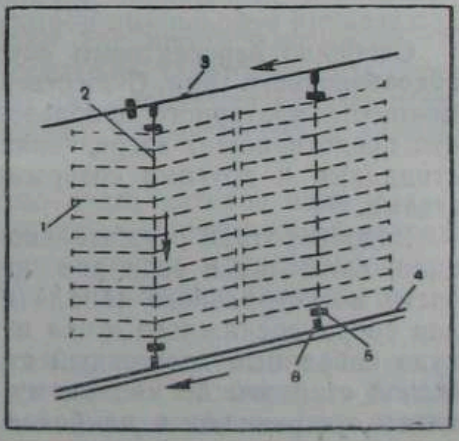


Рис. 7. Схема осушительно-увлажнительной системы с подпитыванием коллекторов из увлажнительных каналов:

1 — трубчатые дрены; *2* — коллекторы; *3* — распределитель; *4* — магистральный канал; *5* — шлюзы; *6* — устья

при увлажнении шлюзованием рекомендуется поддерживать на 0,2—0,5 м ниже бровки, глубину воды над устьями кротовых дрен — 0,6—0,7 м.

Каналы рассчитывают на пропуск необходимых расходов воды ($Q_{ув}$, л/м) для увлажнения по формуле

$$Q_{ув} = \frac{m_{бр} F_{ув}}{86{,}4 T_{ув}},$$

где $m_{бр}$ — норма увлажнения брутто, м³/га;
$F_{ув}$ — одновременно увлажняемая площадь из канала, га;
$T_{ув}$ — продолжительность увлажнения, сут; назначают в зависимости от возделываемых культур.

В последние годы получают распространение в производстве **совмещенные осушительно-увлажнительные системы.** В этих системах закрытые коллекторы осушительной сети используют в качестве распределителей для подачи воды к дождевальным установкам. В периоды дефицита влаги в почве воду подают в истоки коллекторов-распределителей, из которых через открытые смотровые колодцы забирают дождевальными машинами (ДДН-100 и др.). При подаче воды из напорных трубопроводов устраивают гасители напоров.

Коллекторы-распределители собирают из асбестоцементных низконапорных или керамических труб на муфтах. Колодцы располагают через 80—100 м, делают их с отстойниками для размещения приемного клапана дождевальной установки. Расстояние между коллекторами —90—100 м. На этих системах применяют низконапорные насосные станции и асбоцементные трубопроводы, они менее металлоемки и поэтому более экономичны.

Совмещенные осушительно-увлажнительные системы дороже обычной осушительной системы всего на 400—700 руб/га. Они могут работать и как комплексные, т. е. в основном в режиме подпочвенного увлажнения по дренам, а эпизодически — в режиме дождевания небольшими нормами.

Особенно перспективны **осушительно-увлажнительные системы водооборотного типа.** Существенным достоинством их является возможность повторного использования дренажных и сбросных вод, что предотвращает загрязнение рек и водоемов удобрениями, пестицидами и другими содержащимися в них химическими веществами.

Водооборотная осушительно-увлажнительная система, как правило, включает в себя два пруда-накопителя: один — в устьевой части магистрального канала или транспортирующего собирателя для сбора дренажного стока и второй — в верхней части системы, куда собранный дренажный сток из нижнего пруда подается насосной станцией по напорному трубопроводу. Нижний пруд-накопитель устраивают в наиболее пониженной части системы, верх-

ний — наоборот, на возвышенных местах с тем, чтобы обеспечить самотечную подачу воды в увлажнительную сеть. Нередко верхний пруд-накопитель из-за топографических условий местности приходится ограничивать дамбами. Поскольку дренажного стока для увлажнения часто не хватает, дополнительно используют воду из рек и озер, а также подземных источников.

Для орошения части осушаемой площади и при отсутствии благоприятных мест для создания верхнего пруда-накопителя может быть использована схема с одним нижним прудом с подачей из него воды в увлажнительный канал при помощи насосной станции. Полив осуществляют или по дренам (подпочвенное орошение) или дождеванием.

Осушительно-увлажнительные системы с частичным водооборотом внутри поля представляют несколько измененные конструкции совмещенных систем. Колодцы на коллекторах в этом случае выполняют функции подземных прудов-накопителей. Размеры колодцев и места их размещения на коллекторах зависят от параметров используемых дождевальных машин и потребности в орошении. Для уменьшения диаметра колодца-накопителя он может быть дополнен лучевыми фильтрами в виде траншей с пористым заполнением (гравием) и дренажными трубами. Система работает следующим образом: весной при таянии снега колодцы заполняют водой, а избыток ее отводят по коллектору в водоприемник. Летом зааккумулированный дренажный сток и весь летний дренажный сток полностью расходуют на орошение земель, прилегающих к колодцам. При этом наиболее минерализованные и загрязненные воды расходуют на полив, а сброс их в водоприемники полностью прекращают.

Режим увлажнения сельскохозяйственных культур на осушаемых землях представляет собой совокупность оросительных (сезонных) и поливных норм, сроков увлажнения и межполивных периодов. Он зависит от почвенных и метеорологических условий, от уровня агротехники и залегания УГВ.

Режим увлажнения устанавливают для вегетационных периодов 75- и 90%-ной обеспеченности осадками (повторяемость соответственно 1 раз в 4 и 10 лет), т. е. для среднезасушливых и засушливых лет. Нормы и сроки полива корректируют в зависимости от прогнозов погоды.

Оросительную норму — количество воды, которое надо подать на каждый гектар увлажняемой площади за вегетационный период, определяют как разность между суммарным водопотреблением культуры и водными ресурсами корнеобитаемого слоя почвы из уравнения водного баланса.

Поливную норму — количество воды, подаваемой на 1 га за один полив, устанавливают исходя из влажности почвы: от увлажнения она должна быть оптимальной в корнеобитаемом слое.

Глубину расчетного слоя принимают равной 10—20 см в начале вегетации и 30—50 см — в остальное время, в зависимости от вида возделываемых сельскохозяйственных культур.

Ориентировочные поливные нормы летом при дождевании легких почв — 20—30 мм, тяжелых — 30—45 и мощных торфяных почв — 30—40 мм.

Нормы послепосадочных (приживочных) поливов при выращивании овощей рассадным способом — до 10—20 мм. Время поливов устанавливают по влажности или другими методами, сроки переносят на 4—6 суток при выпадении осадков 10—20 мм и на 8—10 суток — при 25—30 мм.

Оптимальные сроки увлажнения сельскохозяйственных культур установлены научно-исследовательскими организациями для всех основных районов и даны в виде рекомендаций.

2. Гидролесомелиорации

ПОТРЕБНОСТЬ В МЕЛИОРАЦИИ И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Переувлажненность лесов снижает ежегодный прирост древесины, ухудшает ее качество, затрудняет эксплуатацию техники, заготовку и вывозку древесины, естественное возобновление леса, ухудшает санитарно-гигиенические и эстетические условия местности. Осушение устраняет эти неблагоприятные качества и, кроме того, повышает ветроустойчивость леса, особенно елового, сокращает сроки его выращивания, улучшает лесные сенокосы и пастбища, облегчает борьбу с лесными пожарами, повышает доступность лесных угодий и др.

При планировании объемов мелиоративных работ по областям (краям) исходят из того, чтобы осушением было охвачено не более 50—60 % фонда переувлажненных земель, из планов мелиорации исключают леса, в которых заболоченные земли составляют менее 10—30 %.

По данным научных учреждений, исходя из экономической и экологической целесообразности, в первую очередь намечено осушить 12—16 % потенциального мелиоративного фонда. С учетом этого, современный гидролесомелиоративный фонд может быть оценен в 34 млн. га. По состоянию на 1987 г. осушено около 5 млн. га, из них 3,1 млн. га в РСФСР.

Срок окупаемости капитальных вложений в мелиорацию на примере Центрального района Нечерноземной зоны составляет: по соснякам сфагновым — 5—6 лет, спелым соснякам багульниково-сфагновым —7—10, по травяно-сфагновым — 4—5 лет и меньше. В таблице 33 приведена оценка результативности гидролесомелиорации.

Работы по осушению 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 (частично и II группы) для осушения используют только проводящую сеть в сочетании с дорожным строительством, противопожарными мероприятиями и лесокультурными работами.

Максимальный эффект от осушения в лесах I группы иногда достигает 15—20 м³/га, особенно отзывчивы на осушение леса IV и V бонитетов. Наивысшие результаты от осушения получают в молодняках и жердняках, высокие — в средневозрастных и умеренные — в спелых лесах. На осушенных торфяных почвах с высо-

33. Характеристика лесов по результативности осушительной мелиорации

Группа эффективности и результаты осушения	Основной тип леса, условия произрастания	Преобладающая глубина торфа, м
I. Весьма высокие. Дополнительный прирост древесины 4—6 м³/га и более	Сосняки, ельники, кедровники и смешанные леса на низинных и переходных болотах:	
	разнотравные и осоково-тростниковые	0,3—0,6
	осоково-сфагновые	0,6—1
II. Высокие. Дополнительный прирост древесины до 3 м³/га	Черноольшанники на низинных болотах, травяно-сфагновые	0,6—1 и более
То же, 2—3 (4) м³/га	Сосняки, ельники, кедровники и смешанные леса на переходных болотах и на верховых в начальной стадии заболачивания:	
	долгомошнико-сфагновые	0,3—0,6 и более
	долгомошнико-сфагновые, сфагново-пушицевые, сфагново-кустарниковые	0,0—0,6 и более
III. Умеренные. Дополнительный прирост древесины до 1—2 м³/га	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	—

ким плодородием вырастают сосновые и еловые леса через 20 лет с запасом древесины 150 м³/га, а через 60 лет — 400 м³/га.

Эффективность лесохозяйственного освоения осушенных земель оценивают по следующим показателям: запас (м³); объемный прирост деревьев (м³); линейный прирост (мм, см); породный состав, лесистость (%); коэффициент экономической эффективности; себестоимость 1 ц сомкнувшихся культур; эффективность проведения рубки ухода и др. (Е. Д. Сабо и др., 1981).

НОРМЫ ОСУШЕНИЯ

Основной характеристикой режима осушения является норма осушения — оптимальная глубина залегания УГВ, обеспечивающая максимально возможную продуктивность насаждений. При расчете ее принимают для наименее осушенной части. Норма осушения изменяется во времени и зависит от географического района, типа леса и возраста насаждений (табл. 34).

Расчетная норма осушения характеризует период начала роста корней. Пределы ее изменения нормируют с учетом отклонения

34. Нормы осушения разных типов леса в год 25%-ной обеспеченности осадками вегетационного периода (по Е. Д. Сабо и др., 1981)

Тип леса, болота	Главная порода	Возраст, лет	Норма осушения, см	
			средневегетационная	расчетная
Московская область (северная часть)				
Сосняк:				
сфагновый	Сосна	15	33	12
кустарниково-сфагновый	»	65	42	29
Березняк долгомошный	Ель	30	64	32
Ельник травяно-сфагновый	»	60	32	14
Вологодская область (западная часть)				
Сосняк:				
по переходному болоту	Сосна	50	54	31
осоково-сфагновый бедный	»	85	62	25
осоково-сфагновый	»	30	51	32
Ельник травяно-сфагновый	Ель	190	74	32

продуктивности насаждений ±2 класса бонитета. Для приведенных в таблице 34 средних значений расчетной нормы осушения ширина допустимого диапазона ее изменений составляет 6—18 см.

Уровни грунтовых вод в лесах должны быть понижены весной до 0,2—0,3 м, летом они не должны залегать на глубине менее 30—50 см.

Средняя за вегетацию норма осушения для разных угодий составляет, см: для леса на переходных и верховых болотах — 40—50; для болотных сенокосов — 60—75; для культурных лугов, лесопитомников — 70—100.

Расчетный период сброса избыточных вод для разных географических районов принимают по таблице 35.

ЛЕСООСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В состав лесоосушительной системы входят те же основные элементы, что и осушительной системы сельскохозяйственного назначения. Она состоит из регулирующей сети (осушители, тальвеговые каналы, дрены, борозды); проводящей сети (магистральные каналы, транспортирующие собиратели, коллекторы); ограждающей сети (пограничные каналы, нагорные и ловчие каналы); водоприемников; гидротехнических сооружений и противопожарных водоемов; дорожной сети.

Лесные осушительные системы проектируют в зависимости от типа водного питания.

35. Данные многолетних наблюдений для расчета регулирующей сети по республикам и областям европейской части СССР
(Е. Д. Сабо, 1981)

Республика, область	Расчетный период сброса избытка вод			Осадки 25%-ной обеспеченности за расчетный период, мм	Осадки с учетом испарения, мм
	начало	конец	продолжительность, сут		
АССР:					
Башкирская	20.04	08.05	18	25	17
Карельская	10.05	01.06	22	31	20
Коми	11.05	02.06	22	34	22
Марийская	18.04	10.05	22	28	18
Мордовская	13.04	06.05	23	28	18
Татарская	16.04	08.05	22	30	20
Удмуртская	22.04	07.05	15	26	17
Чувашская	17.04	09.05	22	30	20
Области:					
Архангельская	05.05	01.06	27	37	24
Брянская	07.04	10.05	33	42	28
Владимирская	13.04	10.05	27	36	24
Вологодская	24.04	19.05	25	40	25
Воронежская	31.03	01.05	31	37	24
Горьковская	18.04	09.05	21	30	19
Ивановская	16.04	12.05	26	30	19
Калининградская	01.04	07.05	36	50	32
Калининская	15.04	13.05	28	38	25
Калужская	13.04	08.05	25	40	25
Кировская	25.04	16.05	21	31	20
Костромская	22.04	15.05	23	40	25
Курская	01.04	01.05	30	41	26
Ленинградская	15.04	18,05	33	30	19
Московская	12.04	11.05	29	31	20
Мурманская	20.05	13.06	24	38	25
Новгородская	14.04	16.05	32	37	24
Орловская	07.04	05.05	28	41	26
Пензенская	14.04	04.05	20	28	18
Псковская	11.04	11.05	30	32	22
Рязанская	09.04	10.05	31	36	24
Смоленская	12.04	14.05	32	48	31
Тамбовская	08.04	04.05	26	37	24
Тульская	11.04	07.05	26	46	30
Ярославская	20.04	13.05	23	43	29

Регулирующая сеть при атмосферном и грунтовом питании включает: открытые и закрытые осушители (дрены); открытые осушители — систематическую сеть параллельных каналов, расположенных поперек потока поверхностных и грунтовых вод или параллельно им. Минимальный уклон дна —0,0005, максимальный — до появления размывающих скоростей. Длина — до 1500 м. Шири-

на по дну — от 0,2 до 0,4 м (в зависимости от механизма). Глубина — от 0,6 до 1,5 м. Заложение откосов зависит от типа грунта и глубины канала, а расстояния между ними — от нормы осушения и района работ. Закрытые осушители — дрены — различают по характеру их изготовления и материалам. Минимальная глубина заложения дрен в истоках — 0,7—0,9 м, максимальная — 1,1—1,5 (в торфах после осадки) и 1—1,3 м — в минеральных грунтах. Длина дрен зависит от уклона и составляет при уклоне 0,003 и 0,005—200 м; 0,01—300 м. Максимальная длина — до 600 м. Характерные средние расстояния в Нечерноземной зоне РСФСР при осушении для подсобного хозяйства следующие, м: в низинном торфе — 20—40; в песке мелкозернистом — 30—50; в супеси — 25—35 и в суглинке — 14—20.

Регулирующая сеть при грунтово-напорном питании включает:

ловчие каналы (дрены). Применяются, если кровля напорного водоносного пласта менее 4 м. Глубина каналов и дрен — до 2,5—3 м. Выходы напорных вод засыпают камнем или каптируют трубами;

систематическую сеть открытого или закрытого глубокого (до 1,8—2,5 м) дренажа;

разгрузочные скважины диаметром до 10 см, заглубленные в напорный водоносный горизонт и выведенные в каналы или дрены при расстоянии между ними 30—100 м;

вертикальный дренаж, представляющий собой комплекс сооружений из водозабора с гидромеханическим оборудованием и наземных энергетических, водоотводящих, транспортных, коммуникационных и контрольно-измерительных устройств.

Регулирующая сеть при намывном и склоновом питании. Так как эти типы водного питания обычно сочетаются с атмосферным и грунтовым, применяют вышеуказанные комплексы, дополняемые дамбами обвалования и нагорными каналами.

Оградительная сеть (приток поверхностных и грунтовых вод) состоит в основном из нагорных каналов. Они служат для перехвата поверхностных вод, стекающих с вышележащего водосбора. Глубина обычно до 1—1,5 м, длина — от 300—500 м до нескольких километров, уклон — не менее 0,0005, одинаковый по всей длине. Кавальеры — только с низовой стороны. Верхний откос более пологий — от 1 : 5 до 1 : 10. Нагорные каналы иногда совмещают с ловчими, образующими нагорно-ловчие каналы. Ловчие каналы (дрены) устраивают для перехвата поступающих на осушаемую территорию грунтовых вод в зоне наиболее высокого их стояния. Дно и откосы обычно крепят. Диаметр ловчих дрен — 75—100 мм. При наличии подстилающего водоупора дно ловчего канала врезают в него. При глубине более 2—2,5 м и слабых грунтах применяют параболическую форму поперечного сечения, в остальных случаях — трапецеидальную.

Проводящая сеть (все типы водного питания) в большинстве случаев открытая, иногда закрытая. Служит для своевременного отвода всех избыточных вод. Состоит из магистральных каналов, транспортирующих собирателей, водоотводных борозд. Сеть в основном прямолинейная с минимальным числом поворотов. Проводят ее по минимальным отметкам местности с учетом минерального дна болот. Размеры поперечных сечений определяют гидравлическим расчетом. Каналы глубиной до 3 м делают обычно трапецеидальными, что облегчает их крепление; более глубокие — параболическими. Скорость воды в песчаных руслах —0,4—0,7 м/с, в торфяных и суглинистых —0,7—1 м/с. Минимальный уклон дна — 0,0005, в порядке исключения в очень крупных каналах — до 0,0002.

При необходимости откосы русла крепят одерновкой, хворостяным плетнем, бетонными, керамзитобетонными плитами и другими материалами. Временно затопляемые и сухие откосы крепят посевом трав.

При осушении лесов применяют преимущественно открытые каналы (осушители); при осушении парков, лесопитомников и лугов находит применение закрытый дренаж.

Глубина осушителей в зависимости от мощности торфа следующая:

Мощность торфа, м	Глубина осушителей, 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 вырубок, ольховых насаждений и земель с атмосферным водным питанием глубину каналов принимают 0,6—0,8 м.

Расстояния между осушителями устанавливают в зависимости от типов леса и географических условий местности. Нормативные расстояния между осушителями глубиной 1 м (после осадки торфа) для основных типов леса приведены в таблице 36.

Поправочные коэффициенты на расстояние между осушителями лесных земель в различных экономических районах РСФСР следующие (Е. Д. Сабо и др., 1981):

Республика, край, область	Коэффициент
Северо-Западный район	
АССР:	
Карельская	0,80
Коми	0,75
Области:	
Архангельская	0,68
Вологодская	0,80
Ленинградская	0,92
Мурманская	0,70
Новгородская	0,90
Псковская	1,00

36. Рекомендуемые расстояния между осушителями, м

Исходная группа типов леса	Расстояния, соответствующие	
	максимальной продуктивности	максимальной рентабельности и оптимальной хозяйственной деятельности
Болота		
Сосняк:		
по верховому болоту	40	80
по переходному болоту	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

Примечания: 1. Приведенные расстояния соответствуют примерно геометрическим центрам Псковской и Курганской областей, Мордовской АССР. Для других областей расстояния определяют по формуле $B = KB_т$, где К — поправочный коэффициент; $B_т$ — рекомендуемые базовые расстояния. В РСФСР значения поправочных коэффициентов изменяются в пределах 0,60—1,09.

2. Расстояния даны для торфов, подстилаемых тяжелыми слабопроницаемыми грунтами (глина, тяжелый суглинок); при подстилании торфа легкими грунтами расстояния увеличивают на 20—70 м, а при подстилании крупнозернистым песком — на 50—130 м (табл. 37).

3. Расстояния увеличивают на 5—15% при уклонах поверхности земли более 0,0002.

4. Расстояния уменьшают на 20—30% на участках с грунтово-напорным водным питанием.

Западно-Сибирский район	
Алтайский край	0,83
Области:	
Кемеровская	0,76
Новосибирская	0,78
Омская	0,85
Томская	0,76
Тюменская	0,74
Восточно-Сибирский район	
АССР:	
Бурятская	0,72
Тувинская	0,71
Красноярский край	0,73
Области:	
Иркутская	0,74
Читинская	0,71

Центральный район

Области:	
Брянская	1,08
Владимирская	0,94
Ивановская	0,91
Калининская	0,92
Калужская	1,02
Костромская	0,83
Московская	1,01
Орловская	1,05
Рязанская	1,04
Смоленская	0,99
Тульская	1,03
Ярославская	0,89

Волго-Вятский район

АССР:	
Марийская	0,95
Мордовская	1,00
Чувашская	1,01
Области:	
Горьковская	0,95
Кировская	0,80

Центрально-Черноземный район

Области:	
Воронежская	1,20
Курская	1,11
Липецкая	1,13
Тамбовская	1,15
Белгородская	1,20

Уральский район

Удмуртская АССР	0,85
Области:	
Курганская	1,00
Оренбургская	1,22
Пермская	0,81
Свердловская	0,89
Челябинская	0,97

Дальневосточный район

Якутская АССР	0,71
Края:	
Приморский	0,72
Хабаровский	0,74
Области:	
Амурская	0,75
Камчатская	0,70
Магаданская	0,70
Сахалинская	0,74

Прибалтийский район

Калининградская область	1,09

37. Поправочные коэффициенты для определения расстояний между осушителями в зависимости от глубины канала и грунтовых условий

Глубина канала, м	Минеральный грунт и торф глубиной 0,3—0,6 м, подстилаемый		Торф глубиной 0,9—1 м, канал врезается дном		Торф		
	глиной и суглинком	песком	в глубину и суглинок	в песок	низинный	переходный	верховой
0,3	0,48	0,36	0,12	0,15	0,12	0,12	0,14
0,5	0,68	0,56	0,41	0,37	0,39	0,40	0,41
0,7	0,84	0,75	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,2	1,09	1,17	1,11	1,20	1,14	1,12	1,11
1,5	1,19	1,39	1,18	1,45	1,25	1,19	1,16
1,8	1,29	1,58	1,20	1,66	1,28	1,22	1,18

Длина осушителей обычно 500—1000 м, при резко пересеченном рельефе — до 200, при больших уклонах — до 1500 м.

Осушители проектируют так, чтобы они размещались в пределах квартала и не пересекали квартальные просеки. Проводящую сеть совмещают с просеками (рис. 8).

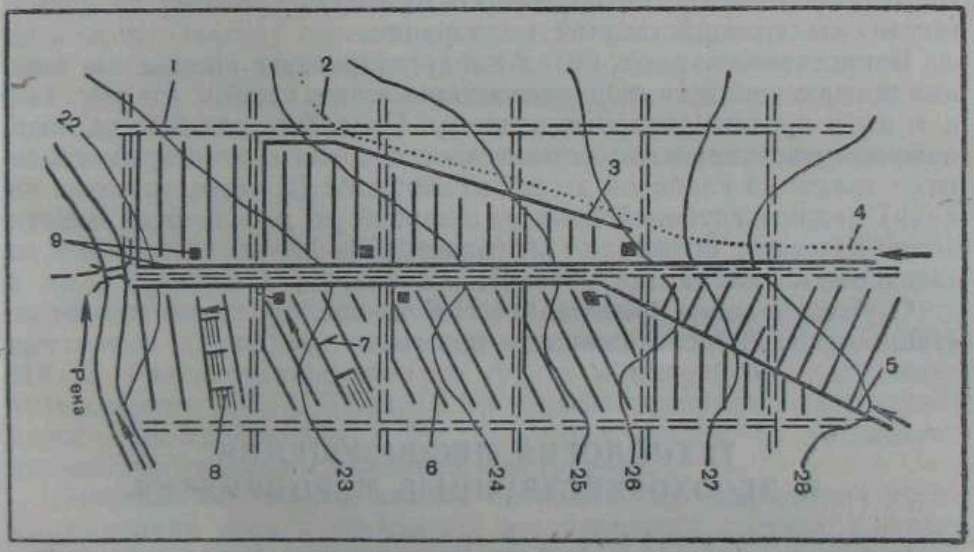


Рис. 8. Схема лесоосушительной системы:

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; *22...*, *28* — горизонтали местности

В дополнение к систематической сети осушителей предусматривают борозды для отвода воды из понижений глубиной 0,3—0,7 м, длиной 160—200 м. Их размещают через 15—20 м.

Нагорные каналы имеют глубину 1—1,5 м, ловчие — обычно 1,5—2,5 м и более. Пограничные каналы служат для предотвращения разрастания болота в сторону суходольных лесов. Их глубина должна превышать мощность торфа. Они имеют также противопожарное значение.

Проводящие каналы проектируют трапецеидального сечения с шириной по дну 0,4—0,6 м при площади водосбора до 500 га; при больших площадях размеры каналов определяют гидрологогидравлическим расчетом. Глубину магистральных каналов принимают на 0,1—0,2 м больше глубины впадающих осушителей и на 0,2—0,3 м больше глубины транспортирующих собирателей. Гидравлический расчет выполняют на послепаводковый расход при осушении лесов и на максимальный расход весеннего половодья при осушении лесопарков. В расчетный период допускается работа канала полным сечением, в летне-осенний период расходы воды должны проходить на 0,2—0,4 м ниже бровок каналов.

Допускается весеннее затопление лесных культур на длительный срок: дуб, клен, ясень — до 25 суток, тополь — до 50, ольха, ива — до 60 суток.

Осушение переувлажненных земель в лесах для организации подсобных хозяйств, садоводческих кооперативов, личных участков и огородов работников лесного хозяйства проводят по нормативам сельскохозяйственной мелиорации.

В противопожарных целях предусматривают шлюзы на каналах проводящей сети, водоподводящие к ним каналы (от рек, озер и т. п.) и противопожарные водоемы. Последние создают на пониженных участках около осушительного канала, с которым соединяют траншеей глубиной до 0,5 м. Водоемы (преимущественно копани) делают глубиной 2—3 м, шириной по дну 4—5 м. Вместимость водоемов принимают не менее 100—180 м^3, заполняют их паводковыми водами.

Осушение лесов преобладает самотечное. Насосные станции — стационарные и передвижные — применяют редко.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕСООСУШЕНИЯ И ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Работы по осушению выполняют по проекту. Строительству осушительной сети предшествует устройство подъездных путей к объекту мелиорации. Лесоосушительные работы включают: подготовку территории (разрубку трасс каналов, проездов, площадок под водоемы), земляные работы по устройству каналов, строительство

гидротехнических сооружений. Одновременно с осушением строят сеть служебно-эксплуатационных дорог и проездов с выходом к существующей автомобильной дорожной сети. Лесохозяйственные дороги III типа включают: служебно-эксплуатационные дороги лесоосушительных систем, противопожарные дороги; дороги к постоянным лесосеменным участкам и временным питомникам, к лесным кордонам, к егерьским участкам и др.

Трассоподготовительные работы включают разрубку трасс и их очистку от мелколесья и кустарника. Ширину трасс (В, м) под каналы определяют по формуле

$$B = B_к + B_1 + B_2 + B_д,$$

где $B_к$ — ширина канала поверху, м;
B_1 — ширина бермы с верховой стороны канала от бровки до стены леса, принимают равной 1—2 м;
B_2 — ширина бермы между каналом и дорогой (отвалом), принимают равной 1—4 м;
$B_д$ — ширина полосы дороги (отвала, кавальера). Для передвижения мелиоративной техники с канала на канал прорубают дополнительные трассы шириной 5 м.

При разрубке трасс в насаждениях с товарной древесиной валку леса проводят при помощи бензопилы, а трелевку — трелевочными тракторами (ТДТ-55 и ТТ-4) по специально подготовленному волоку на расстояние до 300 м к местам раскряжевки и укладки древесины. Очистку трасс от мелколесья и кустарника, корчевание пней выполняют кусторезом (КБ-4А, ДП-24) и универсальной рамой МК-11. Для корчевания используют также корчеватели Д-695А, ДП-8А, Д-513А и др.

Земляные работы по регулированию водоприемников выполняют экскаваторами ТЭ-3М, Э-302Б и др.

Для устройства осушителей применяют экскаваторы Э-304В и Э-302Б, а также каналокопатели плужного типа (КМ-1200 и др.), фрезерные и роторные. Нарезку дренажных борозд, расчистку каналов глубиной до 0,6 м и шириной поверху до 2 м осуществляют плужными каналокопателями ЛКН-600, ПКЛН-500А, МК-13. Разравнивание отвалов грунта и планировку выполняют бульдозерами Д-607, Д-694А и др.; профилирование и планировку дорог — автогрейдерами Д-598, Д-710Б и др. Мосты устраивают деревянные свайной и лежневой конструкций.

Освоение осушенных земель проводят для сокращения срока выращивания леса и улучшения его породного состава. Система лесохозяйственных мероприятий включает: посадку лесных культур, реконструкцию малоценных насаждений, рубки ухода, внесение минеральных удобрений.

Лесные культуры сажают на осушенных болотах, если естественное облесение затруднено или невозможно, когда количество

ценных лесных пород в возрасте до 10 лет составляет менее 1 тыс. шт/га. Технологические схемы посадки лесных культур для основных типов осушенных земель приведены в Справочнике гидролесомелиоратора (Е. Д. Сабо, 1981).

Малоценные насаждения реконструируют рубкой ухода, если в их составе имеются равномерно размещенные по площади хвойные породы в количестве не менее 2 тыс. шт/га. Если их нет, создают культуры (сосняки и ельники) путем прорубки и расчистки коридоров кусторезами с весенней нарезкой в коридорах лесокультурных борозд агрегатами ПКЛН-500А или ЛКН-600 и посадкой двулетних сеянцев сосны или трехлетних сеянцев ели по пластам через 0,7 м машиной СЛП-2. В порядке ухода проводят окашивание и вырубку поросли в рядах кусторезом «Секор», применяют также гербициды и арборициды.

Рубки ухода проводят для улучшения породного состава насаждений и ускорения роста хозяйственно ценной древесины. Они включают осветление и прочистку, прореживание по комбинированному методу и другие в соответствии с действующими правилами.

Минеральные удобрения и известь применяют в лесопитомниках, для подкормки лесных культур и в осушенных приспевающих и спелых насаждениях за 10—20 лет до их рубки.

Лесохозяйственные мероприятия проводят с учетом их влияния на дикорастущие ягодники. По данным наблюдений в Вологодской области, на осушенных и освоенных землях 8—10-летнего использования по сравнению с неосушенными урожайность недревесной продукции повысилась следующим образом, %: черника — на 33, голубика — на 156, брусника — на 5, малина — на 150, грибы — на 79, сено — на 2300. Исключение составила клюква, урожайность которой снизилась на 23%.

Для увеличения урожайности ягодников проводят специальные мероприятия, включающие: вырубку и изреживание древесной и кустарниковой растительности, выкашивание трав (устранение конкурентов), уборку валежника, внесение удобрений, упорядочение сбора ягод и др.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Техническая эксплуатация гидролесомелиоративных систем заключается в учете состояния земель лесного фонда, осушительных систем, сооружений, проездов и дорог, в организации и проведении надзора, охраны, ухода и ремонта (табл. 38).

38. Состав технической эксплуатации гидролесомелиоративных систем

Срок и время проведения	Исполнитель, способ выполнения работы	Состав работ
1	2	3
	Надзор и охрана	
После паводков, в течение вегетационного периода	Лесная охрана	Наблюдение за работой всех элементов осушительной системы, выявление причин разрушения или нарушения нормальной работы; наблюдение за состоянием насаждений, выявление причин ухудшения роста древостоев и эффективности мелиорации; контроль за соблюдением противопожарных мероприятий и правил эксплуатации сооружений; профилактическая и разъяснительная работа среди населения
	Уход	
Ежегодно в течение вегетационного периода (6 месяцев)	Рабочие-ремонтеры с нагрузкой в год 25 км каналов, 2 км дорог, 25 шт. сооружений	Удаление из водоприемников и каналов случайных предметов, стволов, пней, корней, затрудняющих свободное течение воды; подготовка сооружений к пропуску паводковых вод; очистка отверстий от льда, снега, мусора. Удаление предметов и зависших кустов и стволов с проезжей части дорог. Исправление мелких разрушений в каналах, сооружениях, дорогах ручным способом
	Текущий ремонт	
Ежегодно в течение вегетационного периода (6 месяцев)	Хозяйственным способом (рабочие-ремонтеры, ремонтные отряды) или подрядным (ПМК и др.)	Очистка водоприемников, каналов и кюветов от заилений, наносов, растительности. Удаление древесной и кустарниковой растительности на кавальерах, откосах, бермах
	Капитальный ремонт	
Через 15—30 лет в зависимости от состояния системы и динамики текущего роста насаждений	Хозяйственным способом или подрядным (ПМК и др.) по специальным проектам	Восстановление водоприемников, каналов, дорог, сооружений до проектных размеров или прокладка новых каналов взамен старых или в дополнение к ним. Полная или частичная замена изношенных деталей узлов, креплений, блоков у сооружений. Дополнительная выборочная мелиорация участков, где осушение оказалось недостаточным

Продолжение

1	2	3
	Аварийный ремонт	
После стихийных бедствий, нарушивших работу осушительных систем	Хозяйственным способом или подрядным (ЛММС)	Восстановление размытых, заваленных участков каналов, дорог, насыпей, русел, разрушенных сооружений, частично или полностью выведенных из строя паводками и пожарами
	Учет земель лесного фонда	
Ежегодно на 1 января	Лесная охрана	Визуальная оценка хозяйственного состояния насаждений и других земель лесного фонда, их рационального использования. Ведение записи в мелиоративном кадастре

3. Противопаводковые мелиорации. Борьба с наводнениями

Противопаводковые мероприятия применяют против затопления земель паводковыми водами, а также при создании водохранилищ.

Затопление земель может быть долговременным (в этом случае их, как правило, не используют) или кратковременным (землю используют в сельскохозяйственном производстве). В зависимости от характера затопления, гидрологического режима водотоков и водоемов, а также качества земли для борьбы с наводнениями проводят строительные и нестроительные противопаводковые мероприятия. Последние применяют в сочетаниях, самостоятельно или как дополнение к строительным, что позволяет снизить их стоимость.

Для защиты земель от затопления водой при разливах рек и озер во время половодий и паводков, при сгонно-нагонных явлениях на водохранилищах и морях, а также в результате сооружения на реках русловых плотин проводят следующие строительные мероприятия:

обвалование — ограждение земель дамбами (валами);

повышение пропускной способности русла реки за счет русловыправительных работ (регулирование русел);

уменьшение расхода реки и снижение уровней воды путем ее разгрузки (мероприятия на водосборном бассейне) и сооружение водохранилищ для задержания паводковых вод.

Противопаводковая защита территорий развивается постепенно, по мере повышения интенсивности использования земель с учетом экономической целесообразности тех или иных мероприятий.

Нестроительные противопаводковые мероприятия включают:

размещение сельскохозяйственных культур и строений на затапливаемой территории с учетом паводков (высота, продолжительность затопления);

заблаговременный прогноз паводков;

предупреждение о паводках и эвакуация населения;

страхование посевов.

Для сельского хозяйства представляют большую ценность пойменные земли (пойма — периодически затопляемая паводками часть речной долины), которые при разливах рек обогащаются плодородным наилком, поступающим с водою в виде взвешенных наносов. Продолжительность и высоту затопления поймы регулируют так,

чтобы сохранить поемность (поступление паводковых вод и наилка на пойму), не допустить размыв поймы и отложение песка на ней, обеспечить своевременный, определяемый характером использования пойм, сброс оставшейся после паводка воды и понижение грунтовых вод на норму осушения.

ОБВАЛОВАНИЕ

По расположению и назначению дамбы обвалования подразделяют на береговые, озерные и морские. Первые располагают вдоль рек с небольшим спрямлением излучин. Они находятся под напором воды в лесной и лесостепной зонах в период весенних половодий, осенних и редко летних паводков, в южных районах — в летние паводки (до 30—40 дней) и в период зимних ледовых заторов (до 10—20 дней). Остальное время дамбы находятся на сухом месте. Береговые дамбы подвержены воздействию мутной речной воды, обеспечивающей кольматаж напорного откоса дамбы. Это, а также непродолжительность воздействия фильтрационного потока облегчают работу дамбы, что позволяет придавать ей более облегченный вид.

Дамбы обвалования на озерах, водохранилищах и морях подвержены длительному воздействию осветленной воды. Кроме того, на них действуют волны, поэтому их делают более массивными. Береговые дамбы могут быть незатопляемые, или зимние (не затопляются даже высокими весенними половодьями), и затопляемые, или летние (затопляются весной, но не затопляются летними паводками). Последние применяют при обваловании пойм, используемых под лугами, чтобы сохранить увлажнительно-удобрительное воздействие полой воды на почву (рис. 9).

Зимние системы с незатопляемыми дамбами используют под все сельскохозяйственные культуры, а также для ограждения производственных центров. На землях летних польдеров выращивают в основном травы.

На зимних польдерах для защиты территории от затопления в случае прорыва оградительной дамбы предусматривают сооружение внутренних дамб. Их проектируют вдоль водотоков, а на приморских низменностях — параллельно оградительной дамбе, на расстоянии не менее 15 м от бровок реки.

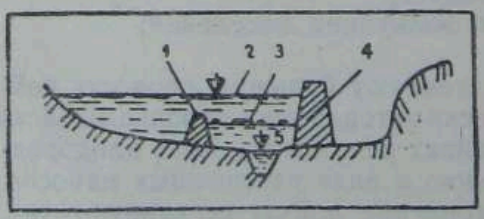


Рис. 9. Дамбы обвалования в пойме реки:

1 — затопляемая дамба; *2* — расчетный весенне-паводковый уровень воды; *3* — расчетный летний уровень воды; *4* — незатопляемая дамба; *5* — меженный уровень воды

Отметку гребня дамб ($Н_д$, м) определяют по формуле

$$Н_д = Н_п + а,$$

где $Н_п$ — уровень воды в водоприемнике в период паводка расчетной обеспеченности;
а — запас воды.

Поперечное сечение затопляемых (летних) дамб — неравнобокая трапеция с пологим откосом в сторону польдера.

При летних дамбах предусматривают устройство шлюзов-регуляторов и прорезей-водосливов. Порог последних располагают на уровне летне-осеннего паводка расчетной обеспеченности.

Длину прорези-водослива (l, м) определяют по формуле

$$l = \frac{Q_в}{m\sqrt{2gH^{3/2}}},$$

где $Q_в$ — расчетный расход прорези-водослива, который равен, м³/с:

$$Q_в = \frac{W_п}{3600Т},$$

где $W_п$ — вместимость обвалованной территории (польдера) от поверхности земли до отметки гребня дамбы, м³; Т — допустимое время затопления польдера (время, за которое должен быть сброшен объем $W_п$), ч;
m — коэффициент расхода (в среднем $m=0{,}36$);
g — ускорение силы тяжести, м/с²;
H — высота слоя воды на пороге водослива, м.

Размеры шлюзов-регуляторов в незатопляемых дамбах должны обеспечить частичный самотечный сброс паводковых вод собственного водосбора, в летних дамбах — сброс воды с отметки прорези-водослива до поверхности земли или до уровня воды в водоприемнике за возможно короткое время.

Удаление дамб от берега и расположение их в плане зависят от устойчивости русла реки и поперечного уклона поверхности земли.

Минимальное расстояние от низа откоса дамбы до края дна водотока (в, м) с устойчивым руслом или водоема определяют по формуле:

в минеральных грунтах

$$в = Н_в + 2Н_д;$$

в торфяных грунтах

$$в = 3Н_в + 4Н_д,$$

где $Н_в$ — глубина водоема или водотока;
$Н_д$ — высота дамбы.

Высоту и расчетную отметку гребня незатопляемых дамб принимают на основе гидравлических расчетов, исходя из отметки паводкового уровня расчетной обеспеченности в обвалованном русле; последний повышают на высоту наката ветровой волны на откос дамбы и высоту ветрового нагона воды. Сверх того, добавляют еще конструктивный запас, равный 0,5 м.

Высоту волны, (λ, м) определяют по формуле

$$\lambda = 0{,}37\sqrt{L_в},$$

где $L_в$ — длина разгона волны, км; для береговых дамб она равна ширине разлива реки.

Высоту затопляемой дамбы принимают на 0,3—0,6 м ниже расчетного уровня паводковых вод во избежание ее повреждения при ледоходе.

На реках с неустойчивыми берегами и блуждающим руслом дамбы от реки удаляют на значительно большее расстояние во избежание размыва, которое принимают на основе местного опыта и рекомендаций научных учреждений, основанных на учете среднегодовой интенсивности размыва берегов. Для блуждающих рек она колеблется в пределах 30—100 м/год. Расстояние от берега, необходимость и вид защиты дамб от размыва определяют на основе технико-экономических расчетов. Для безопасности устраивают вторую, запасную, дамбу параллельно первой. Для уменьшения площади затопления в случае прорыва дамбы сооружают поперечные валы — траверсы. В них предусматривают водовыпуски для спуска вод местного стока с обвалованной территории после схода паводка и понижения уровня в реке.

При двустороннем обваловании реки (рис. 10) расстояние между дамбами правого и левого берега (L, м) должно быть не менее:

$$L = B_0(1 + K),$$

где B_0 — ширина реки по урезу;
K — коэффициент, учитывающий ширину полосы блуждания реки, обычно изменяется в пределах K = 1—3.

При ограждении реки дамбами за счет стеснения потока и отложения наносов в русле уровни паводковых вод в реке постепенно повышаются, в результате возникает необходимость постоянного наращивания дамб. Оптимальное расстояние выбирают на основе технико-экономического расчета, при этом учитывают следующее: изменение ограждаемой площади, высоту подпора, высоту и стоимость дамб, глубину и площадь дополнительного затопления вдоль кривой подпора.

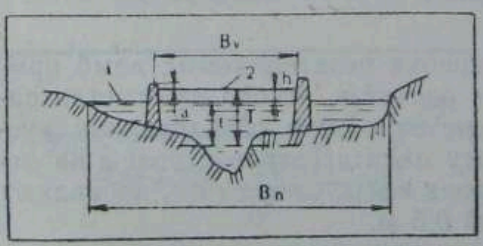


Рис. 10. Расчетная схема обвалования реки:

1 — естественный паводковый уровень; *2* — расчетный уровень при обваловании

Расстояние между траверсами ($L_т$, м) зависит от продольного уклона местности между ними (I):

$$L_т = \frac{H_1 - H_0}{I},$$

где H_1 — допустимый напор у траверсы, м;
H_0 — глубина воды у первой (верхней) траверсы (разность между отметками максимального уровня воды в реке и поверхности земли у низового откоса этой траверсы), м.

Поперечные сечения дамбы принимают, исходя из геотехнических свойств слагающих ее грунтов и высоты.

Ширина гребня дамб должна быть не менее 3 м при высоте более 1,5 м и не менее 1 м — при высоте менее 1,5 м. При проектировании дороги ширину гребня определяют по нормам дорожного строительства (не менее 4,5 м).

Заложение откосов дамб принимают по таблице 39.

39. Заложение откосов береговых дамб

Тип дамб	Дамбы из глины, суглинков и тяжелых супесей		Дамбы из песков и легких супесей	
	верховой откос	низовой откос	верховой откос	низовой откос
Незатопляемые	1—2,5	1—2,0	1,5—3,0	1,5—2,5
Затопляемые	1,5—2,5	1,5—2,5	1,5—3,0	1,5—3,0

Откосы, подверженные волновым воздействиям, принимают в зависимости от высоты волны расчетной 5%-ной обеспеченности:

Высота волны, м	Заложение откосов
0,1	2
0,2	4
0,3	5,5
0,4	7
0,5	8,5
0,6	9,5
0,7	10,5

Для уменьшения заложения откосы крепят местными материалами (частокол из кольев тальника, хворостяные крепления, плетни, посев трав), откосы крупных дамб в верхних бьефах крепят камнем, бетонными и железобетонными плитами, если это экономически оправдано.

На рисунках 11 и 12 приведены наиболее распространенные профили защитных дамб.

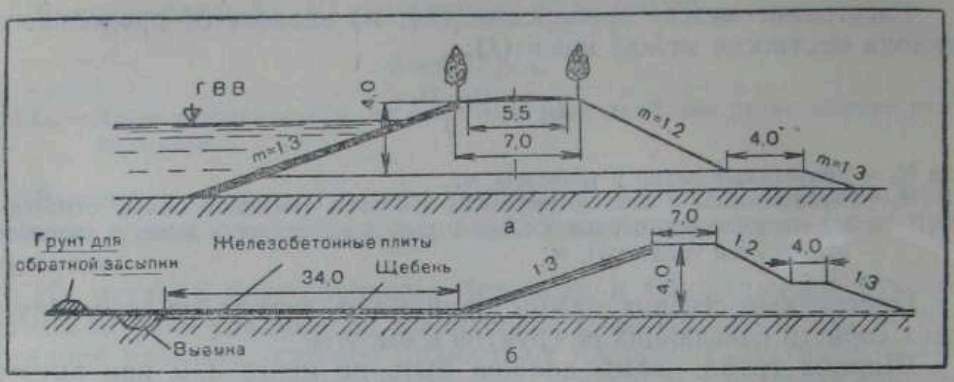


Рис. 11. Поперечные профили дамб:

а — с креплением верхнего откоса; *б* — с железобетонным тюфяком; ГВВ — горизонт грунтовых вод

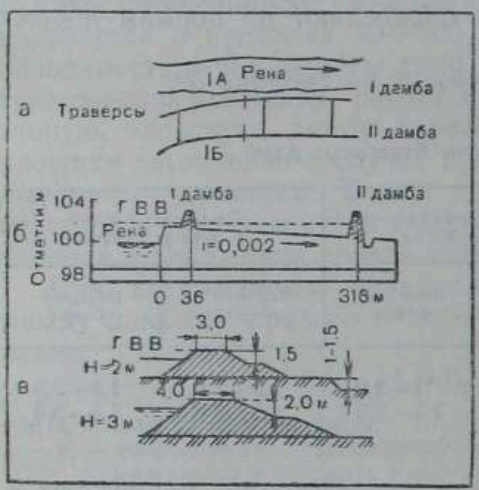


Рис. 12. Размещение и поперечные профили дамб:

а — план; *б* — разрез по АБ; *в* — поперечное сечение (по С. Т. Алтунину); ГВВ — горизонт грунтовых вод

На затопляемых (летних) дамбах устраивают шлюзы-регуляторы и прорези-водосливы для затопления поймы (польдера) весенним паводком и для отвода воды при его спаде.

Для сброса воды в летний период применяют шлюзы в виде двухстворчатых ворот, самооткрывающихся в сторону реки.

Дамбы насыпают из местного грунта (предпочтение отдают легкому и среднему суглинку) слоями с обязательным разравниванием, укатыванием и замочкой грунта. Для этого используют экскаваторы, скреперы, бульдозеры, грейдеры, катки. Можно применять технологию намыва дамб при помощи землесосов.

При проектировании систем обвалования рекомендуется использовать Методические указания по определению оптимальных параметров развитых систем обвалования рек при проектировании инженерной защиты земель от наводнений (Минск, 1984), в которых приведены:

решение задач по определению расчетных гидрологических характеристик участков обвалования;

математическое моделирование речного бассейна для определения максимальных уровней в пределах системы обвалования;

расчеты параметров дамб, объемов и стоимости земляных работ;

определение ущерба от наводнений при отсутствии защиты;

оптимизация системы обвалования.

В них приведены также методы и программы расчетов с использованием ЭВМ.

Проектирование дамб обвалования осуществляют в следующем порядке:

намечают трассу дамбы вдоль реки или водохранилища, при этом с целью снижения объема грунта в теле дамбы трассу проектируют по повышенным отметкам территории, хотя требование наиболее кратчайшего пути между пикетами всегда принимают во внимание;

выполняют гидрологические и гидравлические расчеты, цель которых — установить расчетные расходы и уровни, живое сечение потока и скорость воды между дамбами (реже — между дамбой и берегом, при устройстве одной дамбы);

изучают материалы изысканий по трассе для определения свойств грунтов в основании и в возможных резервах (широко используют материалы ранее проведенных геолого-гидрогеологических и почвенных изысканий);

рассчитывают высоту дамб (с учетом превышений гребней их над расчетным уровнем);

определяют приемлемый для данных условий тип поперечного профиля дамбы (распластанный, обжатый, полигонального профиля), назначают тип крепления откосов (мокрого и основания сухого); при этом проводят фильтрационные расчеты и на устойчивость, определяют необходимость устройства дороги по гребню дамбы и др.

При выполнении перечисленных проектных работ возможны корректировки трассы дамбы в зависимости от грунта основания и ее профиля, в зависимости от грунта в резервах и т. д. (см. ВСН 1—63). Кроме того, возможно вариантное проектирование расстояний между дамбами по экономическому или гидравлическому критерию. В первом случае стремятся найти минимум затрат на создание дамб, в другом — определяют допустимые скорости течения воды на участках реки при расчетном уровне. Цель этих расчетов — не допустить размыва дамб при соблюдении всех требований к их устройству, поскольку СНиП II—52—74 рекомендует обходиться без крепления откосов.

Основания дамб сопрягают с естественными грунтами, отдавая предпочтение слабофильтрующим его разновидностям, поэтому трасса дамбы может корректироваться при наличии слабофильтрую-

щих и хорошо фильтрующих грунтов на пойме. При наличии торфяных грунтов необходимы более строгие обоснования и расчеты: осадка и вымыв грунта, прогноз разложения торфяной массы и др. Характеристики грунта определяют опытным (лабораторным, в полевых условиях) путем. Требования к грунтам земляных дамб изложены в СНиП 2.06.05—84.

При возведении оградительных дамб необходимо иметь в виду, что эти протяженные сооружения оказывают влияние на различные элементы природной среды: пересекают пути миграции диких животных, ликвидируют подходы к скрытым местам водопоев, изменяют состояние древесно-кустарниковой растительности по берегам рек, что оказывает влияние на состав птиц и околоводных зверьков. Существенное отрицательное влияние устройство дамб может оказать на почвенный покров вдоль трассы. Поэтому при строительстве дамб его снимают, сохраняют, а затем используют для рекультивации резервов, из которых берут грунт в тело дамбы, и для быстрого выращивания трав на откосах.

В тело дамбы можно укладывать торф и гумусированный грунт, однако при этом его прикрывают минеральным грунтом. Степень разложения торфа должна быть не менее 50%.

Следствием защиты земель от паводковых вод или затоплений при строительстве водохранилищ является необходимость сброса избыточных поверхностных вод, притекающих с прилегающих водосборных площадей. Сброс воды, за редким исключением, требует устройства насосных станций. Кроме того, УГВ на задамбовой площади понижают дренажем, поскольку уровень воды в водохранилище выше, чем поверхность земли.

Обвалованные реки по гидравлическому режиму сильно отличаются от рек в естественном состоянии: увеличивается скорость прохождения паводкового потока между дамбами, повышается уровень воды против естественного. Впадающие притоки реки необходимо также обваловывать или перекачивать воду из них насосной установкой.

Одамбованное русло реки является зоной повышенной опасности. Поэтому служба эксплуатации предусматривает в своих планах работы по безаварийному пропуску паводков. В планах указывают не только штатные работы, но и работы в случае аварийной ситуации; заранее готовят материалы и инструменты по ликвидации просачиваний воды или прорывов. В период прохождения паводков организуют дежурство людей и техники. При прохождении расходов менее расчетных аварийных ситуаций не должно возникать, поэтому расчеты должны быть хорошо аргументированы и тщательно проверены еще на стадии проектирования.

При проектировании грунтовых плотин с целью организации противопаводковых мероприятий используют СНиП 2.06.05—84

«Плотины из грунтовых материалов».— М., 1985; СНиП 2.01.14—83 «Определение расчетных гидрологических характеристик».—М., 1985, а также методические указания и рекомендации.

РЕГУЛИРОВАНИЕ И РАЗГРУЗКА РУСЕЛ РЕК

Русло реки регулируют для повышения его пропускной способности и понижения уровня воды в реке как в период межени, так и при прохождении паводков. В результате опасность наводнений ослабляется или устраняется полностью.

Мероприятия по регулированию русел рек включают: расчистку от растительности и мусора, устранение местных подпоров на реке, создаваемых плотинами и заколами; увеличение поперечного сечения русла путем его углубления и расширения; увеличение скоростей движения воды за счет сокращения длины реки и повышения уклона спрямлением петель и излучин; придание речному потоку равномерного движения сужением русла и закрытием рукавов; разгрузку русла путем устройства обводных каналов по более короткому направлению; ограждение реки от нагонных течений со стороны моря и др.

Расчистка русла от кустарниково-древесной растительности, топляка, коряг и крупных камней позволяет уменьшить коэффициент шероховатости русла на один-два порядка, а следовательно, увеличить скорость воды и пропускную способность русла. Для этого используют экскаваторы, плавучие косилки и другие машины.

Углубление и расширение русла применяют на реках со слабой извилистостью для небольшого понижения уровней. Углубление, если оно возможно и не лимитируется местным базисом эрозии, предпочтительнее расширения русла, так как приближает его к гидравлически наивыгоднейшему сечению. При этих видах регулировочных работ исходят из сложившегося (естественного) поперечного сечения русла. Если русло распластанное, то его углубляют с сохранением задернованных откосов. Если это невозможно, то русло расширяют с одной или двух сторон. Обычно русло углубляют и расширяют одновременно. Работы выполняют плавучими или сухопутными экскаваторами или средствами гидромеханизации.

Спрямление петель и излучин применяют на извилистых участках реки, характеризующихся малыми уклонами. В зависимости от размера излучин и глубины русла используют один из трех методов:

проектирование нового русла по возможности прямолинейного с минимальным числом поворотов, не считаясь с существующим;

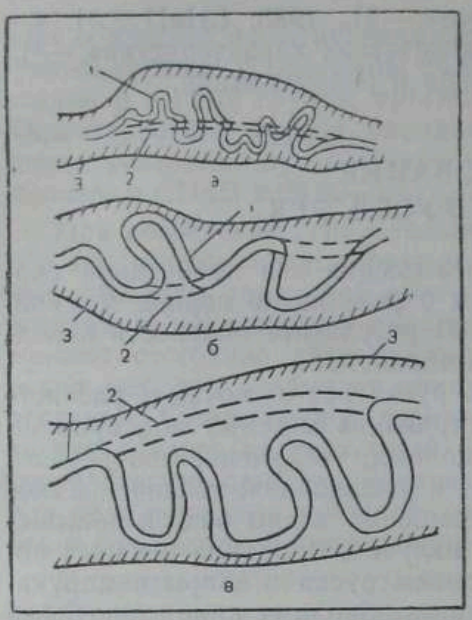


Рис. 13. Способы спрямления русел рек:

а — при малых размерах сильновзвилистого русла — новое русло; *б* — короткие прокопы; *в* — решительное спрямление; *1* — естественное русло; *2* — проектируемая трасса реки (спрямление); *3* — коренной берег поймы реки

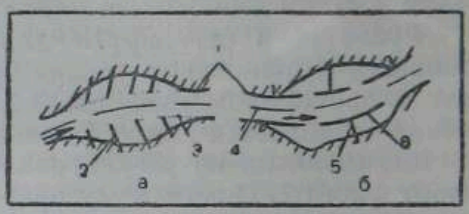


Рис. 14. Выправительные сооружения на реке:

а — поперечные; *б* — продольные; *1* — берег реки до выравнивания; *2* — буны (полузапруды); *3* — берег реки после выравнивания русла; *4* — динамическая ось потока; *5* — траверсы; *6* — струенаправляющие дамбы

спрямление наиболее крупных излучин путем устройства коротких прокопов;

решительное спрямление (рис. 13); спрямления не должны пересекать слабые грунты, озера и не выходить за пределы поймы.

Спрямления сопрягают с участками старого русла плавно изогнутой кривой с радиусом не менее (3—5) В, где В — средняя ширина русла поверху. Участки старого русла, исключенные из реки, засыпают или в редких случаях с верховой стороны делают перемычку, оставляя их как отстойники для заиления.

Выправительные работы в русле реки путем устройства струенаправляющих дамб, запруд и полузапруд придают динамической оси потока плавность, делают движение более равномерным и понижают уровни воды в реке. Струенаправляющие дамбы строят на участках, где ширина реки в 2 и более раза превышает среднее значение. С берегом их соединяют траверсами. Водостеснительные дамбы или буны располагают поперек реки под углом 100—110° к оси русла против течения. Расстояние между бунами принимают равным $^1/_3$—$^3/_4$ ширины реки, но не более четырехкратной их длины (рис. 14).

Дамбы, полузапруды и траверсы строят обычно из двух плетней, которые стягивают через 2—3 м поперечным плетнем. Плетневые клетки заполняют камнем. Для этих целей используют также фашины и габионы. Выправительные сооружения часто обеспечивают защиту берегов от размыва. На вогнутых участках реки, где откосы размываются и разрушаются, берега укрепляют каменной

наброской (слабые грунты предварительно покрывают хворостяным тюфяком), фашинами, габионами, сипаями.

Регулирование русел рек (как и обвалование) из-за возрастания максимальных расходов половодий и паводков и связанной с этим опасности наводнений в нижнем течении реки доводят до устьев или до мест, ниже которых наводнение не представляет опасности.

До проведения регулирования выполняют детальную съемку реки летом с промером поперечных сечений не реже чем через 100 м.

Порядок составления проекта регулирования реки следующий:

вычерчивают сокращенный продольный профиль реки от устья до истока (или до верхней границы участка); пикетаж разбивают по динамической оси потока (стрежень), примерно совпадающей с его максимальными глубинами;

выделяют на профиле характерные участки (2—5), исходя из глубин русла и воды в межень, уклонов дна, грунтов, извилистости реки и ширины поймы;

вычисляют для каждого характерного участка средние значения ширины русла B, максимальной глубины русла H, ширины русла b и глубины воды h в бытовой период, а также соотношения B/H и b/h;

по осредненным морфологическим характеристикам русла (B/H, b/h) подбирают аналитическую форму поперечного сечения (парабола, эллипс); при глубине до 2 м принимают трапецеидальное сечение);

проверяют устойчивость осредненных сечений русла реки, для чего вычисляют приближенно заложение откосов по формуле $m = B/4H$ и сопоставляют с допустимым значением;

определяют приближенно пропускную способность русла по формулам гидравлики при $n = 0{,}06—0{,}1$ для заросших русел;

проводят гидрологический расчет реки с определением максимальных расходов половодья, паводков и бытовых расходов;

сопоставляют пропускную способность естественного русла с вычисленными расходами воды;

определяют минимально допустимый уклон реки для каждого характерного участка по формулам гидравлики и намечают мероприятия по улучшению реки (устранение подпоров, спрямление русла и др.);

на плане намечают спрямление излучин; по спрямленной трассе реки разбивают новый (красный) пикетаж от устья; составляют рабочий продольный профиль реки по новой трассе;

намечают уклоны реки на участках, исходя из уклонов по левой и правой ее бровкам, минимально допустимых уклонов дна и отметок устьев впадающих в нее притоков и проектируемых каналов;

проводят гидравлический расчет отрегулированной реки с определением глубин наполнения, превышений бровок над уровня-

ми воды, скоростей течения; по полученным данным оценивают выбранные параметры русла, достаточность глубины реки и пр. При необходимости изменяют параметры русла (глубину, ширину, уклон, длину спрямлений) и вновь проводят гидравлические расчеты для следующих створов: устье, выше точек изменения уклона, выше и ниже мест впадения крупных притоков, а на бесприточных участках — в створах, где площадь водосбора отличается от соседней на 10%.

Работы по регулированию рек выполняют при помощи сухопутных гусеничных и плавучих экскаваторов, работы на отвале грунта — бульдозерами.

Разгрузка рек необходима для понижения уровня воды в русле и устранения опасности наводнений. Мероприятия по уменьшению расходов воды включают:

задержание части стока на водосборе применением комплекса противоэрозионных мероприятий;

устройство водохранилища или каскада водохранилищ для регулирования паводкового стока на реке или (и) ее притоках выше затопляемой территории;

переброску части речного стока при помощи канала или тоннеля в бассейн другой реки, где нет опасности наводнений;

строительство разгрузочного канала с головой (истоком) выше ограждаемого участка со сбросом ниже его в ту же реку, либо в море, либо в естественные понижения местности с бросовыми землями, где сброшенная вода испаряется и фильтруется в грунт; за счет этой воды может быть организовано лиманное орошение;

перехват притоков реки каналом на границе массива или выше ее со сбросом воды ниже массива.

Все эти мероприятия назначают на основе технико-экономических расчетов с учетом возможных негативных воздействий на природно-хозяйственные условия территории. Обычно применяют комплексные мероприятия, сочетающие несколько способов борьбы с наводнением.

Для защиты земель от затопления водой в зимний период при образовании заторов шуги и льда строят оградительные дамбы, а на малых реках — специальные запруды решетчатой конструкции выше кривой подпора, которые ускоряют образование затора.

4. Оросительные мелиорации

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Оросительные мелиорации представляют собой комплекс хозяйственных, инженерных и организационных мероприятий, направленных на доставку и равномерное распределение воды на сельскохозяйственных угодьях, которые в естественных условиях испытывают ее недостаток. В основе оросительных мелиораций лежат гидротехнические приемы нормирования подачи воды и превращения ее в почвенную влагу.

40. Области, зоны и подзоны увлажнения

(см. форзац)

Зона	Подзона	Коэффициент увлажнения, $k = \frac{p}{\Sigma d}$	Температура воздуха, °С: средняя	Температура воздуха, °С: >10	Продолжительность безморозного периода, дней	Осадки, мм: за год	Осадки, мм: за период с t>10°С	Относительная влажность воздуха, %	Дефицит влажности воздуха, мб
Область незначительного увлажнения									
II	II_1	0,12—0,22	8,6	3450	185	166	92	53	6,9
	II_2	0,12—0,22	5,8	3275	158	174	71	34	7,6
III	III_1	0,22—0,33	9,4	3520	182	260	161	48	6,0
	III_2	0,22—0,33	5,2	3025	145	246	116	41	6,8
Область недостаточного увлажнения									
IV	IV_1	0,33—0,44	9,8	3550	187	320	200	45	6,4
	IV_2	0,33—0,44	7,5	3300	181	318	192	45	6,5
	IV_3	0,33—0,44	4,3	2740	133	338	149	46	5,5
V	V_1	0,44—0,55	9,8	3320	184	378	246	51	5,5
	V_2	0,44—0,55	6,4	2900	151	426	205	47	5,6
	V_3	0,44—0,55	4,4	2640	144	380	160	49	4,8
VI	VI_1	0,55—0,77	10,5	3520	194	558	330	48	5,7
	VI_2	0,55—0,77	8,8	2975	168	434	270	50	5,2
	VI_3	0,55—0,77	4,5	2590	143	411	260	52	—
VII	VII_1	0,77—1,0	6,7	2660	165	527	290	55	4,1
	VII_2	0,77—1,0	4,8	2450	145	465	202	56	3,8
Область достаточного увлажнения									
VIII	$VIII_1$	1,0—1,33	5,4	2330	152	573	320	58	3,4
	$VIII_2$	1,0—1,33	3,8	2055	143	620	320	65	—

41. Обеспеченность растений влагой

Зона увлажнения	Содержание влаги в почве и условия формирования урожая	Соответствующие природные зоны с хорошо выраженной широтной зональностью	Значение показателя увлажнения в форме отношения				Вероятность различно увлажненных лет, %					
			$\frac{P}{E_0}$	$\frac{E_0}{P}$	$\frac{P}{\Sigma d}$	$\frac{P10}{\Sigma t}$ (ГТК)	сухих	очень сухих	засушливых	слабозасушливых	влажных	избыточно влажных
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Избыточно влажная	Осадки превышают испаряемость (возможное испарение)	Тайга преимущественно на глеево-подзолистых и подзолистых почвах	>1,33	<0,75	>0,60	>1,6	0	0	5	10	25	60
Влажная	Вероятно снижение урожая из-за избытка влаги, особенно на немелиорируемых землях. Резкое снижение урожая из-за недостатка влаги маловероятно	Тайга и лиственные леса на подзолистых почвах	1,33—1,00	0,75—1,00	0,60—0,45	1,6—1,3	0	5	10	25	30	30
Слабозасушливая	Осадки меньше испаряемости, ведущие мероприятия направлены на пополнение, сбережение и экономное расходование влаги	Лесостепь	1,00—0,77	1,00—1,28	0,45—0,35	1,3—1,0 (1,6—1,3)	0	15	25	30	20	10

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Засушливая	То же	Типичная степь на обыкновенных черноземах	0,77—0,55	1,28—1,70	0,35—0,25	1,0—0,7 (1,3—0,7)	10	25	35	20	5	5
Очень засушливая	Колебания урожая по годам связаны в основном с изменением увлажнения	Степь на южных черноземах и темно-каштановых почвах	0,55—0,33	1,80—3,0	0,25—0,15	0,7—0,4	35	45	15	5	0	0
Сухая	Испаряемость значительно превышает осадки. Земледелие возможно только при искусственном орошении и за счет стока местных вод (лиманное орошение, падинное земледелие и др.)	Полупустыня на светло-каштановых почвах	0,33—0,22	3,00—4,50	0,15—0,10	0,4	75	20	5	0	0	0
Очень сухая	То же	Пустыня на бурых почвах	0,22	4,5	0,10	—	100	0	0	0	0	0

Примечание. $\frac{P}{E_0}$ — отношение осадков к испаряемости (год);

$\frac{E_0}{P}$ — отношение испаряемости к осадкам, (год);

$\frac{P}{\Sigma d}$ — отношение осадков к сумме дефицита влажности воздуха в миллибарах (год);

$\frac{P_{10}}{\Sigma t}$ (ГТК) — отношение осадков к сумме температур (за месяцы теплого периода — июль — август), увеличенное в 10 раз (в скобках — для восточных районов с муссонным климатом).

42. Основные типы оросительных систем

Особенности классификации	Тип оросительной системы	Характеристика
По геоморфологическому расположению	Предгорная	Водозабор бесплотинного типа. Главные каналы располагают вдоль или под острым углом к направлению уклона местности
	Долинная	Водозабор бесплотинный или с механическим подъемом. Магистральный канал отходит с уклоном меньше уклона реки
	Водораздельных равнин и плато	Водозабор с механическим водоподъемом. Магистральный канал проходит по водоразделу с двусторонним командованием
По производственной мощности	Межреспубликанская	Обслуживает 2 союзные республики и более
	Межобластная	Обслуживает 2 области и более
	Межхозяйственная	Обслуживает ряд хозяйств
	Внутрихозяйственная	Обслуживает одно хозяйство
По конструкции оросительной сети	Открытая	Все элементы оросительной сети выполнены в виде открытых каналов или лотков
	Закрытая	Все элементы оросительной сети выполнены из напорных или безнапорных трубопроводов
	Комбинированная	Сочетание открытых каналов и закрытых трубопроводов
По способу водоподачи	С самотечным водозабором	Вода поступает из источника орошения самотеком (самотечное орошение)
	С механическим водоподъемом	Источник орошения расположен ниже орошаемой площади, и подача воды осуществляется насосной станцией (машинное отделение)
	Самотечно-напорная	Вода самотеком транспортируется по закрытым трубопроводам за счет напора, создаваемого естественным уклоном местности
По степени капитальности	Стационарная	Водозаборные сооружения, насосные станции, оросительная сеть и поливная техника занимают постоянное положение
	Полустационарная	Водозаборные сооружения, насосные станции и оросительная сеть занимают постоянное положение, а поливная техника перемещается по полю в процессе полива
	Передвижная	Все элементы системы: насосные станции, оросительная сеть (разборная) и поливная техника в процессе полива перемещаются с позиции на позицию

Размещение оросительных мелиораций зависит от увлажненности территории, обеспеченности растений влагой, вида возделываемых культур и типов почвы (табл. 40, 41).

Орошение земель осуществляют при помощи оросительных систем — комплекса взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, предназначенных для забора воды из водоисточника, транспортирования ее до орошаемого массива, распределения по поливным участкам, полива земель, а также отвода с орошаемого массива дренажных, сбросных и грунтовых вод.

В состав оросительной системы входят: орошаемая площадь, водохранилище, гидротехнические (водозаборные, водомерные, вододелительные, сопрягающие), рыбозащитные и рыбопропускные сооружения, отстойники, насосные станции, оросительная сеть, водосборно-сбросная и дренажная сеть, поливная и дождевальная техника, средства управления и автоматизации, средства контроля за мелиоративным состоянием земель, объекты энергоснабжения и связи, жилые здания эксплуатационной службы, дороги, зеленые лесные насаждения.

Оросительные системы проектируют в комплексе с мероприятиями по сельскохозяйственному освоению орошаемых земель.

Типизация оросительных систем приведена в таблице 42.

Степень использования орошаемых земель определяется коэффициентом земельного использования (КЗИ):

$$КЗИ = \frac{F_{нт}}{F_{бр}},$$

где $F_{нт}$ — орошаемая площадь нетто, га;
$F_{бр}$ — орошаемая площадь брутто, га.

Орошаемая площадь нетто — площадь, занятая продуктивными посадками, посевами или естественными лугами и пастбищами. Орошаемая площадь брутто включает площадь нетто и площади всех видов отчуждений под сооружения оросительных систем.

РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Режим орошения — совокупность числа, сроков и норм поливов сельскохозяйственных культур — устанавливают расчетным путем в соответствии с биологическими особенностями растений, климатическими, почвенными и гидрогеологическими условиями орошаемого участка, способом и техникой полива, технологией возделывания культур и т. д.

Расчет режима орошения проводят в следующей последовательности: устанавливают сроки и продолжительность вегетации культур; определяют суммарное водопотребление растений за вегетацию и межфазные периоды; устанавливают естественную влаго-

обеспеченность культуры (исходные запасы влаги в почве, атмосферные осадки, грунтовые воды); рассчитывают водопотребление или оросительную норму; определяют поливные нормы для различных фаз развития растений; устанавливают сроки проведения поливов и длительность межполивных периодов; определяют расчетные ординаты гидромодуля или величины удельной потребности культуры в оросительной воде.

Основным элементом расчета режима орошения является определение суммарного водопотребления культуры на транспирацию и испарение почвой за вегетационный период. Эту величину определяют различными методами, сущность которых заключается в установлении зависимости водопотребления от различных климатических факторов: суммы температур, солнечной радиации, дефицита влажности воздуха, испаряемости и т. д.

Суммарное водопотребление (эвапотранспирацию — E, мм) рассчитывают через величину испаряемости (потенциальной эвапотранспирации), скорректированную коэффициентами, учитывающими роль растений и микроклимата в расходовании воды орошаемым полем (Н. В. Данильченко):

$$E = E_0 K_0 K_б,$$

где E_0 — испаряемость, мм;

K_0 — микроклиматический коэффициент, характеризующий возможное изменение метеорологических факторов на сельскохозяйственном поле под влиянием орошения (снижение температуры воздуха и скорости ветра, повышение влажности воздуха); носит зональный характер, зависит от размера орошаемой площади и природной обеспеченности региона теплом и влагой;

$K_б$ — биологический коэффициент, характеризующий роль растений в расходовании воды полем, зависящий индивидуально от культуры и фазы ее развития (табл. 43).

43. Биологические коэффициенты сельскохозяйственных культур в различных природных зонах

Культура	Природная зона				
	лесо-луговая	лесо-степная	степная	полупустынная	пустынная
Озимая пшеница	0,96—1,00	0,92—0,96	0,92—0,94	0,88—0,92	0,84—0,90
Яровые зерновые (пшеница, ячмень, овес)	0,94—0,98	0,92—0,95	0,90—0,92	0,88—0,90	0,82—0,90
Сахарная свекла	—	—	0,90—0,92	0,86—0,90	0,82—0,86
Картофель	—	0,88—0,94	0,86—0,90	0,82—0,88	0,80—0,86
Кукуруза	0,94—1,00	0,94—0,96	0,90—0,94	0,84—0,90	0,82—0,86
Зернобобовые (чина, горох, чечевица)	0,94—0,98	0,92—0,98	0,90—0,92	0,86—0,92	0,84—0,90
Многолетние травы (люцерна, клевер)	0,96—1,00	0,94—0,96	0,90—0,94	0,88—0,90	0,84—0,90
Однолетние травы (сорго, суданская трава)	0,94—0,98	0,92—0,96	0,86—0,92	0,82—0,86	0,80—0,85
Овощные	0,94—1,00	0,92—0,96	0,88—0,92	0,84—0,90	0,82—0,88

Максимально возможное испарение (E_o, мм) при данных метеорологических условиях с подстилающей поверхности, влагозапасы которой неограничены, определяют по формуле

$$E_o = K_t d f(u),$$

где K_t — энергетический (температурный) фактор испарения, определяемый по зависимости (мм/мб):

$$K_t = \frac{0{,}0061(25+t^2)}{e_a},$$

где t — температура воздуха, °С; e_a — упругость насыщенного пара, соответствующего этой температуре, мб.

Зависимость энергетического фактора испарения от температуры воздуха приведена в таблице 44.

44. Значения K_t в зависимости от температуры воздуха

Десятки градусов	Единицы градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,61	0,62	0,62	0,62	0,63	0,62	0,62	0,61	0,61	0,60
10	0,60	0,60	0,59	0,58	0,57	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53
20	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,46	0,45	0,44
30	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,36

При отсутствии данных дефицит упругости (d, мб) насыщенного пара определяют по формуле

$$d = e_a(1-0{,}01a),$$

где а — относительная влажность воздуха, %.

Ветровую функцию $f(u)$ для зон незначительного и недостаточного увлажнения определяют по формуле

$$f(u) = 0{,}54(1+0{,}26u_2);$$

для зон неустойчивого и избыточного увлажнения

$$f(u) = 0{,}64(1+0{,}19u_2),$$

где u_2 — скорость ветра на высоте 2 м от поверхности земли, м/с.

Коэффициенты перехода от скорости ветра, замеренной флюгером, к скорости ветра на высоте 2 м определяют по шкале:

Фактическая высота измерения, м	Коэффициент снижения скорости ветра
3	0,93
4	0,88
5	0,85
6	0,83
7	0,81
8	0,79
9	0,78
10	0,77
11	0,76
12	0,75
13	0,74

Зависимость микроклиматического коэффициента от размеров и увлажненности орошаемой территории, а также внутрисезонное колебание его в различных природных зонах приведены в таблицах 45, 46.

45. Зависимость микроклиматического коэффициента (K_o) от размеров орошаемой площади и увлажненности территории

Орошаемая площадь, га	Коэффициент увлажненности территории										
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
100	0,85	0,88	0,91	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99
1 000	0,81	0,85	0,88	0,91	0,93	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99	0,99
10 000	0,76	0,82	0,86	0,89	0,91	0,93	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
50 000	0,72	0,78	0,83	0,87	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98

46. Внутрисезонное колебание K_o в различных природных зонах для орошаемой площади 1000 га

Природная зона	Месяц							Средний коэффициент
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Лесостепная	1,0	0,96	0,96	0,96	0,97	0,99	1,0	0,98
Степная	1,0	0,95	0,93	0,91	0,90	0,93	0,99	0,93
Сухостепная	1,0	0,93	0,89	0,86	0,85	0,87	0,95	0,88
Полупустынная	0,99	0,90	0,85	0,83	0,82	0,83	0,91	0,85
Пустынная	0,98	0,86	0,81	0,80	0,80	0,80	0,84	0,82

Суммарное испарение (E, мм) по методу А. М. и С. М. Алпатьевых определяют по формуле

$$E = K_o \Sigma d,$$

где Σd — сумма дефицитов влажности за расчетный период.

Для зоны незначительного увлажнения суммарное испарение определяют по формуле

$$E = \alpha_t \Sigma t_i,$$

где α_t — расход влаги за период, м³/га на 1 °С (биофизический коэффициент);
Σt_i — сумма среднесуточных температур за тот же период, °С.

Оросительную норму, (М, м³/га) определяют как разницу между суммарным водопотреблением культур и их природной влагообеспеченностью, то есть принимают равной дефициту водопотребления сельскохозяйственных культур за вегетационный период:

$$M = D = E - V_a - P\alpha + G - У,$$

где D — дефицит водопотребления;
V_a — запасы влаги в активном корнеобитаемом слое в начале периода;
Р — атмосферные осадки за период;
α — коэффициент использования осадков;
G — капиллярное использование грунтовых вод;
У — глубинный отток влаги за пределы активного корнеобитаемого слоя почвы.

Запасы активной влаги (V_a) определяют по формуле

$$V_a = W_i - W_{кр},$$

где W_i — фактические влагозапасы в расчетном слое почвы (мм), определяемые по зависимости

$$W_i = 10\gamma H\beta_i,$$

$W_{кр}$ — критические (предполивные) запасы влаги в том же слое почвы (мм), рассчитываемые по зависимости

$$W_{кр} = 10\gamma H\beta_{кр},$$

где γ — объемная масса почвы, т/м³;
H — расчетный слой почвы, м;
β_i — фактическая влажность в расчетном слое, % от массы абсолютно сухой почвы;
$\beta_{кр}$ — критическая влажность почвы или влажность разрыва капиллярных связей в том же слое почвы, %, рассчитывается по зависимости

$$\beta_{кр} = 0{,}5(\beta_{нв} + \beta_з),$$

где $\beta_{нв}$ — влажность почвы, соответствующая наименьшей ее влагоемкости (водоудерживающей способности), %;
$\beta_з$ — влажность завядания, %.

При отсутствии данных о влажности завядания критическую влажность почвы $\beta_{кр}$ принимают в долях от $\beta_{нв}$:
для песчаных и супесчаных почв $\beta_{кр} = (0{,}50 - 0{,}65)\beta_{нв}$;
для суглинистых почв $\beta_{кр} = (0{,}75 - 0{,}75)\beta_{нв}$;
для глинистых почв $\beta_{кр} = (0{,}75 - 0{,}80)\beta_{нв}$.

Количество используемых атмосферных осадков (P) зависит от частоты и обильности их выпадения. Коэффициент использования осадков (α) оценивают:

если $P \leqslant E_0 + (W_{нв} - W_i)$, то $\alpha = 1$ (E_0 — максимально используемое испарение, $W_{нв}$ — наименьшие запасы влаги в почве, W_i — фактические влагозапасы);

если $P > E_0 + (W_{нв} - W_i)$,

$$\text{то } \alpha = \frac{E_0 + (W_{нв} - W_i)}{P}.$$

Роль грунтовых вод в обеспечении растений влагой при отсутствии фактических данных о глубине их залегания оценивают по зависимости

$$G = EK_г,$$

где $K_г$ — коэффициент использования грунтовых вод (табл. 47).

Оросительную норму (M, м³/га) в течение вегетационного периода в каждой зоне распределяют соответственно потребностям растений по фазам их развития отдельными поливными нормами:

$$M = \Sigma m,$$

где m — поливная норма, определяемая по зависимости

$$m = W_{нв} - W_{кр} = \gamma H (\beta_{нв} - \beta_{кр}).$$

47. Коэффициент использования грунтовых вод*

Глубина залегания грунтовых вод, м	Легкие почвы				Тяжелые почвы			
	слой активного влагообмена, м				слой активного влагообмена, м			
	до 0,4	до 0,6	до 1,0	более 1,0	до 0,4	до 0,6	до 1,0	более 1,0
1,0	0,25	0,40	0,55	0,90	0,30	0,35	0,50	0,90
1,5	—	0,10	0,25	0,80	0,10	0,25	0,35	0,70
2,0	—	0,05	0,15	0,50	—	0,10	0,25	0,40
3,0	—	—	—	0,05	—	—	0,05	0,15

* Для минерализованных грунтовых вод коэффициент следует уменьшить в 1,5—2 раза.

Влажность почвы не должна быть меньше нижнего оптимального предела, который может быть ориентировочно определен в зависимости от культуры и характера почвы (табл. 18).

Сроки поливов на протяжении вегетации зависят от биологических особенностей культуры, погодных условий, характера почвогрунтов и гидрогеологических особенностей орошаемых земель.

48. Нижний предел влажности почвы, % НВ

Культура	Почва			Расчетная мощность корнеобитаемого слоя, м
	тяжелая	средняя	легкая	
Озимая и яровая пшеница	75	70	65	1,0
Сахарная свекла	80	75	70	0,7—0,8
Кукуруза	75	70	65	1,0
Многолетние травы	75	70	60	1,0
Картофель	75	70	65	0,7—0,8
Овощные	80	75	70	0,6—0,7
Зернобобовые	75	70	65	0,7—0,8

Поливы обычно распределяют так, чтобы обеспечить растения влагой в так называемые критические периоды, когда они наиболее чувствительны к подсушиванию почвы. Критический период наступает в следующих фазах развития:

озимая пшеница — возобновление вегетации, трубкование — колошение, цветение — налив, молочная спелость;

яровая пшеница — посев — всходы, кущение, трубкование — колошение, цветение — налив, молочная спелость;

кукуруза — посев — всходы, 5—7 настоящих листьев, выбрасывание метелки, молочная спелость;

люцерна второго-третьего года — возобновление вегетации, стеблевание — бутонизация, цветение;

промежуточные — посев — всходы;

трава культурных пастбищ — в течение всей вегетации;

картофель — посадка, бутонизация — цветение, клубнеобразование, прекращение роста ботвы;

сахарная и кормовая свекла — посев — всходы, 2—4 настоящих листа, рост листьев, нарастание корневого тела;

капуста — посев — всходы, завязывание кочана, съемная спелость;

томат, баклажан, перец — высадка в грунт, образование соцветий, цветение, съемная спелость;

огурец — образование завязей, съемная спелость;

лук — появление всходов, формирование луковиц;

столовые корнеплоды — посев, рост и развитие;

бахчевые — посев — всходы.

Сроки полива устанавливают на основании интегральной кривой дефицита водного баланса при оптимальном водоснабжении растений.

Режимы орошения культур в РСФСР и оросительные нормы приведены в таблицах 49—54 (нормы нетто).

49. Краткая характеристика поливов

Полив	Назначение и срок проведения	Норма, м³/га	Культура	Почвы	Зоны орошаемого земледелия
1	2	3	4	5	6
Вегетационный	Основной вид полива, осуществляемый в период роста и развития растений	600—1200— при поверхностном орошении; 100—600— при дождевании; 500—100—при внутрипочвенном; 100—300— при капельном орошении	Все культуры	Все почвы	Все
Влагозарядковый	Создание запасов влаги в почве при глубоком залегании грунтовых вод. Осенью перед или после подъема зяби	1000—1200— при поверхностном орошении или дождевании	Озимая и яровая пшеница, ячмень, кукуруза, сорго, сахарная свекла, картофель ранний, люцерна, зернобобовые, подсолнечник	Черноземы, каштановые	Неустойчивого увлажнения
Освежительный	Дождевание посевов в жаркое время дня для повышения влажности приземного слоя воздуха в период вегетации	30—100— при дождевании	Все культуры	Все почвы	Применения дождевания
Посадочный	Для улучшения приживаемости и начального развития растений рассады и семян овощных культур	100—400— при дождевании	Овощные	То же	Все

Продолжение

1	2	3	4	5	6
Предпосевной	До посева сельскохозяйственных культур с целью создания необходимого запаса влаги в почве для получения дружных всходов и лучшего развития растений в первый период вегетации	600—800— при поверхностном орошении и дождевании	Все культуры	Черноземы, каштановые, сероземы	Неустойчивого увлажнения
Промывной	Удаление избытка солей из почв путем растворения их водой и вымывания в нижние горизонты или в дренажную сеть в осенне-зимний период	2000—3500— при поверхностном орошении	Хлопчатник, многолетние травы, зерновые, сахарная свекла, овощные, картофель	Засоленные почвы	Недостаточного и неустойчивого увлажнения
Противозаморозковый	Дождевание с малой интенсивностью дождя для предохранения растений от весенних или осенних заморозков до —7—12°С	50—300— при дождевании	Овощные, ягодники, сады, виноградники, цитрусовые	Все почвы	Применения дождевания
Удобрительный	Одновременное внесение вместе с оросительной водой удобрений и микроэлементов в почву и на листовую поверхность растений, совмещается с вегетационным, предпосевным и посадочным поливами	100—1200— при всех способах орошения	Все культуры	То же	Все

50. Режимы орошения зерновых, кормовых и технических культур по зонам европейской территории РСФСР (см. форзац)

Культура	Зона	Подзона	Оросительная норма (м³/га) при обеспеченности осадками (Р), %			Поливная норма, м³/га	Норма влагозарядковых поливов (м³/га) при обеспеченности Р, %			Количество поливов при обеспеченности Р, %			Средние сроки поливов	
			95	75	50		95	75	50	95	75	50	влагозарядковых	вегетационных
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Озимая пшеница	II	II	3700	2800	2400	600	700	400	—	5	4	4	1.09	17.05—30.06
	III	III_1	3500	2400	1800	600	1100	600	—	4	3	2	1.09	17.05—30.06
			3900	2800	2500	950	1000	900	600	3	2	2	1.09	17.05—30.06
		III_2	3200	2400	1800	600	880	600	—	4	3	3	14.08	14.05—28.06
			3600	2500	1700	850	1000	900	—	3	2	2	14.08	14.05—27.06
	IV	IV_1	3400	2300	1800	600	1000	500	—	4	3	3	1.09	20.05—30.06
		IV_2	3400	2300	1800	600	1000	500	—	4	3	3	1.09	10.05—10.07
			3700	2800	2400	900	1000	1000	600	3	2	2	1.09	10.05—10.07
		IV_3	3400	2300	1800	600	1000	500	—	4	3	3	15.08	15.05— 1.07
	V	V_1	2800	2000	1200	600	1000	800	—	3	2	2	22.08	20.05—20.06
		V_2	3000	2400	1800	600	600	600	—	4	3	3	1.09	20.05—10.07
		V_3	3300	2200	1600	600	900	600	—	4	3	3	10.08	8.05—13.06
	VI	VI_1	2800	2000	1200	600	1000	800	—	3	2	2	2.08	20.05—30.07
		VI_2	3100	2500	1800	600	700	700	—	4	3	3	1.09	20.05—10.07
		VI_3	2600	1800	1200	600	800	—	—	3	3	2	5.08	15.05—13.06
	VII	VII_1	2300	1400	1050	350	—	—	—	6	4	3	—	—
		VII_2	2100	1400	1050	350	—	—	—	6	4	3	—	—
	VIII	$VIII_1$	1700	1050	700	350	—	—	—	5	3	2	—	—
		$VIII_2$	1400	900	600	300	—	—	—	4	3	2	—	—
	IX	IX	1250	600	400	300	—	—	—	4	3	2	—	—
Яровая пшеница, ячмень	II	II_1	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	10.09	31.05—10.07
	III	III_1	3700	2800	2400	600	700	400	—	5	4	4	10.09	31.05—10.08
			4000	3000	2600	900	1300	1200	600	3	2	2	10.09	31.05—10.08
		III_2	3400	2300	1800	600	1000	500	—	4	3	3	10.09	31.05— 6.07
			3700	2800	2400	900	1000	1000	600	3	2	2	10.09	31.05— 6.07

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	IV	IV_1	2900	2300	1800	600	1100	500	—	3	3	3	5.09	27.05—10.07
		IV_2	3400	2300	1800	600	1000	500	—	4	3	3	22.09	27.05—10.07
			3700	2800	2400	900	1000	1000	600	3	2	2	22.09	27.05—10.07
		IV_3	3100	2500	1800	600	700	300	—	4	3	3	22.09	27.05— 8.07
	V	V_1	2600	1800	1200	600	800	—	—	3	3	2	21.09	20.05—10.07
		V_2	3000	2400	1800	600	600	600	—	4	3	3	22.09	18.05—10.07
			3300	2200	1600	800	900	600	—	3	2	2	22.09	18.05—10.07
		V_3	2900	2300	1800	600	1100	500	—	3	3	3	22.09	18.05—18.06
	IV	IV_1	2700	1900	1200	600	900	700	—	3	2	2	22.09	18.05—10.07
		IV_2	3000	2400	1800	600	600	600	—	4	3	3	22.09	18.05—10.07
		IV_3	2600	1800	1200	600	—	—	—	4	3	2	—	22.05—10.07
	VII	VII_1	1400	1050	700	350	—	—	—	4	3	2	—	—
		VII_2	1800	1050	700	350	—	—	—	5	3	2	—	—
	VIII	$VIII_1$	1500	900	600	300	—	—	—	5	3	2	—	—
		$VIII_2$	1200	750	500	250	—	—	—	5	3	2	—	—
	IX	IX	1100	750	500	250	—	—	—	4	3	2	—	—
Кукуруза и сорго на зерно	II	II_1	5000	4000	3000	600	500	400	—	7	6	5	22.10	5.04—10.08
	III	III_1	4100	3100	2400	600	1100	700	—	5	4	4	25.10	5.06—20.08
		III_2	4300	3300	2550	850	1900	750	—	4	3	3	25.10	5.06—20.08
		III_3	4800	4000	3000	600	600	400	—	7	6	5	22.06	4.06— 7.08
			5400	4600	3800	700—800	900	850	800	6	5	4	22.06	4.06— 7.08
	IV	IV_1	4100	3100	2400	600	1100	700	—	5	4	4	22.04	4.06—10.07
		IV_2	4100	3100	2400	600	1100	700	—	5	4	4	25.10	10.06—10.08
			4300	3300	2550	850	900	750	—	4	3	3	25.10	10.06—10.08
	V	V_1	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	25.10	20.06—10.08
		V_2	3700	2800	2400	800	700	400	—	5	4	4	25.10	20.06—10.09
			3900	2800	2400	800	700	400	—	4	3	3	25.10	20.06—10.09
	VI	VI_1	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	25.10	20.06—20.08
		V_2	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	25.10	20.06—31.08
Кукуруза на зерно	VI	VI_3	4100	3100	2400	600	1100	700	—	5	4	4	22.04	10.06— 5.08
	V	V_3	3600	2800	2400	600	600	400	—	5	4	4	22.04	30.05—10.08

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	VI	VI_3	3100	2500	1800	600	700	700	—	4	3	3	22.04	20.06—14.08
	VII	VII_1	2300	1350	900	450	—	—	—	5	3	2	—	20.05— 5.07
Кукуруза и сорго на силос	II	II_1	4600	3800	3200	600	1000	800	800	6	5	4	25.10	5.06—10.07
	III	III_1	3900	3000	2400	600	900	600	—	5	4	4	25.10	5.06—20.07
			4100	3100	2400	800	900	700	—	4	3	3	25.10	5.06—20.07
		III_2	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	25.10	5.06—20.07
			3900	2800	2400	900	1200	1000	600	3	2	2	25.10	5.06—20.07
	IV	IV_1	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	25.10	5.06—20.07
		IV_2	3900	3000	2400	600	900	600	—	5	4	4	25.10	5.06—20.07
			4100	3100	2400	800	900	700	—	4	3	3	25.10	5.06—20.07
	V	V_1	3400	2400	1800	600	1000	600	—	4	3	3	12.10	25.04—15.07
		V_2	3500	2400	1800	600	1100	600	—	4	3	3	12.10	25.06—15.07
			3700	2800	2400	900	1000	1000	600	3	2	2	12.10	25.06—15.07
	VI	VI_1	3500	2300	1800	600	1100	500	—	4	3	3	25.10	20.06— 5.08
		VI_2	3800	2900	2400	600	800	500	—	5	4	4	25.10	20.06— 5.08
Кукуруза на силос	IV	IV_3	4100	3100	2400	600	1100	700	—	5	4	4	—	—
	V	V_3	3600	2800	2400	600	600	400	—	5	4	4	—	—
	VI	VI_3	3100	2500	1800	600	700	700	—	4	3	3	—	—
	VII	VII_1	2400	1600	1200	400	—	—	—	6	4	3	—	20.05—25.07
		VII	2300	1600	800	400	—	—	—	6	4	2	—	—
	VIII	$VIII_1$	1900	1200	800	400	—	—	—	5	3	2	—	—
		$VIII_2$	1500	1200	900	300	—	—	—	5	4	3	—	—
	IX	IX	1300	900	600	300	—	—	—	4	3	2	—	—
Кукуруза на силос пожнивная	II	II_1	3300	2300	1800	600	900	500	—	4	3	3	15.07	5.08—30.09
	III	III_1	2700	2300	2000	600	900	500	—	3	3	3	13.07	5.08—30.09
			2900	2300	1800	900	1100	500	—	2	2	2	13.07	5.08—30.09
		III_2	2700	2300	2000	600	900	500	—	3	3	3	13.07	5.08—30.09
			2900	2300	1800	900	1100	500	—	3	2	2	13.07	5.08—30.09

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	IV	IV_1	2500	2000	1800	600	—	—	—	4	3	2	20.07	5.08—30.09
		IV_2	2700	2000	1800	600	600	—	—	3	3	3	20.07	5.08—30.09
			2500	2000	1800	600	500	—	—	2	2	2	20.07	5.08—30.09
		IV_3	2100	1500	1200	900	700	—	—	3	2	2	25.07	10.08— 1.09
	V	V_1	2000	1600	1400	600	—	—	—	4	2	2	12.07	27.07—30.09
		V_2	1700	1400	1200	600	—	—	—	3	2	2	12.07	27.07—30.09
			1900	1400	1200	900	—	—	—	2	1	1	12.07	28.07—30.09
	VI	VI_1	2000	1600	1400	600	—	—	—	4	2	2	12.07	25.07—30.09
		VI_2	1700	1400	1200	600	—	—	—	3	2	2	12.07	25.07—30.09
Сахарная свекла	II	II_1	6100	4900	3900	600	700	700	—	5	7	6	25.10	5.06—25.08
	III	III_1	5000	3800	3000	600	600	800	—	7	5	5	25.10	5.06—20.08
			5300	4100	3200	800—900	1000	700	—	5	4	4	20.10	5.06—20.08
		III_2	5200	3600	2800	600	1000	600	—	7	5	4	20.09	23.05—27.07
			5500	4500	3600	700—800	800	750	—	6	5	5	20.09	23.05—27.07
	IV	IV_1	4700	3700	2700	600	1100	700	—	6	5	4	20.10	5.06—10.08
		IV_2	5000	3400	2600	600	800	—	—	7	6	4	20.10	5.06—20.08
			5300	3600	2800	800—900	1000	—	—	5	4	3	25.10	5.06—20.08
		IV_3	4800	3800	2800	600	600	—	—	7	6	4	22.09	24.05—10.08
	IV	IV_1	4400	3000	2300	600	800	—	—	6	5	4	20.10	5.06—20.08
		IV_2	4500	3100	2400	600	900	—	—	6	5	4	20.10	5.06—31.08
			4800	3400	2600	900—1000	1000	—	—	4	3	2	20.10	5.06—31.08
		V_3	4200	2900	2000	600—700	800	—	—	5	5	3	22.09	17.05—10.08
	VI	VI_1	4200	2900	2000	600	600	—	—	6	5	3	25.10	5.06—20.08
		VI_2	4400	3000	2300	600	800	—	—	6	5	4	20.10	5.06—31.08
		VI_3	3700	2400	1800	600	700	—	—	5	4	3	22.09	5.06—12.08
Кормовая свекла	VII	VII_1	2500	1600	1000	400—500	—	—	—	6	4	3	—	28.05—10.08
		VII_2	2300	1300	800	400—500	—	—	—	6	3	2	—	—
	VIII	$VIII_1$	1900	900	600	300—400	—	—	—	6	3	2	—	—
		$VIII_2$	1700	700	500	300—400	—	—	—	6	2	2	—	—
	IX	X	1600	600	400	300	—	—	—	5	2	1	—	—

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Картофель ранний	II	II_1	3600	2800	2300	600	600	400	—	5	4	4	25.10	20.05—31.08
	III	III_1	3000	2500	2100	600	600	—	—	4	4	3	25.10	20.05—31.08
			3200	2900	2500	800	800	500	—	3	3	3	25.10	20.05—31.08
	IV	IV_1	2400	2000	1700	600	500	—	—	3	3	3	28.04	3.06—10.08
		IV_2	3000	2500	2100	600	600	—	—	4	4	3	17.10	10.06—10.08
			3200	2900	2500	800	800	500	—	3	3	3	17.10	10.06—10.08
	V	V_1	2000	1500	1200	600	—	—	—	4	4	3	16.10	10.06—31.08
		V_2	2700	2100	1700	600	500	—	—	4	4	3	15.10	10.06—20.08
			2900	2100	1800	900	—	—	—	3	2	2	15.10	10.06—20.08
	VI	VI_1	2800	1800	1300	600	500	—	—	4	3	2	17.10	1.06—31.07
		VI_2	2700	2100	1700	600	—	—	—	3	3	2	15.10	1.06—30.08
Картофель поздний	III	III_1	4300	3400	3000	600	700	400	—	6	5	4	28.04	3.06—25.07
	IV	IV_3	3000	2500	2100	600	—	—	—	5	4	3	—	7.06— 5.08
	V	V_2	2800	2200	1900	500—700	—	—	—	6	4	3	—	23.05—10.08
	VI	VI_3	2600	2000	1500	500—600	—	—	—	5	3	2	—	14.06— 6.08
	VII	VII_1	2500	1600	1100	300—500	—	—	—	6	4	3	—	—
		VII_2	2400	1500	1000	300—400	—	—	—	6	4	3	—	—
	VIII	$VIII_1$	1700	700	400	300—400	—	—	—	4	2	1	—	—
		$VIII_2$	1500	600	300	300—400	—	—	—	4	2	1	—	—
	IX	IX	1200	500	200	200—300	—	—	—	4	2	1	—	5.06—20.08
Люцерна	II	II_1	5900	5000	4400	600	1100	800	—	8	7	7	10.10	25.05—20.09
	III	III_1	5400	4700	4100	600	600	500	—	8	7	7	15.10	25.05—20.09
			5700	4800	4200	800	1100	800	—	6	5	5	15.10	25.05—20.09
		III_2	4800	3600	3100	600	600	—	—	7	6	5	22.09	13.05—11.08
			5100	4200	3500	800	1100	900	—	5	4	3	22.09	13.05—11.08
	IV	IV_1	4900	3700	3200	600	700	—	—	7	6	5	15.10	25.05—20.09
		IV_2	5400	4600	3900	600	600	—	—	8	8	6	15.10	25.05—20.09
			5700	4400	3400	800	1100	400	—	6	5	4	15.10	25.05—20.09
		IV_3	5800	4500	3500	600	1000	—	—	8	7	6	25.09	15.05—15.08
	V	V_1	4800	3700	3300	600	600	—	—	7	6	5	7.11	5.06—30.09

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		V_2	4400	3300	2900	600	800	—	—	6	5	5	7.11	5.06—30.09
			4700	3600	2900	900	1100	—	—	4	4	3	7.09	5.06—30.09
		V_3	5300	4500	3900	600	1100	—	—	7	7	6	22.09	10.05—12.08
	VI	VI_1	4800	3400	2400	600	600	—	—	7	6	4	10.10	5.06—20.09
		VI_2	4800	3400	2400	600	600	—	—	7	6	4	10.10	5.06—31.08
		V_3	4300	3300	2600	600	700	—	—	6	6	4	22.09	10.05—22.08
	VII	VII_1	3000	2500	2000	300—500	—	—	—	7	6	5	—	—
		VII_2	2400	1800	1400	300—500	—	—	—	6	5	4	—	—
	VIII	$VIII_1$	2000	1500	1200	250—300	—	—	—	6	5	4	—	—
		$VIII_2$	1700	1300	1000	200—400	—	—	—	5	4	3	—	—
	IX	IX	1600	1100	900	200—500	—	—	—	5	4	3	—	—
Зернобобовые	II	II_1	3800	2900	2300	600	800	—	—	5	5	4	20.10	15.05— 5.06
	III	III_1	3700	2800	2200	600	700	—	—	5	5	4	20.10	15.05— 5.06
	IV	IV_1	2700	1900	1200	600	900	—	—	3	3	2	20.10	15.05—25.05
		IV_2	3400	2500	1900	600	1000	—	—	4	4	3	20.10	15.05—30.05
	V	V_1	2400	1800	1100	600	600	—	—	3	3	2	14.10	15.05—25.05
		V_2	3000	2100	1500	600	600	—	—	4	3	2	15.10	15.05—20.05
	VI	VI_1	2500	1900	1200	600	700	—	—	3	3	2	15.10	15.05—25.05
		VI_2	2800	2100	1400	600	1000	—	—	3	3	2	15.10	15.05—25.05
Подсолнечник	III	III_2	3100	2400	2100	600	700	—	—	4	4	3	22.09	17.06—17.07
	IV	IV_3	3100	2400	2100	600	700	—	—	4	4	3	22.09	17.06—17.07
	V	V_3	2300	1600	1300	600	500	—	—	3	3	2	22.09	18.06— 3.07
	VI	VI_1	2000	1300	900	600	—	—	—	3	2	1	22.09	18.06— 3.07

Примечание. Для подзон III_1, III_2, IV_3 и V_3 верхние цифры — нормы при дождевании, нижние — при поверхностном орошении, для остальных подзон — нормы при дождевании.

51. Режимы орошения овощных культур в различных зонах европейской части РСФСР на год 95%-ной обеспеченности осадками

Культура	Зона	Оросительная норма, м³/га	Число поливов		Поливная норма, м³/га		Сроки поливов	
			посадочных	вегетационных	посадочных поливов	вегетационных поливов	посадочных	вегетационных
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Капуста ранняя	II—III—IV	6200	2	10	300—400	500—600	5—15.04	25.04—6.07, через 5—7 дней
	V—VI	5100	2	8	300—400	500—600	10—20.04	1.05—10.07, через 6—9 дней
	VII	3400	2	6	300—400	400—500	20—30.04	10.05—10.07, через 7—10 дней
	VIII	2000	1	6—7	100—200	250—350	1—10.05	20.05—20.07, через 10—12 дней
	IX	1200	1	4—6	100—200	200—300	1—10.05	20.05—20.07, через 10—12 дней
Капуста средняя	II—III—IV	6200	2	10	300—400	500—600	15—25.04	5.05—5.08, через 7—8 дней
	V—VI	5600	2	9	300—400	500—600	20—30.09	10.05—10.08, через 8—10 дней
	VII	3900	2	7	300—400	400—500	15—25.04	5.05—5.08, через 8—10 дней
	VIII	2500	1	8	100—200	250—350	1—10.06	15.05—1.08, через 10—12 дней
	IX	1600	1	6—7	100—200	200—300	1—10.04	15.05—1.08, через 10—12 дней
Капуста поздняя	II—III—IV	7300	2	12	300—400	500—600	1—10.04	15.06—15.09, через 5—7 дней
	V—VI	6200	2	10	300—400	500—600	1—10.06	15.06—15.09, через 5—7 дней
	VII	4300	2	8	300—400	400—500	20—30.06	10.04—25.09, через 8—10 дней
	VIII	3000	1	10	100—200	250—350	10—20.05	12.06—10.06, через 10—12 дней
	IX	1900	1	6—8	100—200	200—300	10—20.05	30.05—10.10, через 10—12 дней

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свекла столовая, морковь	II—III—IV	3000	—	5	—	600	—	10.04—10.08, через 8—10 дней
	V—VI	2400	—	4	—	600	—	15.04—10.08, через 12—14 дней
	VII	2200	—	4	—	500—550	—	15.04—1.08, через 14—20 дней
	VIII	1900	—	8	—	200—300	—	15.05—20.08, через 10—12 дней
	IX	1000	—	3—5	—	200—300	—	1.06—15.08, через 15—20 дней
Петрушка, пастернак	II—VI	3000	—	5	—	600	—	10.05—10.08, через 12—14 дней
	VII	2400	—	4	—	600	—	15.05—16.08, через 12—14 дней
	VIII	1500	—	2—3	—	500	—	15.05—1.08, через 14—20 дней
	IX	1000	—	3	—	300	—	15.05—1,08, через 14—20 дней
Огурец ранний	II—III—IV	3600	—	8	—	400—500	—	10—20.05, через 6—8 дней
	V—VI	2700	—	6	—	400—500	—	20—30.05, через 6—10 дней
	VII	1800	—	4	—	400—500	—	15—25.05, через 10—12 дней
	VIII	1600	—	6	—	150—200	—	20—30.06, через 12—15 дней
	IX	1200	—	5	—	150—300	—	20—30.06, через 12—15 дней

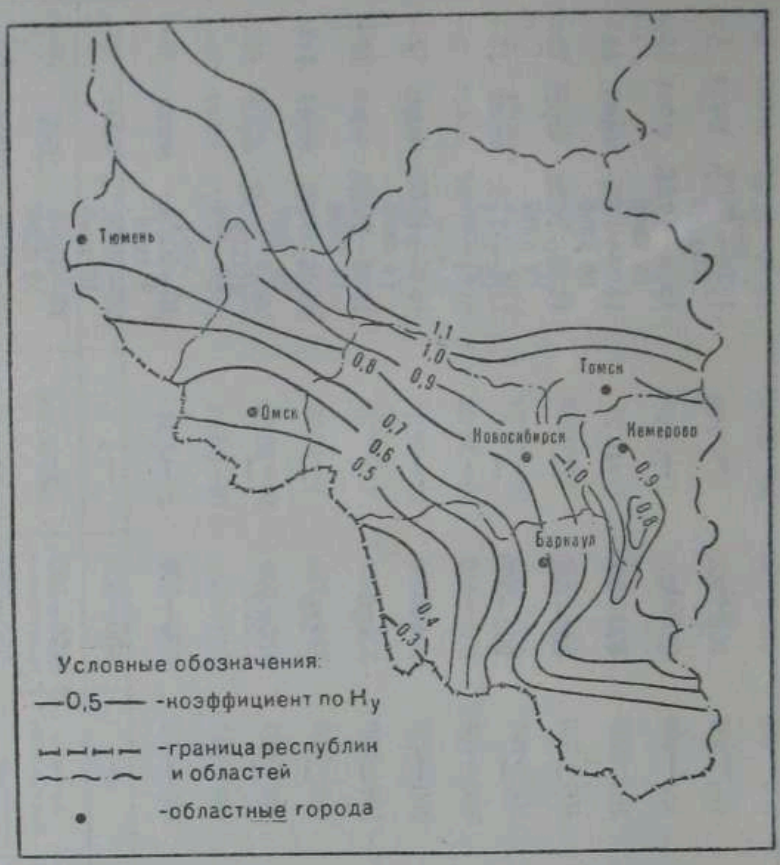


Рис. 15. Районирование Западно-Сибирского региона по коэффициенту увлажнения

52. Нормы орошения сельскохозяйственных культур в Западной Сибири, м³/га (рис. 15)

Коэффициент увлажнения	Обеспеченность P, %	Культура							
		кукуруза		овощные		яровые		люцерна	
		$M_{ор}$	$M_{вл}$	$M_{ор}$	$M_{вл}$	$M_{ор}$	$M_{вл}$	$M_{ор}$	$M_{вл}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,3—0,4	50	2250	400	2800	300	1800	400	3200	400
	75	2700	400	3350	300	2250	400	4150	500
	95	3800	400	4700	400	3250	500	5150	600
0,4—0,5	50	1900	400	2350	300	1500	400	2850	400
	75	2350	400	2900	300	2150	400	3250	500
	95	3350	400	3750	300	2700	400	4450	600
0,5—0,6	50	1300	400	1800	300	1350	300	2300	400
	75	2100	400	2500	300	1800	400	3050	500
	95	3200	400	3500	300	2600	400	4150	500

ГТК	Ку
0,8	0,62
0,9	0,69
1,0	0,77
1,1	0,85
1,2	0,92
1,4	1,07

Условные обозначения:
—1,0— - коэффициент ГТК
- граница СССР
- граница областей



Рис. 16. Районирование Восточно-Сибирского региона по гидротермическому коэффициенту

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,6—0,7	50	1050	—	1600	300	1000	—	1800	400
	75	1600	—	2100	300	1350	—	2400	400
	95	2600	400	2800	300	2200	400	3650	500
0,7—0,8	50	800	—	1200	300	850	—	1200	400
	75	1200	—	1850	300	1150	—	2000	400
	95	2200	350	2400	300	2000	350	3300	500
0,8—0,9	50	650	—	800	300	600	—	900	300
	75	1000	—	1350	300	950	—	1600	400
	95	1900	—	2200	300	1750	400	2550	400
0,9—1,0	50	450	—	425	300	450	—	525	—
	75	700	—	1100	300	750	—	1200	—
	95	1500	—	1800	300	1500	—	2200	—
1,0—1,1	50	—	—	350	200	—	—	400	—
	75	450	—	700	200	450	—	850	—
	95	900	—	1150	250	1100	—	1550	—

Примечание. $M_{ор}$ — оросительная норма;
$M_{вл}$ — норма влагозарядки.

53. Нормы орошения сельскохозяйственных культур в Восточной Сибири, м³/га (рис. 16)

Коэффициент увлажнения	Обеспеченность Р, %	Культура													
		однолетние травы		зерновые		овощные		картофель		кукуруза на силос		многолетние травы		кормовые корнеплоды	
		$М_{ор}$	$М_{вл}$	$М_{ор}$	$М_{вл}$	$М_{ор}$	$М_{вл}$	$М_{ор}$	$М_{вл}$	$М_{ор}$	$М_{вл}$	$М_{ор}$	$М_{вл}$	$М_{ор}$	$М_{вл}$
0,6—0,7	50	2000	—	2000	—	2150	—	2000	—	2000	—	3000	—	—	—
	75	2200	—	2400	800	2500	—	2200	600	2200	600	3400	900	—	—
	95	2600	—	2750	900	2850	—	2400	700	2600	700	3800	1000	—	—
0,7—0,8	50	1800	—	1900	—	2100	—	1700	—	1850	—	2700	—	1600	—
	75	2500	—	2250	700	2300	—	1950	600	2150	600	3100	850	1800	—
	95	2300	—	2550	800	2500	—	2250	700	2550	700	3500	1000	2100	—
0,8—0,9	50	1600	—	1800	—	1800	—	1450	—	1500	—	2300	—	—	—
	75	1800	—	2100	700	2000	—	1700	—	1850	300	2750	700	—	—
	95	2100	—	2400	800	2400	—	2000	—	2200	400	3150	800	—	—
0,9—1,0	50	1400	—	1600	—	1600	—	1050	—	1250	—	1900	—	1350	—
	75	1700	—	1900	600	1900	—	1400	—	1550	—	2200	600	1600	—
	95	1900	—	2200	700	2400	—	1650	—	1900	—	2700	700	1950	—
1,0—1,1	50	—	—	1400	—	1100	—	500	—	800	—	1300	—	1000	—
	75	—	—	1650	600	1400	—	700	—	1000	—	1600	—	1300	—
	95	—	—	2100	700	1700	—	900	—	1400	—	2000	—	1700	—

54. Нормы орошения сельскохозяйственных культур в Дальневосточном районе, м³/га

Культура, участок	Амурская область, Хабаровский и Приморский края, юг Магаданской и Сахалинской областей			Север Магаданской и Сахалинской областей		
	50	75	95	50	75	95
Капуста	700	1300	2200	450	730	1500
Огурец	650	1050	2000	—	—	—
Томат	600	1000	1900	—	—	—
Кормовые корнеплоды	750	1150	1800	—	—	—
Картофель	700	1100	2000	—	—	—
Зерновые	1000	1450	1750	—	—	—
Силосные	800	1250	1600	—	—	—
Однолетние травы	1000	1400	1700	300	500	900
Многолетние травы	1250	1800	2150	700	950	1200
Сенокосы и пастбища	1250	1750	2400	—	—	—

СПОСОБЫ И ТЕХНИКА ОРОШЕНИЯ

В настоящее время применяют следующие способы орошения: поверхностное, дождевание, внутрипочвенное, капельное и аэрозольное.

ПОВЕРХНОСТНОЕ ОРОШЕНИЕ

При поверхностном орошении вода поступает непосредственно на поверхность почвы и распределяется по поливному участку вертикально сплошным слоем. Она поступает в почву гравитационным путем (полив по полосам и чекам затоплением) или в боковом и вертикальном направлении отдельными струями и впитывается главным образом по капиллярам (полив по бороздам).

Поверхностное орошение применяют: при орошении большими поливными (более 800—1000 м³/га) и оросительными нормами; на засоленных почвах, требующих промывки; в районах с сильными ветрами; на спланированной поверхности полей при благоприятных уклонах с водопроницаемыми почвами; на тяжелых и легко заплывающих почвах при большом водопотреблении сельскохозяйственных культур.

По технике полива поверхностное орошение делят на три вида: полив по бороздам, полив по полосам и полив затоплением.

Полив по бороздам. Такой полив применяют на землях с уклонами от 0,001 до 0,05, при большем уклоне вода размывает борозды, смывает почву и вызывает ее эрозию. Воду подают в борозды, она впитывается в почву через дно и откосы. Этот способ полива является основным для технических и пропашных культур. В зависимости от уклона, водопроницаемости почвы, вида куль-

туры, ширины междурядий, которая колеблется в пределах 0,45—1,5 м, борозды могут быть сквозные или тупые, короткие (60—80 м) или длинные (450—500 м). Расход воды, подаваемой в одну борозду,— 0,1—3 л/с и более.

Применяют следующие поливы по бороздам.

Полив по глубоким тупым бороздам с наполнением их (без сброса) при уклонах менее 0,002. В этом случае борозды заполняют водой на определенную глубину, после чего подачу ее прекращают, вода впитывается в почву. В конце поливной карты устраивают соединительную борозду. Таким образом поливают овощные и пропашные культуры и проводят влагозарядку.

Полив по глубоким бороздам (без сброса) с наполнением их на $^2/_3$ при средних уклонах от 0,002 до 0,004. Пуск воды прекращают раньше, чем струя достигнет конца борозды, остальная ее часть по длине увлажняется стекающей водой.

Полив по открытым (проточным, или сквозным) бороздам (со сбросом) при уклонах более 0,004. Часть воды, не впитавшейся в почву, поступает в оросительные и сбросные каналы, ее используют для орошения нижерасположенных участков.

Полив по бороздам с терраскими — разновидность полива по проточным бороздам. Суть его заключается в разделке поверхности почвы, при которой поливные борозды нарезают на расстоянии, равном двойной ширине междурядий,—120, 130 и 140 см одна от другой, между ними насыпают небольшой валик. Между валиком и поливной бороздой образуется небольшая выровненная терраска, на которую высаживают рассаду овощных культур.

Полив по бороздам-щелям применяют для влагозарядковых и предпосевных поливов на участках с недостаточно ровной поверхностью и на почвах со слабой водопроницаемостью. Борозды-щели отличаются от обычных борозд тем, что ниже дна борозды нарезают узкую (35 мм) щель глубиной около 17 см, с общей глубиной борозды она составляет 35—40 см. При таком поливе быстрее и равномернее увлажняется почва. Поливную струю при этом увеличивают в 2—3 раза.

Преимущества полива по бороздам — глубокое увлажнение почвы при сохранении структуры пахотного горизонта, возможность подавать умеренные поливные нормы (750—1100 м³/га); недостатки — неравномерное увлажнение почвы по длине борозды (глубокое — в начале, неглубокое — в конце ее), невысокая производительность труда поливальщика (0,4—2 га в смену) при сравнительно небольших затратах ручного труда, невозможность подавать небольшие поливные нормы.

Полив по полосам. Применяют для орошения сельскохозяйственных культур преимущественно сплошного сева (зерновые, травы) на спланированных участках при уклонах поверхности земли: поперечных — не более 0,002, продольных (в направлении полива) — не более 0,015.

Узкие полосы (от 1,8 до 7,2 м) длиной от 200 до 400 м следует применять при поперечных уклонах местности от 0,001 до 0,003.

Широкие полосы (от 25 до 40 м) длиной до 600 м следует применять на спланированной поверхности с продольным уклоном не более 0,001—0,003 при отсутствии поперечных уклонов.

Полив напуском по полосам проводят по двум схемам:

с головной подачей воды, которая из временного оросителя поступает непосредственно в голову полосы. Этот способ применяют на хорошо спланированных участках без поперечного уклона;

с боковой подачей воды, которая из временного оросителя поступает в выводные борозды, а из них — в полосы. Применяют при сложном микрорельефе в условиях плохо спланированной площади и даже с небольшим уклоном в поперечном направлении.

Несмотря на сравнительно высокую производительность поливальщика, этот способ имеет существенные недостатки — неравномерность полива, уплотнение почвы, разрушение структуры верхнего слоя.

Полив затоплением. Применяют главным образом для орошения риса и трав, как влагозарядковый полив и для промывки засоленных земель. Он наиболее прост и приемлем на землях с небольшими ($i<0{,}002$) уклонами или на безуклонных массивах с невысокой водопроницаемостью почвы, естественной дренированностью или с дренажной сетью для отвода грунтовых вод. Этот способ заключается в заполнении водой участков чеков, ограниченных земляными валиками высотой 25—30 см. В зависимости от рельефа чеки могут быть площадью 0,5—5 га (мелкие) и 8—50 га (крупные).

На рисовых полях чеки устраивают в виде цепочек. В этом случае воду подают последовательно из одного чека в другой. Группа чеков объединена в поливной участок, ограниченный оросителями и дренажными каналами.

Производительность труда поливальщика — до 8 га в смену.

Недостаток этого способа полива — применение больших поливных норм (1500—2000 м³/га и более), при которых может произойти заболачивание и засоление земель, если нет дренажа или оттока грунтовых вод. Кроме этого, сплошные земляные валики на поле препятствуют прохождению почвообрабатывающих и уборочных сельскохозяйственных машин.

Оросительные системы

При поверхностном орошении применяют стационарные, полустационарные и передвижные системы. Выбор типа систем определяется природно-хозяйственными условиями и технико-экономическими расчетами.

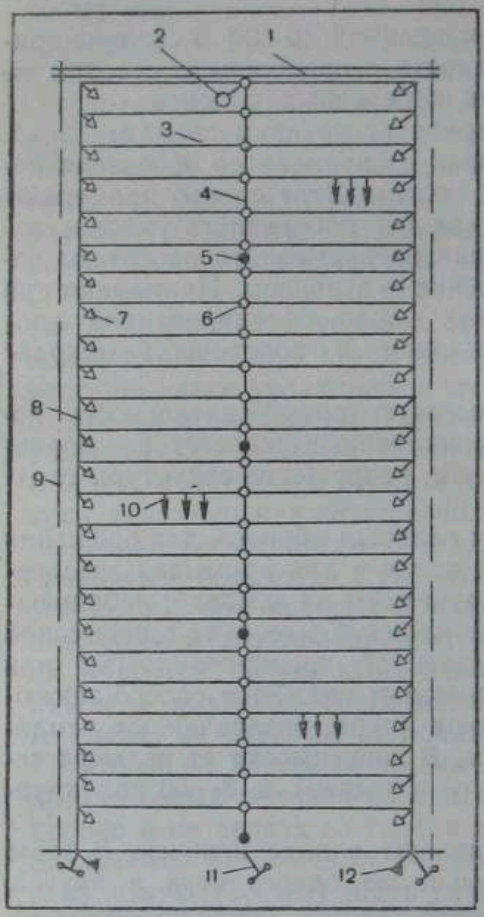


Рис. 17. Организация территории и схема самонапорной оросительной сети с поливными трубопроводами:

1 — распределитель в бетонной облицовке; *2* — водовыпуск в ороситель; *3* — поливной перфорированный трубопровод стационарный; *4* — ороситель трубчатый; *5* — ремонтный колодец; *6* — распределительный колодец; *7* — концевой сброс из трубопровода; *8* — сбросной канал; *9* — граница участка; *10* — направление полива; *11* — трубчатый переезд; *12* — концевой сброс из сбросного канала

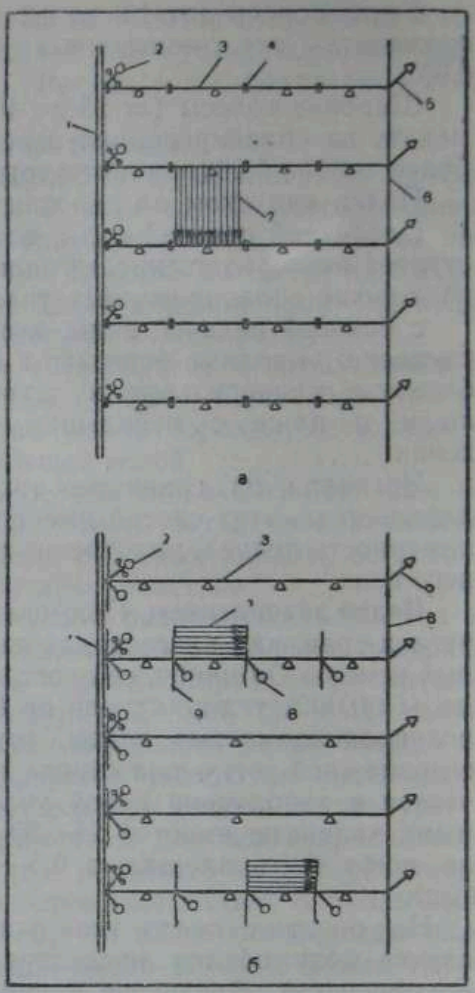


Рис. 18. Организация территории и схема оросительной лотковой сети:

а — полив по бороздам при поперечной схеме с применением автоматизированных поливных лотков; *б* — полив по бороздам при продольной схеме из лотков и передвижных трубопроводов; *1* — распределитель лотковый; *2* — водовыпуск в ороситель с переездом; *3* — ороситель лотковый; *4* — автоматический затвор с регулятором уровня; *5* — концевой сброс из оросителя; *6* — сбросной канал; *7* — направление полива; *8* — водовыпуск в передвижные поливные трубопроводы; *9* — передвижные поливные трубопроводы

В стационарных системах вода подается самотеком механическим способом. Их строят двух типов: закрытые с подземными поливными трубопроводами и открытые с поливными лотками.

Стационарные системы с подземными поливными трубопроводами — самонапорные. Состоят из распределительных (проходя-

щих по наибольшему уклону местности) и поливных трубопроводов (рис. 17). Сеть — тупиковая, в зависимости от природных условий применяют две схемы сети: продольную и поперечную. При продольной схеме поливные борозды направлены параллельно распределительным трубопроводам по наибольшему уклону местности. Распределительные трубопроводы должны иметь, как правило, двустороннее командование. При поперечной схеме поливные борозды направлены перпендикулярно распределительным трубопроводам по наименьшему уклону местности (вдоль горизонталей). Раздачу воды осуществляют из поливных отверстий или патрубков-водовыпусков, диаметры которых рассчитывают в зависимости от действующих напоров. Расстояние между поливными отверстиями принимают кратным одному-двум расстояниям между бороздами. Применяют асбестоцементные и полиэтиленовые трубопроводы (табл. 55).

55. Основные показатели стационарных систем с подземными поливными трубопроводами

Показатель	Схема сети	
	продольная	поперечная
Уклон местности	0,004	0,004
Глубина заложения поливных трубопроводов, м:		
для пропашных культур	0,25—0,35	
для многолетних культур	0,40—0,60	
Патрубки-водовыпуски:		
высота над поверхностью земли, м	0,15	0,20
диаметр, мм	100—125	
Длина трубопровода, м:		
транспортирующего	1000—2000	
поливного	150—200	50—100

Стационарная оросительная система с поливными лотками (рис. 18) представляет собой систему распределительных и поливных лотков-каналов. Такие системы целесообразно применять в зоне интенсивного земледелия.

Условия применения систем с лотками

Уклон местности	0,0005—0,03
Расход воды в распределительных лотках, л/с	120—1200
Длина лоткового распределителя, м:	
оптимальная	2500
допустимая	1600—4000
Расстояние между лотками, м:	
при одностороннем командовании	400—500
при двустороннем командовании	800—1000

Подкомандная площадь, га	120—200
Длина поливного лотка, м	1000
Расстояние между поливными отверстиями, см	60, 70, 90

Полустационарные системы отличаются тем, что распределительная оросительная сеть (каналы, лотки, трубопроводы), насосные станции и водозаборные сооружения находятся в постоянном положении, а поливные машины, агрегаты, установки в процессе полива перемещаются по полю. Такие системы более экономичны и получили наибольшее распространение.

Кроме того, при наличии средств малой механизации применяют временную оросительную сеть, а в некоторых случаях — комбинированные самонапорные сети.

Комбинированные самонапорные сети применяют для полива по бороздам при уклонах более 0,005. От межхозяйственного канала по наибольшему уклону местности прокладывают сеть закрытых оросительных транспортирующих трубопроводов (рис. 19). В верхней части участка, примыкающей к каналу, где напоры не превышают 2—3 м, используют шланги, в остальной части — подземные перфорированные трубопроводы.

При значительном уклоне местности (0,01—0,04) можно применять схему с использованием только гибких трубопроводов, питающихся от гидрантов закрытой распределительной сети. Гибкие трубопроводы применяют дифференцированно в зависимости от условий; на уклонах свыше 0,015—0,020 — полиэтиленовые шланги диаметром 150—200 мм с постоянным диаметром нерегулируемых отверстий, на уклонах 0,015—0,005 — капроновые шланги диаметром 250—300 мм с регулируемыми и нерегулируемыми водовыпусками, на уклонах менее 0,005 — капроновые шланги диаметром 350—420 мм с регулируемыми отверстиями (табл. 56).

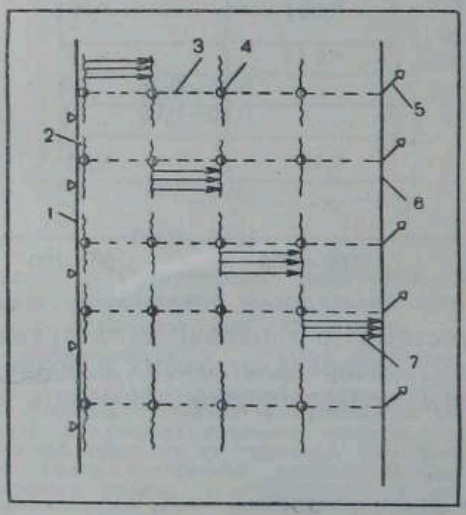


Рис. 19. Организация территории и схема комбинированной самонапорной сети при поливе по бороздам из передвижных трубопроводов:

1 — распределитель лотковый; *2* — передвижные трубопроводы; *3* — ороситель трубчатый *4* — гидрант на оросителе; *5* — концевой сброс из оросителя; *6* — сбросной канал; *7* — направление полива

Передвижные системы характеризуются тем, что все их элементы в процессе полива перемещаются. В таких системах применяют поливные передвижные агрегаты и жесткие разборные трубопроводы в сочетании с передвижными и насосными станциями.

56. Условия применения комбинированной самонапорной сети

Элемент техники полива	Схема сети			
	для тяжелых почв	для легких почв	для садов и виноградников	с гибкими шлангами
Уклон	0,005—0,02	0,005—0,02	0,008—0,03	0,01—0,04
Длина борозды, м	75—200	120—350	20—200	80—200
Расход воды, л/с	0,2	0,2	0,1—1,5	0,05—0,02
Длина гибкого шланга, м	150—200	125—150	—	150—200
Диаметр гибкого шланга, мм	—	—	—	150—420
Расстояние между оросителями, м	300—400	500—600	300—400	300—400

Поливные машины, агрегаты и установки

Поливной передвижной агрегат ППА-165У (табл. 57) предназначен для полива по бороздам. Агрегатируется с тракторами Т-28Х4М, Т-40М, МТЗ-80Х. Состоит из насосной станции, барабана-контейнера под гибкий трубопровод с механизмом намотки и гибкого поливного трубопровода с водовыпусками. Раскладку его на поле и сборку после полива проводят механизмом намотки от гидропривода. Применяют при заборе воды из каналов, проходящих в выемке.

Поливной передвижной агрегат ППА-300 (см. табл. 57) предназначен для полива широким фронтом затопления сопутствующих культур в рисовом севообороте, а также проведения влагозарядковых и промывных поливов. Агрегатируется с тракторами класса МТЗ-50/52, МТЗ-50Х/80Х, МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л, ЮМЗ-6М. Состоит из следующих основных узлов: насосной станции, механизма намотки, гибкого поливного трубопровода, газоструйного вакуум-аппарата. Забор воды осуществляется из каналов, проходящих в выемке при помощи осевого пропеллерного насоса.

Комплект поливной КП-160 (см. табл. 57) предназначен для полива по бороздам, а также для проведения влагозарядковых и промывных поливов. Забор воды осуществляется из лотковой сети посредством лоткового сифона СЛ диаметром 250 мм и вакуум-насоса или донного водовыпуска, из каналов в выемке с применением передвижной насосной станции, гидрантов закрытой оросительной сети. Состоит из транспортирующего и поливного гибких трубопроводов. Трубопровод транспортируют двухколесной тележкой с намоточным устройством.

Комплект поливной КП-160А (см. табл. 57) предназначен для тех же целей, что и КП-160. Транспортирующий трубопровод состо-

57. Техническая характеристика поливных агрегатов

Параметр	Марка агрегата				
	ППА-165У	ППА-300	КП-160	КП-160А	КОП-200
Расход воды, л/с	150—200	245—312	60	60	50
Давление, МПа	0,040—0,054	0,052—0,078	0,03	0,03	0,01
Одновременно поливаемая площадь, га	8—10	7	16	16	5
Производительность при норме полива 1200 м³/га, га/ч	0,6	0,63	0,18	0,18	0,15
Марка насоса	ОГ8-25А	ОГ5-30	—	—	—
Высота всасывания, м	1,5	1,5	—	—	—
Тип трубопровода	Оросительный гибкий из мелиоративной капроновой ткани			Полимерно-металлический	Полиэтиленовый
Диаметр, мм	300	350, 420	300, 160	250	200
Длина, м	100 (3 шт.)	120 (4 шт.)	400	5,4 (74 шт.)	200 и 100
Расстояние между водовыпусками, м	0,6, 0,7, 0,9	20	0,9	0,9	Определяется по ширине борозды
Расход воды из водовыпуска, л/с	0—2	0—20,0	0,1—1,0	0,1—1,0	0,3
Масса, кг	1240	1212	905	33 668	120

ит из полимерно-металлических труб диаметром 250 мм, длиной 5,4 м, с быстроразборным соединением. Для перевозки труб в комплект входит прицепной трубовоз.

Комплект поливного оборудования КОП-200 (см. табл. 57) работает от лоткового водовыпуска или сифона, подающего воду из открытого оросителя. Включает транспортирующий и поливной полиэтиленовые трубопроводы длиной по 50 м, которые соединяют при помощи колец. В комплект включены шесть ручных катушек для транспортировки отрезков шлангов и приспособление для пробивки в поливном трубопроводе водовыпускных отверстий на месте в зависимости от ширины междурядий орошаемой культуры.

Быстроразборные жесткие поливные трубопроводы (табл. 58) предназначены для полива пропашных культур на участках с повышенными уклонами, а также для проведения промывных и влагозарядковых поливов. Работают с забором воды от сифона, заряжаемого ручным вакуум-насосом, или от донного водовыпуска лотковых оросителей, от гидрантов закрытой оросительной сети, от каналов или открытых водоисточников в комплекте с передвижной насосной станцией.

58. Техническая характеристика быстроразборных поливных трубопроводов

Параметр	Марка трубопровода		
	ТАП-150	ТАП-220	ТПР-250
Расход воды, л/с	30	100	200
Давление, МПа	0,01	0,03	0,05
Производительность при поливной норме 1200 м³/га, га/ч	0,05	0,14	0,64
Расход воды из водовыпуска, л/с	0—1	0—1	0—1,7
Расстояние между водовыпусками, м	0,6; 0,9	06; 0,9	0,6; 0,9
Ширина захвата, м	102	200	200
Количество секций, шт.	19	22	37
Длина секций, м	5,4	9,0	5,4
Диаметр, мм	150	220	250
Масса секций, кг	18	48	35
Масса трубопровода, кг	380	1160	1300
Материал труб	Алюминиевый сплав		Стабилизированный полиэтилен

Колесный поливной трубопровод ТК-2×150 предназначен для полива по бороздам. Состоит из секций двух параллельных трубопроводов. Вода подается в каждый трубопровод одновременно с противоположных концов. Это обеспечивает высокую равномерность расхода по водовыпускам. При поливе трубопроводы находятся на земле, после окончания полива они автоматически подни-

маются в транспортное положение и буксируются трактором в продольном направлении (табл. 59).

59. Техническая характеристика колесных поливных трубопроводов

Параметр	Марка трубопровода		
	ТК-2×150	АПШ-1	ТКП-90
Расход воды, л/с	100	120	90—110
Давление, МПа	0,02	0,05	0,1—0,2
Производительность при поливной норме 1200 м³/га, га/ч	0,3	0,6	60—70 га (за сезон)
Расход воды из водовыпуска, л/с	0,8	0—1,2	—
Расстояние между водовыпусками, м	0,9	0,6; 0,7; 0,9	0,6; 0,7; 0,9
Ширина захвата, м	108	108	800
Количество секций, шт.	20	—	—
Длина секций, м	5,4	9,0	—
Диаметр трубопровода, мм	150 (2 шт.)	220	150
Масса, кг	2700	2000	5000

Колесный поливной трубопровод АПШ-1 (см. табл. 59) представляет собой два параллельных трубопровода (один из которых транспортирующий), установленных на колесные пары и соединенных между собой гибкими вставками. К каждой секции транспортирующего трубопровода присоединена шлангом секция (шлейф) поливного трубопровода, водовыпуски которого снабжены резиновыми гасителями напора. Расход воды по водовыпускам регулируют заслонкой, перекрывающей поступление воды в поливной трубопровод по соединяющему шлангу. В транспортное положение шлейфы поднимают рычагами.

Колесный поливной трубопровод ТКП-90 (см. табл. 59) предназначен для полива по бороздам (рис. 20). Создан на базе трубопровода ДКШ-64. Состоит из двух крыльев, оборудованных 16 свободно вращающимися муфтами с калиброванными диафрагмами. Муфты монтируют в стыках фланцев между каждыми четырьмя колесными секциями, снабженными сливными тарельчатыми клапанами. К муфтам крепят низконапорные плоскосворачиваемые шланги-шлейфы с водовыпускными отверстиями, расстояние между которыми соответствует ширине междурядий. Полив проводят позиционно. Схема работы аналогична ДКШ-64.

Автоматизированное шланговое устройство АШУ-32 предназначено для полива по бороздам с водозабором от гидрантов закрытой оросительной сети. Состоит из рамы с барабаном и гидроприводом, поливного полиэтиленового трубопровода с водовыпускной секцией с шестью водовыпусками. Перед началом полива шланг

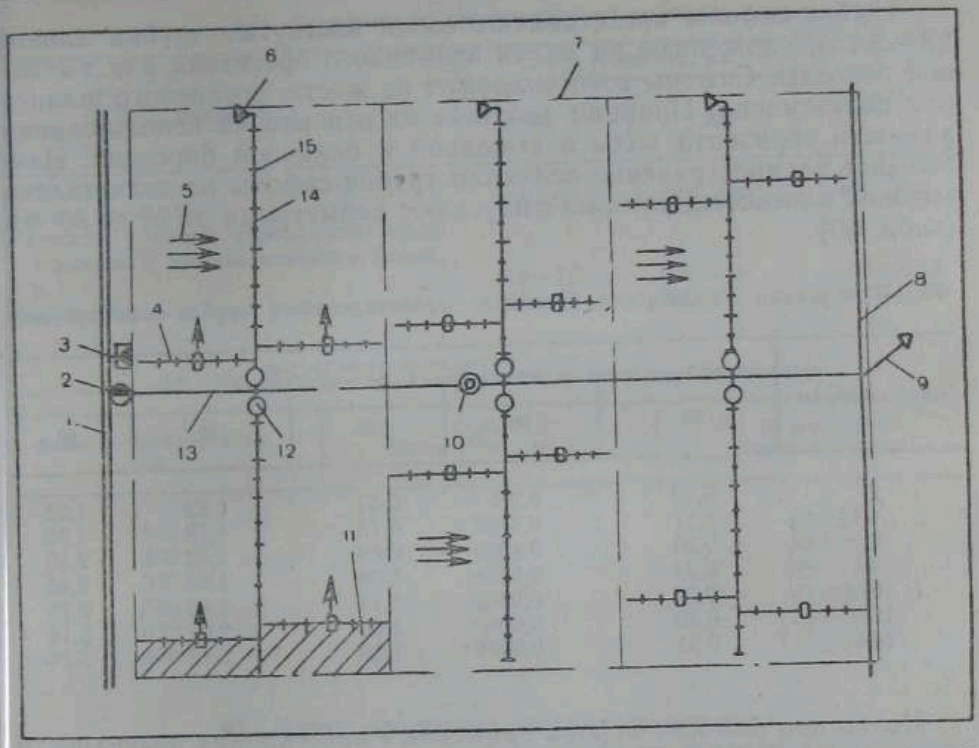


Рис. 20. Организация территории и схема оросительной сети с применением поливного колесного трубопровода ТКП-90:

1 — распределитель в монолитной облицовке; *2* — насосная станция; *3* — трансформаторная подстанция; *4* — поливное крыло ТКП-90; *5* — направление полива; *6* — гидрант с вантузом; *7* — граница участка; *8* — сбросной канал; *9* — концевой сброс на сбросном канале; *10* — ремонтный колодец; *11* — политая площадь; *12* — колодец с регулятором давления; *13* — распределитель трубчатый; *14* — ороситель трубчатый; *15* — гидрант

разматывают на всю длину и поливают шесть борозд. Затем при помощи генератора командных импульсов его перемещают на соседние борозды. По окончании полива на позиции трубопровод разматывают на противоположную сторону от гидранта и цикл повторяют. Затем устройства переводят трактором на следующую позицию.

Техническая характеристика автоматизированного шлангового устройства АШУ-32

Расход воды, л/с	4
Давление на гидранте, МПа	0,3
Производительность при поливной норме 1200 м³/га, га/ч	0,1
Расход воды по водовыпускам, л/с	0,1—1,5
Количество водовыпусков, шт.	6
Расстояние между водовыпусками, м	0,6; 0,7; 0,9
Интервал командных импульсов, мин	0,5—36
Диаметр трубопровода, мм	50
Длина трубопровода, м	100
Масса, кг	410

Трубки-сифоны представляют собой изогнутые трубки длиной 1,3—2,2 м, уложенные на валик временного оросителя или выводной борозды. Сифоны изготавливают из жести, резинового шланга или полиэтилена. Принцип действия их основан на использовании разности горизонта воды в выводной и поливной бороздах. Наибольшее распространение получили трубки-сифоны из полиэтилена высокой плотности, которые выпускают диаметрами от 20 до 60 мм (табл. 60).

60. Пропускная способность поливных полиэтиленовых трубок-сифонов, л/с

Напор воды, см	Внутренний диаметр, мм				
	20	30	40	50	60
2	0,12	0,26	0,51	0,83	1,23
4	0,17	0,38	0,73	1,18	1,75
6	0,20	0,45	0,88	1,42	2,10
8	0,24	0,53	1,03	1,65	2,45
10	0,26	0,58	1,14	1,83	2,72
12	0,30	0,66	1,28	2,07	3,16
14	0,31	0,69	1,36	2,18	3,24

Полив при помощи сифона применяют при уклонах поверхности почвы выше 0,003 на длинных бороздах (200—400 м), что способствует повышению производительности труда на поливе до 2—3 га/смену и позволяет управлять поливным током до 90—100 л/с.

Сифон-водовыпуск предназначен для подачи воды из участкового распределителя во временную оросительную сеть, в гибкие или жесткие поливные трубопроводы, поливные полосы и чеки. Представляет собой алюминиевое, полимерно-металлическое или пластмассовое колено с входным и сливным (снабженным гибким шлангом) оголовками и штуцером-клапаном в верхней части горизонтального участка сифона при присоединении вакуум-насоса.

Трубка-сифон неразряжающаяся ТСН предназначен для подачи воды из временного оросителя в поливную борозду. Представляет собой изогнутую по профилю поперечного сечения дамбы оросителя алюминиевую или пластмассовую трубку, снабженную по концам водосборниками (табл. 61).

Гибкие трубопроводы. Для замены временных оросителей и выводных борозд применят гибкие трубопроводы, которые используют при заборе воды из каналов, лотков и закрытых трубопроводов. Трубопроводы выпускают из мелиоративной капроновой ткани, транспортирующие и поливные (табл. 62—64). Выпускают также полиэтиленовые трубопроводы диаметрами 150, 200, 250 и 300 мм.

61. Техническая характеристика сифонов

Параметр	Сифон (диаметр), мм		ТСН
	150	250	
Расход воды, л/с	10—50	20—100	0,2—0,5
Разность уровней поверхности воды в канале и кромке сливного конца, м	0,4—1,2	0,6—1,5	0,04—0,15
Масса, кг	12—20	25—30	0,4—0,5

62. Техническая характеристика гибких трубопроводов

Диаметр трубопровода, мм	Масса 1 пог. м, г	Пропускная способность, л/с
145	220	15—35
200	320	30—70
300	430	65—150
350	550	90—200
420	660	125—280
460	700	160—340

63. Схемы применения гибких трубопроводов

Элемент техники полива	Схема		
	поперечная	на чашеобразном рельефе	продольная
Уклон	0,001—0,003	0,015—0,01	0,003—0,007
Длина борозд, м	300—400	200—250	300—350
Поливная струя, л/с	1,25—2,5	0,2—0,3	0,5—1,5
Длина гибкого трубопровода, м	350—420	80—120	80—100
Диаметр гибкого трубопровода, мм	350—420	350—420	350—420
Расстояние между оросителями, м	600—800	400—500	500—600

64. Расход воды через водовыпускное отверстие поливного гибкого трубопровода

Ширина междурядий, м	Диаметр водовыпускного отверстия, мм	Регулируемый расход воды через водовыпускное отверстие при напоре 1—2 м, л/с	Рекомендуемая длина поливных борозд, м
0,6	12	0,1—0,25	100—150
0,7	19	0,3—0,8	150—200
0,9	40	1,0—2,5	200—400

ДОЖДЕВАНИЕ

Дождевание — способ орошения, при котором оросительная вода поступает на поверхность почвы и растений в виде искусственного дождя, создаваемого при помощи специальных (дождевальных) машин, установок, аппаратов.

Существует несколько способов дождевания.

Способы дождевания

Надкроновое дождевание — способ полива садов, при котором воду разбрызгивают над кронами плодовых деревьев. Это улучшает рост деревьев и увеличивает урожайность плодов, однако приводит к смыву пестицидов с листьев, что благоприятствует развитию заболеваний.

Подкроновое дождевание — способ полива садов, при котором воду разбрызгивают под кронами или ветками деревьев. Это увеличивает урожайность плодов, уменьшает потери воды на испарение.

Противозаморозковое дождевание — способ дождевания с малой интенсивностью дождя, служащий для защиты растений от заморозков. Он основан на том, что вода при охлаждении выделяет тепло. Его применяют во время заморозка — прямая защита, накануне заморозка — предварительное дождевание, а также как ковенное дождевание — дождевая завеса перед заморозком и во время него.

Импульсное дождевание обеспечивает частые поливы при очень малых поливных нормах, позволяет регулировать микроклимат, поддерживать относительную влажность воздуха на высоте растений в пределах 70—80 % при снижении максимальной температуры в наиболее жаркие периоды дня в среднем на 2—3 °С. Этот способ применяют при поливе многолетних культур, прежде всего на землях с уклонами поверхности до 0,2 и расчлененным рельефом, а также на маломощных почвах, подстилаемых сильнофильтрующими или практически нефильтрующими грунтами.

Дождевальные системы

В настоящее время, в зависимости от организационно-хозяйственных и природных условий, используют три типа дождевальных систем — стационарные, полустационарные и передвижные.

Стационарные дождевальные системы (рис. 21) состоят из магистрального, распределительных и поливных (тупиковых или закольцованных) трубопроводов, распределительных колодцев, гидрантов с дождевальными аппаратами и насосных станций. Дождевальные аппараты размещают по квадратной и треугольной схе-

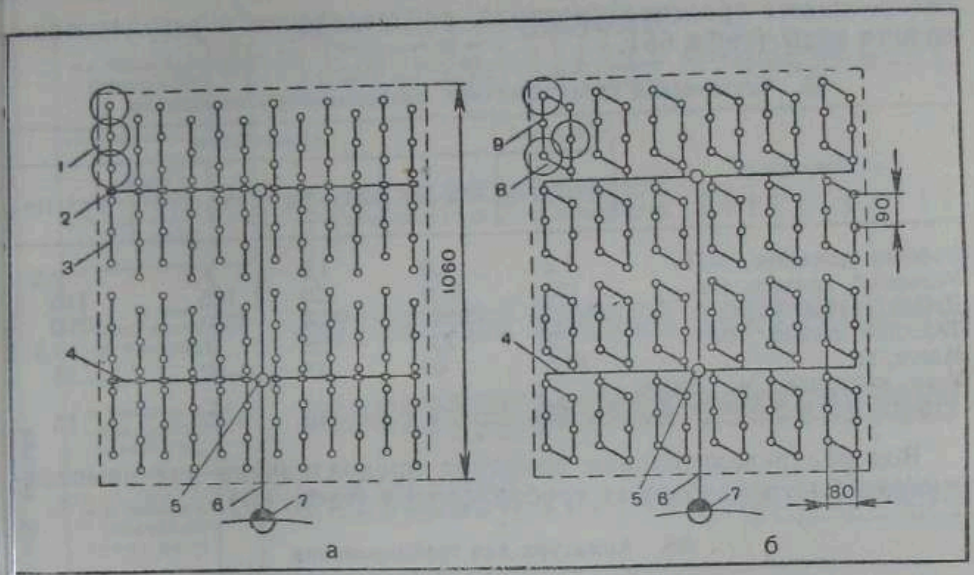


Рис. 21. Схемы автоматизированных дождевальных систем площадью 100 га:
а — тупиковой сети; *б* — закольцованной; *1* — дождевальный аппарат ДД-30; *2* — колодец управления; *3* — поливной трубопровод тупиковый; *4* — распределительный трубопровод; *5* — распределительный колодец; *6* — магистральный трубопровод; *7* — насосная станция; *8* — дождевальный аппарат ДД-30 с гидрозатвором; *9* — поливной закольцованный трубопровод

ме. Расход воды — 1—80 л/с. Процесс полива механизирован и автоматизирован. Однако вследствие очень высоких капитальных затрат такие системы не получили широкого распространения. Их применяют в основном на посевах высокорентабельных сельскохозяйственных культур и на участках, где использование других способов или средств орошения невозможно, особенно при орошении склоновых земель.

Полустационарные дождевальные системы получили наибольшее распространение. Они характеризуются применением перемещаемых дождевальных машин, агрегатов и установок, получающих воду из постоянных поливных трубопроводов или каналов на орошаемом массиве. Насосные станции и оросительная сеть также постоянные. Такие системы более экономичны. В полустационарных системах используют: многоопорные машины кругового действия; многоопорные машины фронтального действия; двухконсольные машины; дальнеструйные машины; шлейфы челночного перемещения; разборные среднеструйные дождевальные установки.

Передвижные дождевальные системы применяют при орошении небольших участков. Они характеризуются тем, что все элементы системы в процессе полива могут перемещаться с позиции на позицию. Используют установки с быстроразборными алюминиевыми трубопроводами и среднеструйными дождевальными аппаратами. Быстроразборные трубопроводы (стальные или алюминиевые)

обеспечивают транспортирование, распределение и регулирование подачи воды (табл. 65).

65. Техническая характеристика разборных трубопроводов

Показатель	Стальной	Алюминиевые			
	РТШ-180	РТЯ-220	РТА-150	РТА-125	РТА-110
Рабочее давление, МПа	1,2	0,6	1,2	1,2	1,2
Условный проход, мм	180	220	150	125	110
Длина трубы, мм	5000	9000	6000	6000	6000
Толщина стенки, мм	1,2	2,8	2,5	1,5	1,5
Масса, кг	38,5	48	15	12	11
Угол поворота в стыке, град.	15	15	15	15	15

Водораспределительная арматура предназначена для комплектования быстроразборных трубопроводов (табл. 66).

66. Арматура для трубопроводов

Арматура	Условный диаметр, мм		Рабочее давление, МПа	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	на входе	на выходе		длина	ширина	высота	
Для труб со сферическим раструбом :							
гидрант-задвижка АТШ-180×180×180	180	110 и 180	1,2	600	800	—	24,7
колонка АТШ-180×180	180	180	1,2	—	—	—	—
заглушка АТШ-180	180	—	1,2	250	—	102	3,2
присоединительное устройство ДДН-70 к трубопроводам	180	180	1,2	1381	—	—	54,6
Для труб с конусным раструбом:							
гидрант-задвижка АРТ-180×180×180	180	180 и 180	0,9	5000	260	400	4,0
гидрант-задвижка АРТ-180×110×180	180	110 и 180	0,9	5000	260	400	37,9
колонка АРТ-180×180	180	180	0,9	550	260	580	14,7
заглушка АРТ-180	180	—	0,9	400	325	250	7,3
присоединительное устройство ДДН-70 к трубопроводам	180	180	0,9	1400	340	260	37,6

Дождевальные машины, агрегаты и установки

Многоопорные электрифицированные дождевальные машины МДЭФ «Кубань-М» и «Кубань-Л» (табл. 67) представляют собой два многоопорных крыла ферменной конструкции, установленных

67. Техническая характеристика дождевальных машин

Марка машины	Число тележек, шт.	Модификация	Расход воды, л/с	Давление, мПа	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Слой дождя за проход машины, мм	Расстояние между оросителями, м	Ширина захвата дождем, м	Производительность при норме полива 600 м³/га, га/ч	Орошаемая площадь, га
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
«Кубань-М»	—	—	180	0,37	1,1	5,5	800	800	1,02	170—190
«Кубань-Л»	—	—	200	0,31	1,3	7,9	800	800	1,2	190—210
«Кубань-ЛК1»	7	МДЭК-388-45	45	0,28	0,63	8,73	720	362	0,25	41,2
	8	МДЭК-397-55	55	0,31	0,70	9,82	800	400	0,31	50,3
	9	МДЭК-435-65	65	0,33	0,64	9,89	880	441	0,36	61,1
	10	МДЭК-474-70	70	0,35	0,63	9,88	960	479	0,39	72,1
	11	МДЭК-512-75	75	0,36	0,70	9,88	1030	516	0,42	83,6
	12	МДЭК-551-82	82	0,39	0,72	9,89	1110	554	0,46	96,4
	13	МДЭК-589-90	90	0,43	0,66	10,92	1200	595	0,50	111,2
«Волжанка»	60	ДКШ-64-800	64	0,4	0,27	—	800	800	0,385	60—70
	52	ДКШ-56-700	56	0,4	0,27	—	700	700	0,34	50—60
	44	ДКШ-48-600	48	0,4	0,27	—	600	600	0,29	40—50
	36	ДКШ-400-500	40	0,4	0,27	—	500	500	0,24	30—40
	28	ДКШ-32-400	32	0,4	0,27	—	400	400	0,19	25—35
	20	ДКШ-24-300	24	0,4	0,27	—	300	300	0,15	20—30
«Фрегат»	7	ДМУ-А199-28	28	0,44	0,22	13,7	420	217	—	15,8
			20	0,43	0,22	9,8	420	213	—	15,8
	8	ДМУ-А229-32	32	0,45	0,22	14,2	480	246	—	20,2
			25	0,44	0,22	11,1	480	244	—	20,2
	9	ДМУ-А253-38	38	0,47	0,24	15,6	530	270	—	24,4
			28	0,44	0,24	11,4	530	266	—	24,4
	10	ДМУ-А283-45	45	0,48	0,25	17,0	580	390	—	29,8
			30	0,45	0,25	11,3	590	298	—	29,8
	11	ДМУ-А308-30	30	0,45	0,16	10,6	630	325	—	34,8
	12	ДМУ-А308-55	55	0,51	0,27	19,5	640	326	—	34,8
			45	0,49	0,27	15,9	640	326	—	34,8

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
«Фрегат»	12	ДМУ-А337-45	45	0,49	0,21	14,7	700	354	—	41,3
			35	0,47	0,21	11,4	700	353	—	41,3
	12	ДМУ-А337-65	65	0,56	0,29	21,3	700	356	—	41,3
			55	0,52	0,29	18,0	700	355	—	41,3
	13	ДМУ-А362-50	50	0,51	0,21	15,5	750	379	—	47,1
			40	0,48	0,21	12,4	750	378	—	47,1
	14	ДМУ-А392-50	50	0,52	0,20	14,5	800	409	—	54,6
			40	0,49	0,20	11,6	800	408	—	54,6
	15	ДМУ-А417-55	55	0,54	0,21	15,2	860	434	—	61,2
			45	0,51	0,21	12,4	860	433	—	61,2
	13	ДМУ-Б379-75	75	0,53	0,29	22,2	780	393	—	51,3
			68	0,52	0,29	20,2	780	392	—	51,3
			60	0,50	0,29	17,8	780	392	—	51,3
	14	ДМУ-Б409-80	80	0,55	0,29	22,3	840	425	—	59,1
			75	0,53	0,29	20,0	840	424	—	59,1
			65	0,51	0,29	18,1	840	423	—	59,1
	15	ДМУ-Б434-90	90	0,59	0,31	23,8	890	450	—	66,1
			80	0,56	0,31	21,2	890	449	—	66,1
			70	0,53	0,31	18,5	890	448	—	66,1
	16	ДМУ-Б463-60	60	0,51	0,20	15,0	950	476	—	74,9
			50	0,48	0,20	12,5	950	478	—	74,9
	16	ДМУ-Б463-90	90	0,60	0,29	22,5	950	478	—	74,9
			80	0,56	0,29	20,0	950	477	—	74,9
			72	0,54	0,29	18,0	950	477	—	74,9
	17	ДМУ-Б488-65	65	0,56	0,21	15,6	1000	500	—	82,6
			55	0,55	0,21	13,2	1000	500	—	82,6
	17	ДМУ-Б488-90	90	0,64	0,27	21,6	1000	502	—	82,6
			80	0,60	0,27	19,2	1000	502	—	82,6
	18	ДМУ-Б518-90	90	0,64	0,26	20,5	1050	532	—	92,5
			80	0,61	0,26	18,2	1050	532	—	92,5
			72	0,58	0,25	16,4	1050	531	—	92,5

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
«Фрегат»	19	ДМУ-Б542-90	90	0,62	0,25	19,4	1100	556	—	102,2
			80	0,58	0,25	17,3	1100	556	—	102,2
			72	0,55	0,25	15,5	1100	555	—	102,2
	20	ДМУ-Б572-90	90	0,66	0,24	18,2	1160	585	—	111,3
			80	0,62	0,24	16,8	1160	585	—	111,3
			72	0,59	0,24	15,1	1160	586	—	111,3
«Днепр»	17	ДФ-120	120	0,44	03	—	920	460	0,71	110—130
	16	ДФ-120-01	113	0,44	0,3	—	865	433	0,67	105—115
	15	ДФ-120-02	106	0,44	0,3	—	810	406	0,63	100—110
	14	ДФ-120-03	99	0,44	0,3	—	760	379	0,59	95—105
	13	ДФ-120-04	92	0,44	0,3	—	710	352	0,55	90—100
ДКГ-80 «Ока»	—	ДКГ-80	100	0,5	0,3	—	800	800	0,60	90—100
	—	ДКГ-80-01	75	0,5	0,3	—	600	600	0,45	70—80
	—	ДКГ-80-02	50	0,5	0,3	—	400	400	0,30	45—55
ДДА-100МА	1	—	130	0,37	—	5	120	120	0,78	120—140
ДДПА-130/140*	1	—	130/140	0,37/0,20	—	5/5,5	120	120	0,85	120—140
ДДА-145	1	—	145	0,35	—	5	120	120	0,87	130—150
ДДН-100	1	Т-150, Т-150К	115	0,64	0,31	—	120	95	0,7	100—110
		Т-4А	100	0,64	0,27	—	120	85	0,6	90—100
		ДТ-75М	85	0,64	0,30	—	110	75	0,51	80—90
ДДН-70	1	—	65	0,51	0,22	—	100	69,5	0,39	60—70
ДШ-10	1	—	12,8	0,78	—	39—93	500	50	0,11	10
ДДС-30	1	—	30	0,80	—	15—95	450	90	0,18	30
ШД-25/300	—	—	25	0,45	0,13	—	300	60	0,12	25
КИ-50А	—	—	47,2	0,80	0,28	—	864	576	0,29	50

* В числителе — при дождевании, в знаменателе — при поливе по бороздам.

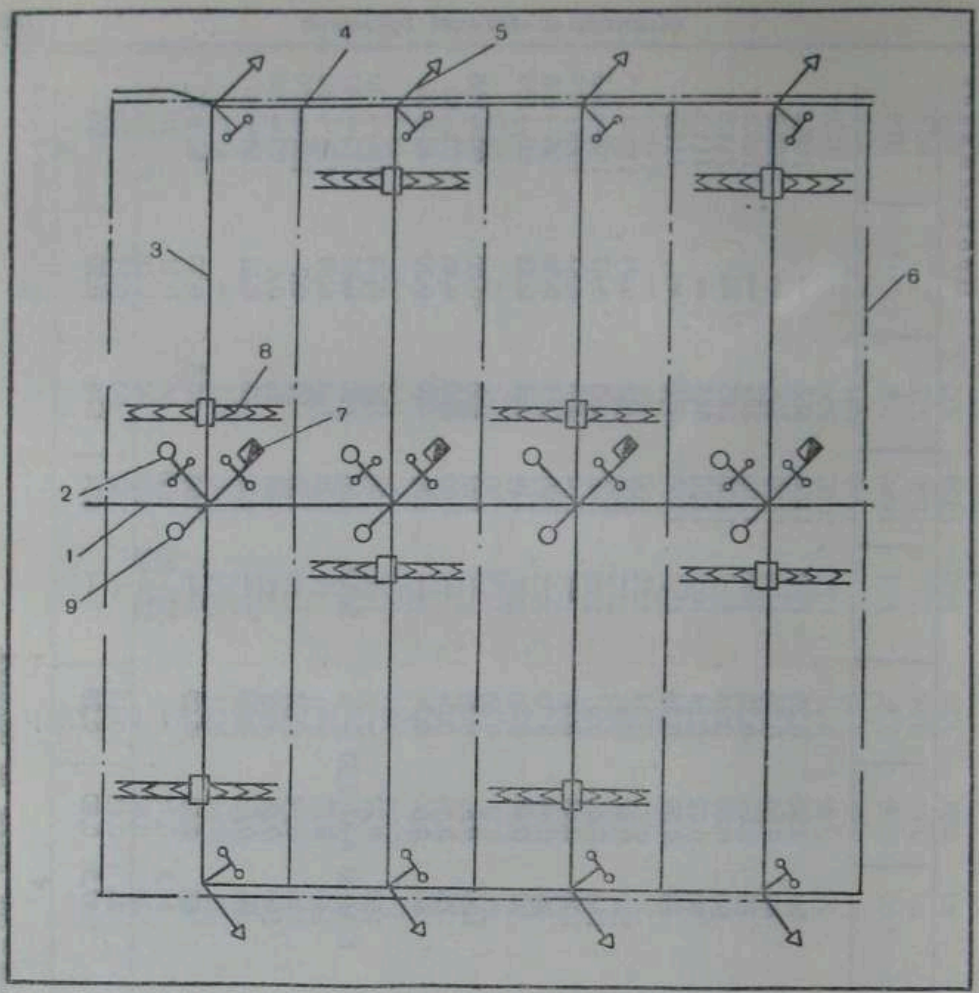


Рис. 22. Организация территории и схема оросительной сети при применении МДЭФ «Кубань»:

1 — распределительный канал; *2* — водовыпуск-регулятор с трубчатым переездом; *3* — ороситель; *4* — сбросной канал; *5* — концевой сброс с переездом; *6* — граница полей; *7* — вододелитель с переездом; *8* — дождевальная машина «Кубань»; *9* — водовыпуск-регулятор

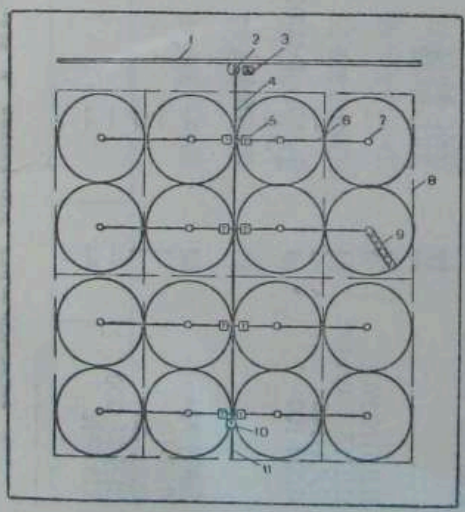


Рис. 23. Организация территории и схема оросительной сети при применении дождевальных машин «Фрегат» и «Кубань-ЛК»:

1 — внутрихозяйственный распределительный канал; *2* — насосная станция; *3* — трансформаторная подстанция; *4* — распределитель трубчатый; *5* — ремонтная задвижка; *6* — оросительный трубопровод; *7* — гидрант; *8* — граница участка; *9* — дождевальная машина; *10* — сбросная задвижка; *11* — сбросной трубопровод

на колесные опоры и шарнирно соединенных между собой. Центральная опора оснащена насосно-силовым оборудованием, системами автоматики и управления работой машины. Забор воды осуществляется из бетонированного канала (рис. 22). Машина работает в стоп-стартном режиме при фронтальном движении вздвперед.

Многоопорная дождевальная машина «Кубань-ЛК» (см. табл. 67), созданная на основе машины «Кубань-Л», работает по кругу от гидрантов закрытой оросительной сети или от скважины. Машина электрифицированная и может перемещаться как с водой, так и без воды. Оснащена короткоструйными насадками от машины «Кубань-Л» и среднеструйными аппаратами № 2 от машины «Фрегат».

Дождевальная машина «Фрегат» (см. табл. 67) — многоопорная, работающая в движении по кругу от гидранта закрытой оросительной сети или от скважины за счет использования напора в трубопроводе (рис. 23). Привод гидравлический. Выпускается в двух вариантах: ДМУ-А с гибкими вставками для работы на сложном рельефе, ДМУ-Б без гибких вставок для работы в условиях ровного рельефа. Рекомендуется применять с числом тележек не менее 15 при работе на одной позиции. Применение машин с меньшим числом тележек должно обосновываться технико-экономическим расчетом. Машину оборудуют среднеструйными дождевальными аппаратами. Скорость движения регулируют краном-задатчиком.

Дождевальная машина «Днепр» (см. табл. 67) работает позиционно с питанием водой от гидрантов закрытой оросительной сети. Водопроводящий трубопровод установлен на опорах-тележках. В каждой тележке к трубопроводу крепятся фермы-открылки, на которых размещены дождевальные аппараты «Роса-3». Машина оборудована электроприводом — мотор-редукторами, установленными на тележках. Питание осуществляется от электрической станции, навешенной на тракторе ЮМЗ-6Л. Машину переводят в транспортное положение поворотом колес на 90° для работы на параллельном участке поля. Один трактор с электростанцией может обслуживать группу машин на орошаемом участке.

Дождевальный колесный трубопровод ДКШ-64 «Волжанка» (см. табл. 67) работает от гидрантов закрытой оросительной сети или разборного трубопровода с подачей воды от стационарных или передвижных насосных станций (рис. 24). Полив осуществляется позиционно. Расстояние между позициями — 18 м. Трубопровод состоит из двух дождевальных крыльев со среднеструйными дождевальными аппаратами. Каждое крыло имеет приводную тележку с двигателем мотопилы «Дружба-46» для перемещения установки с позиции на позицию. Скорость передвижения — 9 м/мин. Установку выпускают в шести вариантах по длине трубопровода и расходу воды.

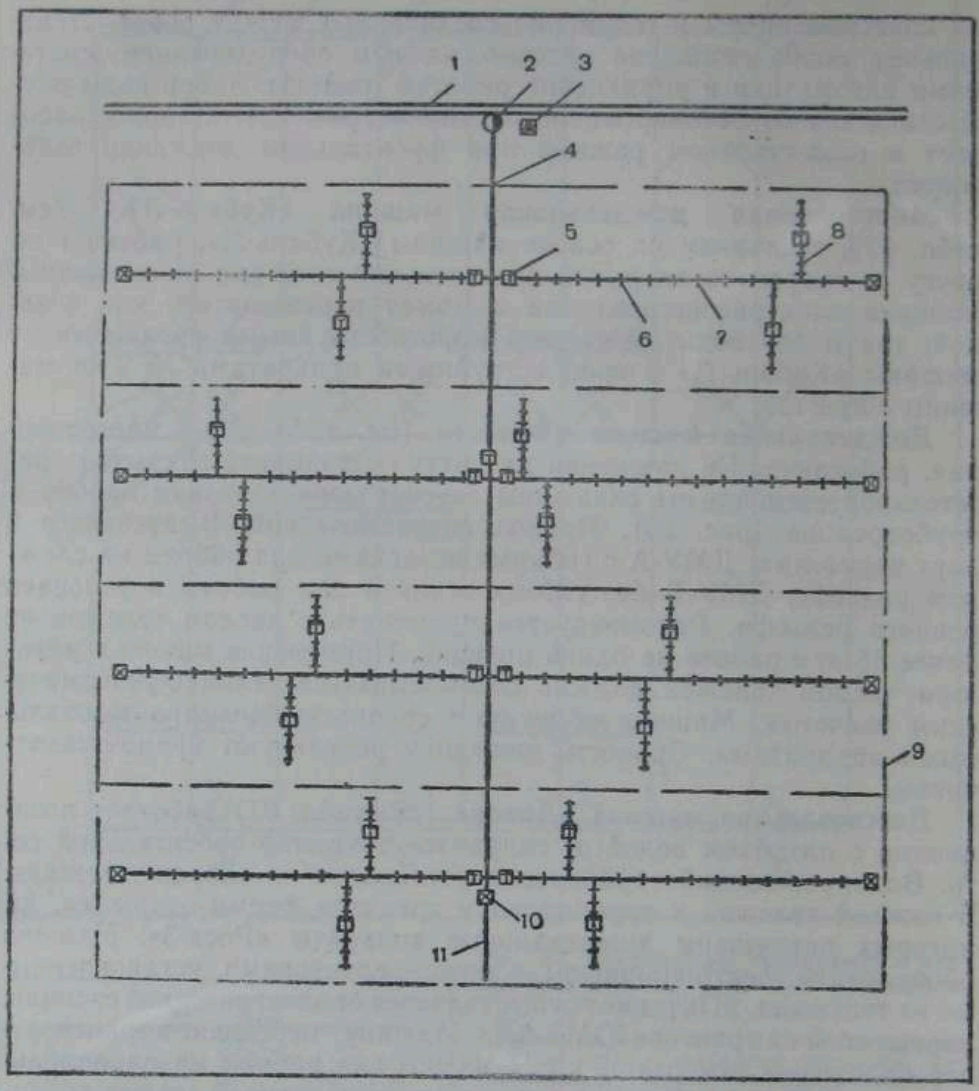


Рис. 24. Организация территории и схема оросительной сети при применении дождевальных машин ДКШ-64 «Волжанка», ДКГ-80 «Ока» и ДКН-80:

1 — внутрихозяйственный оросительный канал; *2* — насосная станция; *3* — трансформаторная подстанция; *4* — распределительный трубопровод; *5* — ремонтная задвижка; *6* — гидрант; *7* — оросительный трубопровод; *8* — дождевальное крыло машины; *9* — граница участка; *10* — сбросная задвижка; *11* — сбросной трубопровод

Дождевальный колесный трубопровод ДКГ-80 «Ока» (см. табл. 67) по конструкции и схеме работы аналогичен «Волжанке» (см. рис. 24). Оснащен среднеструйными дождевальными аппаратами «Роса-3» с механизмами самоустановки и гидроуправляемыми клапанами для поочередного включения их в работу. В середине крыла установлена тележка с гидроприводом для перекатывания трубопровода с позиции на позицию. Управление работой

осуществляется с торца трубопровода. Дождевальные аппараты работают поочередно через один двумя группами. Команда на их переключение подается программатором, который подает импульсы давления к гидроклапанам по управляющему трубопроводу.

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА (см. табл. 67) осуществляет забор воды из открытых оросителей с расстоянием между ними 120 м. Полив проводится при движении взад-вперед. Состоит из следующих основных частей: гусеничного трактора класса 3 т, двухконсольной фермы длиной 110 м с коротконструйными дождевальными насадками, водяного центробежного насоса с редуктором, всасывающей линии, узла крепления фермы на трактор, гидроподкормщика, газоструйного вакуум-аппарата для заполнения водой насоса и всасывающей линии, гидросистемы для управления фермой и всасывающей линией.

Двухконсольный дождевально-поливной агрегат ДДПА-130/140 (см. табл. 67) разработан на базе агрегата ДДА-100МА. Кроме серийных дождевальных насадок ферма имеет 160 шланговых водовыпусков с шагом 0,7 м, закрепленных к дополнительным штуцерам на нижней стороне водопроводящих труб. Каждый водовыпуск снабжен краном и разбрызгивающим устройством на расстоянии 30—70 см от поверхности земли. Помимо дождевания агрегат позволяет производить полив по бороздам как в движении, так и позиционно.

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-145 (см. табл. 67) разработан на базе агрегата ДДА-100МА. Дефлекторные насадки в нем заменены на центробежные, установленные непосредственно на трубопроводе водопроводящего пояса. Управление фермой автоматизировано при помощи гидравлики.

Дождеватели дальнеструйные навесные ДДН-70 и ДДН-100 (см. табл. 67). Представляют собой навесную машину, агрегатируемую с трактором. Основные части: рама, насос-редуктор, привод, дождевальный дальнеструйный аппарат с механизмом вращения, всасывающая линия с подъемным устройством, механизм заправки насоса водой, карданная передача, гидроподкормщик. Полив осуществляется позиционно по кругу или по сектору. Забор воды проводится от гидрантов закрытых трубопроводов или открытой сети. Дождеватель ДДН-100 может быть переоборудован в навесную насосную станцию.

Дождеватель шланговый ДШ-10 (см. табл. 67) с перемещающимися аппаратами работает в движении в автоматизированном режиме. Дождеватель состоит из следующих основных узлов: одноосного шасси на пневматическом ходу с двумя барабанами для намотки полиэтиленовых трубопроводов; двух тележек с дождевальными аппаратами, присоединенных к гибким длинномерным полиэтиленовым трубопроводам; двух гидродвигателей, обеспечивающих медленное вращение барабанов; механизмов укладки

шланга и его ускоренной намотки; механизма управления и быстродействующего выключающего устройства.

Полив проводится двумя перемещающимися аппаратами, работающими по сектору, которые устанавливают по обе стороны шасси в начале рабочего прохода. Вода подается от гидранта оросительной сети по шлангу, подключенному к шасси, и далее по длинномерным полиэтиленовым трубопроводам к двум дальнеструйным дождевальным аппаратам. Вращение барабанов и перемещение тележек обеспечивают гидродвигатели, работающие от напора в оросительной сети. При подходе тележек с аппаратами к шасси быстродействующее выключающее устройство прекращает подачу воды, и тележки останавливаются. Все оборудование при помощи трактора класса 1,4 т перемещается к следующему гидранту, и процесс полива повторяется. Обслуживает дождеватель тракторист-оператор — один на шесть машин.

Автоматизированный дальнеструйный дождевальный агрегат ДДС-30 (см. табл. 67) состоит из следующих основных узлов: шасси, тяговой лебедки с гидроприводом, шлангового и петлевого барабанов, гибкого высоконапорного шланга, механизма управления компрессором и тросовым барабаном, дождевальных аппаратов ДД-30 и «Роса-3», якоря. Полив проводится в движении дальнеструйным и среднеструйным дождевальными аппаратами, работающими по сектору. Вода подается от гидранта оросительной сети по шлангу, подключенному к агрегату. На противоположном конце рабочего прохода устанавливают якорное устройство, к которому крепят трос от тяговой лебедки агрегата. Движение агрегата при дождевании осуществляется за счет тяги, создаваемой тросом, наматываемым на лебедку. Оборудование перемещается трактором класса 1,4 т. Обслуживает агрегат тракторист-оператор — один на четыре машины.

Дождевальный шлейф ШД-25/300 (см. табл. 67) работает от гидрантов закрытой оросительной сети. Состоит из стального трубопровода диаметром 102 мм и длиной 150 м, на котором установлены три карусельных дождевальных аппарата «Тимирязевец», вращающихся за счет реактивной силы струи. На одном конце карусели установлен дальнеструйный, на другом — короткоструйный дождевальный аппарат. Для предотвращения истирания трубопровода при перемещении его устанавливают на лыжи-ползуны. На новую позицию шлейф перемещают челночным или косым способом на прицепе к тракторам ДТ-75 или Т-40.

Комплект ирригационный КИ-50А «Радуга» (см. табл. 68) состоит из передвижной насосной станции СНП-50/80, магистрального стального трубопровода РТШ-180 длиной не более 300 м, алюминиевых разборных трубопроводов (диаметром 150 мм, длиной 613 м и соответственно 125 мм и 286 м) и двух распределительных (диаметром по 150 мм, длиной по 270 м), четырех дождевальных крыльев (диаметром по 110 мм, длиной по 126 м), дожде-

68. Техническая характеристика дождевальных аппаратов

Показатель	ДД-80	ДД-50	ДД-30	„Роса-1"	„Роса-2"	„Роса-3"
Расход воды, л/с	55—85	38—55	16—30	0,5—1,25	1—3,4	2,5—9,5
Давление, МПа	0,50—0,70	0,50—0,70	0,50—0,70	0,20—0,50	0,20—0,50	0,20—0,60
Интенсивность дождя, мм/мин	0,33—0,64	0,39—0,43	0,15—0,25	0,112—0,284	0,183—0,243	0,157—0,292
Площадь полива (без перекрытия), м²	10 540—11 310	6082—9852	5027—11 310	531—1385	707—2463	1662—3848
Радиус действия, м	57—60	44—70	40—60	13—21	15—28	23—35
Диаметр сменных сопел, мм	16, 40, 46, 52	16, 32, 36, 40	26, 30, 34	6, 7, 8	4, 5, 7, 8, 9	4, 7, 10, 12, 14, 16, 18
Масса, кг	28	27	16	0,6	1,4	1,6

вальных аппаратов «Роса-3» (16 штук — по четыре на каждое крыло), гидроподкормщика ГДП-50, арматуры разборных трубопроводов. Комплект раскладывается на сезон. В процессе полива распределительные и дождевальные трубопроводы перемещаются.

Дождевальные аппараты предназначены для оснащения дождевальных машин, установок и систем.

Дальнеструйные аппараты ДД состоят из трех типоразмеров. Аппараты ДД-30 — односопловые, ДД-50 и ДД-80 — двухсопловые. Полив производится как по кругу, так и по сектору.

Унифицированные среднеструйные аппараты состоят из трех типоразмеров. «Роса-1» имеет одно сопло и проводит полив только по кругу. «Роса-2» и «Роса-3» — трехсопловые с поливом по кругу и сектору (табл. 68).

Применение и выбор дождевальной техники зависят от ряда условий и факторов районирования. Наиболее существенные из них приведены в таблице 69.

Системы синхронного импульсного дождевания применяют:

для полива многолетних насаждений, кормовых культур без образования поверхностного стока;

при расчленении рельефа и уклонах поверхности от 0,05 до 0,3;

на незасоленных почвах любой водопроницаемости, в том числе на маломощных.

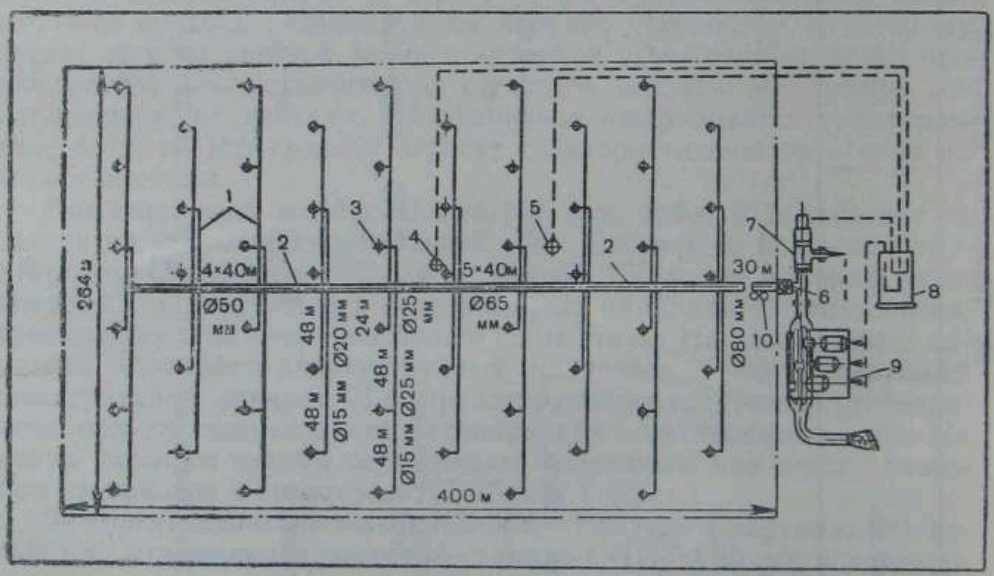


Рис. 25. Схема комплекта синхронного импульсного дождевания для орошения 10 га:

1 — поливные трубопроводы; *2* — распределительный трубопровод; *3* — импульсные дождеватели; *4* — датчик заполнения гидроаккумулятора водой; *5* — датчик необходимости и интенсивности водоподачи; *6* — водосчетчик; *7* — генератор командных импульсов; *8* — пульт управления; *9* — насосная станция; *10* — агрегат для внесения удобрений

69. Условия применения дождевальной техники

Дождевальная техника	Условия районирования																Орошаемые культуры, поля
	климатические		почвенные		геоморфологические			гидрогеологические		биологические		хозяйственные		водохозяйственные			
	дефицит испаряемости, т·м³/га	скорость ветра, м/с	скорость впитывания в 1-й ч, см/ч	глубина почвенного покрова, м	уклон местности	протяженность склонов	сложность рельефа (объем планировки), м³/га	минерализация грунтовых вод, г/л	глубина засоления грунтовых вод, м	высота наземной части растений, м	расчетная глубина корневой системы, м	минимальная ширина участка, м	конфигурация участка	размер взвешенных частиц, мм	минерализация воды, г/л	минимальная температура воздуха, °С	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
«Кубань-М»	2—6	До 10	5—30	>0,5	0,001	>2000	До 200	<5	1,5/2,5	3,0	0,3—0,8	800	Прямоугольная	0,5	1	5	Зерновые, зернобобовые, технические, овощные, бахчевые, кормовые, сенокосы, культурные пастбища
«Кубань-ЛК»	2—6	До 10	5—30	>0,5	0,035	>470	До 500	<5	1,5/3,5	3,0	0,3—0,8	470	Квадратная	0,5	1	5	
«Фрегат»	2—5	До 5	5—30	>0,5	+0,05 −0,05	>400	До 500	<5	1,5/2,5	2,5	0,3—08	400	»	0,5	5	5	
«Днепр»	2—5	До 5	7—30	>0,5	0,02	>1000	До 500	<5	1,5/2,5	2,5	0,3—0,8	460	Прямоугольная	—	—	5	То же
«Волжанка», «Ока»	2—5	До 5	5—30	>0,5	0,02	>400	До 500	<5	1,5/2,5	1,1	0,3—0,8	250 400	»	—	—	5	»
ДДА-100МА, ДДПА-130/140, ДДА-145	1—5	До 7	10—30	>0,5	0,004	>400	До 300	<5	1,5/2,5	2,0	0,3—0,8	120	Любая	3	6	1	Овощные, бахчевые, кормовые, сенокосы, пастбища

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ДДН-70, ДДН-100	2—5	До 2,5	15—30	0,5	0,004	>300	До 300	<5	1,5 / 3,5	4,0	0,3—0,8	100	Любая	3	6	1	То же и сады
КИ-50, КИ-25	1—3	До 5	15—30	0,5	0,10	870	До 800	<5	1,5 / 2,5	4,0	0,3—0,8	580 / 290	Прямоугольная	—	—	5	Овощные, кормовые, технические, луга, пастбища, сады, ягодники, питомники
ШД-25/300	2—5	До 4	10—30	0,5	0,07	1500	До 500	<5	1,5 / 3,5	4,0	0,3—0,8	60	»	—	—	5	Кормовые, сенокосы, пастбища, сады, виноградники, ягодники
ДДС-30	1—5	До 2,5	10—30	0,5	0,1	450	До 400	<5	1,5 / 2,5	2,0	0,3—0,8	90	Любая	—	—	5	Овощные, кормовые, сенокосы, пастбища, сады, ягодники
ДШ-10	1—5	До 2,5	10—30	0,5	0,1	500	До 400	<5	1,5 / 2,5	2,0	0,3—0,8	50	»	—	—	5	
Стационарные	2—5	До 4,0	10—30	0,5	0,1	—	До	<5	1,5 / 2,5	5,0	0,3—0,8	—	»	—	—	5	Овощные, сады, виноградники, чайные и цитрусовые плантации, ягодники

Система синхронного импульсного дождевания включает следующие элементы: водозаборное сооружение, насосные станции, оросительную сеть, генераторы и усилители командных сигналов, импульсные дождеватели, линии связи, систему автоматизации управления поливом (рис. 25).

Системы импульсного дождевания проектируют из модульных участков площадью 10 га с разделением на отдельные зоны (ярусы) с перепадами высот (отметок местности) между ними не более 25 м.

Оборудование КСИД-10А модульного участка включает: стальные трубы d_y=100, 80, 70, 50, 32, 25, 20 мм; импульсные дождеватели ДИ-15; генератор командных сигналов, насос типа ЦНС, запорно-регулирующую арматуру и контрольно-измерительное оборудование. Марка насоса принимается в зависимости от уклона участка: для уклона 0—0,05—ЦНС-38-66; для уклона 0,05—1—ЦНС-38-88; для уклона 0,1—0,2—ЦНС-38-110.

Характеристика комплекта КСИД-10А

Расход воды, л/с	12
Давление, развиваемое насосом, МПа	0,66
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,007
Производительность при поливной норме 600 м³/га, га/ч	0,008
Расстояние, м:	
между поливными трубопроводами	38
между дождевальными аппаратами	44
Количество дождевальных аппаратов, шт.	59
Масса, кг	12 000

Характеристика аппарата ДИ-15

Подводимый расход воды, л/с	0,23
Давление на гидранте, МПа	1,25
Расход выплеска, л	8,2
Нижнее давление при выплеске, МПа	0,3
Масса, кг	59,5

Запорно-регулирующую и измерительную аппаратуру, генераторы и усилители командных сигналов устанавливают, как правило, в колодцах.

ВНУТРИПОЧВЕННОЕ, КАПЕЛЬНОЕ И АЭРОЗОЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ

Внутрипочвенное орошение — способ орошения, при котором вода поступает по капиллярам непосредственно в корнеобитаемый слой почвы из системы увлажнителей, уложенных ниже поверхности земли.

Системы внутрипочвенного орошения создают, как правило, в степных, полупустынных и пустынных зонах при остром дефиците воды для полива высокорентабельных сельскохозяйственных куль-

тур, а также вблизи населенных пунктов и животноводческих комплексов при использовании для орошения подготовленных городских сточных вод и животноводческих стоков.

Вода для полива, сточные воды, животноводческие стоки должны удовлетворять следующим требованиям: размеры твердых частиц не должны превышать 1 мм; мутность — 0,04 г/л, минерализация — 1 г/л. При необходимости предусматривают отстойники или очистные сооружения.

Системы внутрипочвенного орошения применяют с соблюдением следующих требований: уклон местности по длине увлажнителей должен быть не более 0,01; почвы незасоленные, легкого, среднего и тяжелого гранулометрического состава со скоростью капиллярного поднятия не менее 0,5 мм/мин; глубина закладки увлажнителей в грунт — от 0,4 до 0,6, максимальная длина увлажнителя — до 250 м.

Расстояние между увлажнителями для культур сплошного сева принимают 1 м — на легких, 1,5 — на средних и 2 м — на тяжелых по гранулометрическому составу почвах. На супесях и легких суглинках при высокой водопроницаемости нижнего подпахотного слоя увлажнители укладывают на экран из полиэтиленовой пленки, увеличивая расстояние между ними до 2 м. Расстояние между увлажнителями для садов и виноградников принимают равным расстоянию между рядами посадок.

Перфорация увлажнителей должна обеспечивать требуемый расход воды на единицу длины увлажнителя при расчетном напоре. Диаметр отверстий принимают от 50 до 100 м.

Капельное орошение — способ орошения, при котором увлажнение почвы осуществляется в зоне максимального развития корневой системы растений, что обеспечивает ее хорошую аэрацию. При этом способе вода равномерно падающими каплями подается непрерывно к каждому растению на протяжении всего вегетационного периода в количестве, соответствующем водопотреблению данной культуры.

Капельное орошение по сравнению с другими способами орошения имеет ряд преимуществ: экономное расходование воды (в 1,5—2 раза меньше) и повышение урожайности культур на 20—50%. Однако ввиду высокой стоимости системы капельного орошения применяют при возделывании высокорентабельных многолетних насаждений (сады, виноградники, ягодники) и ограниченных водных ресурсах.

Системы капельного орошения располагают:

на незасоленных почвах при уровне пресных подземных вод на глубине не менее 2 м, минерализованных — не менее 4 м;

на предгорных участках со сложным и изрезанным рельефом и уклонами поверхности более 0,05;

на равнинных участках, как правило, с легкими почвами (песчаные, каменистые).

Основными элементами систем капельного орошения являются водозаборные сооружения, насосные станции, узел приготовления удобрений, оросительная сеть, линии связи, система автоматизации, лесополосы, дороги. Оросительная сеть состоит из магистрального трубопровода, сети распределительных, участковых и поливных трубопроводов тупикового типа с арматурой и капельницами.

Системы капельного орошения проектируют стационарными с надземным или подземным расположением поливных трубопроводов, автоматизированной подачей воды с учетом планового расположения распределительной сети и модульных участков. Размеры модульных участков назначают в увязке со схемой работ по организации орошаемой территории (размещение сооружений, поселков, проведение культуртехнических работ и др.).

Для распределительных трубопроводов старшего порядка применяют железобетонные и асбестоцементные трубы, использование стальных труб не допускается. Стальная соединительная арматура должна иметь внутреннюю и внешнюю противокоррозионную защиту. Распределительные трубопроводы младшего порядка выполняют из пластмассовых труб длиной не более 200 м для садов и 500 м для виноградников.

Поливные трубопроводы при наземном расположении в существующих садах и виноградниках размещают вдоль рядов насаждений на высоте не более 70 см, при подземном расположении во вновь создаваемых садах и виноградних — на глубине не менее 50 см. Их выполняют из пластмассовых труб и подключают к распределительным с одной или двух сторон.

Капельницы применяют непрерывного и порционного действия с автоматическим режимом промывки и промывочным расходом от 20 («Молдавия-1А») до 40 л/ч (табл. 70).

Расстояния между капельницами на поливном трубопроводе определяют расчетом в соответствии с впитывающей способностью корнеобитаемого слоя почвы и водопотреблением растений. Капельницы располагают на расстоянии не менее 50 см от штамба растений.

Методы очистки воды, состав и расчетные параметры водоочистных сооружений и устройств выбирают в зависимости от качества воды в источнике орошения, требований капельниц и применяемых устройств автоматики. Следует предусматривать проведение профилактических промывок.

При содержании в исходной воде гидробионтов в количестве более 20 мг/л необходимо предусматривать ее купоросование в регулирующих или водопропускных сооружениях (бассейнах, аванкамерах, трубопроводах).

Аэрозольное орошение — один из новых способов, используемых для создания оптимального микроклимата на посевах сельскохозяйственных культур. Периодически, примерно через 1,5—2 ч,

70. Техническая характеристика капельниц

Показатель	„Молдавия-1А"	„Горная"	КУ-1	К-383	„Таврия"
Рабочее давление, МПа	0,08—0,25	0,03—0,6	0,05—0,06	0,2—0,6	0,4—0,8
Давление в режиме промывки, МПа	0,01—0,04	0—0,03	0,03	0,02	—
Производительность, л/ч	4±1	2±0,65	4±1	5,5±1	7—10
Масса, кг	0,01	0,01	0,025	0,01	—
Допустимое содержание взвешенных частиц, мг/л	50	100	80	100	—
Условия эксплуатации	—	—	—	Участки с перепадом высот до 60 м	Уклон до 0,02

посевы обрабатывают мелкораспыленной водой с диаметром единичной капли 300—500 мк. Расход воды — 100—140 л/га за разовый полив. Такое орошение применяют только в жаркое время дня, при температуре воздуха выше 25°С. Аэрозольное орошение снижает температуру растений на 6—12 °С. Этот прием резко увеличивает урожайность сельскохозяйственных культур, улучшает качество продукции при значительном (на 40—50%) сокращении затрат воды. Особенно эффективен в засушливый период при высокой влажности почвы. Аэрозольное орошение используют также для предотвращения гибели урожая при суховеях как на орошаемых, так и на богарных землях в степной зоне.

Разрабатывают технические средства для аэрозольного орошения на базе ряда дождевальных машин, туманообразующих устройств с использованием энергии воздушного потока, стационарных систем.

ОРОСИТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

ОТКРЫТАЯ СЕТЬ

Открытые оросительные системы наиболее распространены, они имеют каналы (облицованные или необлицованные) в земляном русле или лотковые каналы, сооружаемые на различных по высоте опорах. На открытых оросительных каналах устраивают гидротехнические сооружения для регулирования уровня и расхода воды и для сопряжения бьефов каналов. Головное водозаборное сооружение обеспечивает забор воды в оросительную систему и предохраняет ее от попадания наносов, мусора, шуги.

Оросительная сеть состоит из проводящей и регулирующей сетей.

Проводящая сеть состоит из магистрального канала, межхозяйственных, хозяйственных и внутрихозяйственных распределительных каналов (распределителей) различных порядков. Каналы проводящей сети работают в течение поливного периода непрерывно или длительными тактами. Магистральный канал подает воду из источника орошения в межхозяйственные распределители, которые подводят ее к отдельным хозяйствам или севооборотным участкам, внутрихозяйственные распределители подают воду к полям севооборотов или поливным участкам.

Оросительные каналы в плане располагают таким образом, чтобы при минимальных затратах на строительство и эксплуатацию обеспечить подачу воды в необходимых количествах и в нужное время, максимальный КПД каналов и коэффициент земельного использования (КЗИ), эффективную эксплуатацию каналов и сооружений на них, высокопроизводительное использование сельскохозяйственной техники. Необходимым условием работы оросительной сети является командование магистрального канала (превышение уровня воды в нем на 20—22 см над уровнем воды в каналах последующих порядков) над орошаемой площадью и каналов старших порядков над каналами младших порядков для обеспечения самотечного полива.

Регулирующая сеть в открытых оросительных системах состоит из временных оросителей, выводных борозд, из которых вода поступает в поливную сеть (борозды, полосы) или забирается дождевальными или поливными машинами. Открытую регулирующую сеть нарезают ежегодно до поливов и заравнивают ее после них или непосредственно перед каждым поливом и во время каждой послеполивной культивации.

Принципы проектирования оросительной сети в плане рассматривают отдельно для сети, расположенной на поле севооборотного участка, на севооборотном участке или в хозяйстве и на орошаемом массиве в целом.

Расположение сети на поле зависит в основном от способа и техники полива, от топографических условий и вида сельскохозяйственной культуры. При орошении пойм оросители располагают вдоль водоисточника или тальвега поймы.

Оросители могут быть временными или постоянными, трассы временных оросителей являются постоянными и должны быть прямолинейными и параллельными между собой.

На землях с двусторонним регулированием водного режима оросители должны проходить полностью в выемке без соблюдения командования на орошаемой территории. Уклон оросителей выбирают из условия неразмываемости и незаиляемости русла: от 0,0003 до 0,002. Вдоль оросителей прокладывают дорогу для

прохождения поливной техники и вывоза сельскохозяйственной продукции.

На землях с двусторонним регулированием водного режима не допускается пересечение оросителей как с открытыми осушительными каналами, так и с закрытыми дренами. Следует предусматривать сброс воды из оросителей непосредственно в осушительную сеть или через сбросные каналы.

Внутрихозяйственные распределители проектируют по границам полей (по наивысшим точкам) с возможно наименьшей длиной. Севооборотные распределители проводят по границам севооборотных участков или полей, причем для каждого севооборотного участка должен быть запроектирован отдельный распределитель, не зависящий от других.

Хозяйственный распределительный канал забирает воду из магистрального канала или межхозяйственного распределителя и подает его в севооборотные каналы, в усадебный распределитель или непосредственно во внутрихозяйственные каналы, если в хозяйстве орошается один севооборотный участок.

Расположение в плане магистрального канала, его ветвей и межхозяйственной сети зависит от геоморфологических условий местности, типа водоисточника и его расположения по отношению к орошаемому массиву, а также от типа водозабора. Эти условия определяют длину магистрального канала, его уклон, командование и др.

Каналы на расход воды до 10 м³/с по строительным глубинам подразделяются на три группы: от 0,5 до 1, от 1 до 2 и от 2 до 3 м.

Типоразмеры и основные параметры поперечных сечений каналов должны соответствовать значениям, указанным на рисунке 26 и в таблице 71.

71. Типоразмеры поперечных сечений оросительных каналов (по ОСТ 33—22—76), м

Канал	Строительная глубина	Ширина по дну	Заложение откосов
В земляном русле	0,5—1,0	0,4; 0,8	1,0; 1,5
	1,0—2,0	0,8; 1,0; 1,5	1,0; 1,5
	2,0—3,0	1,5; 2,0; 2,5	1,5; 1,75
С облицовкой монолитным бетоном	0,5—1,0	0,8	1,5
	1,0—1,5	1,0	1,5
	1,5—2,0	1,5	1,5
	2,0—2,5	2,0	1,5
	2,5—3,0	2,5	1,5
С облицовкой сборным железобетоном	1,0—2,0	1,0; 1,5	1,0; 1,5
	2,0—3,0	1,5; 2,0; 2,5	1,5

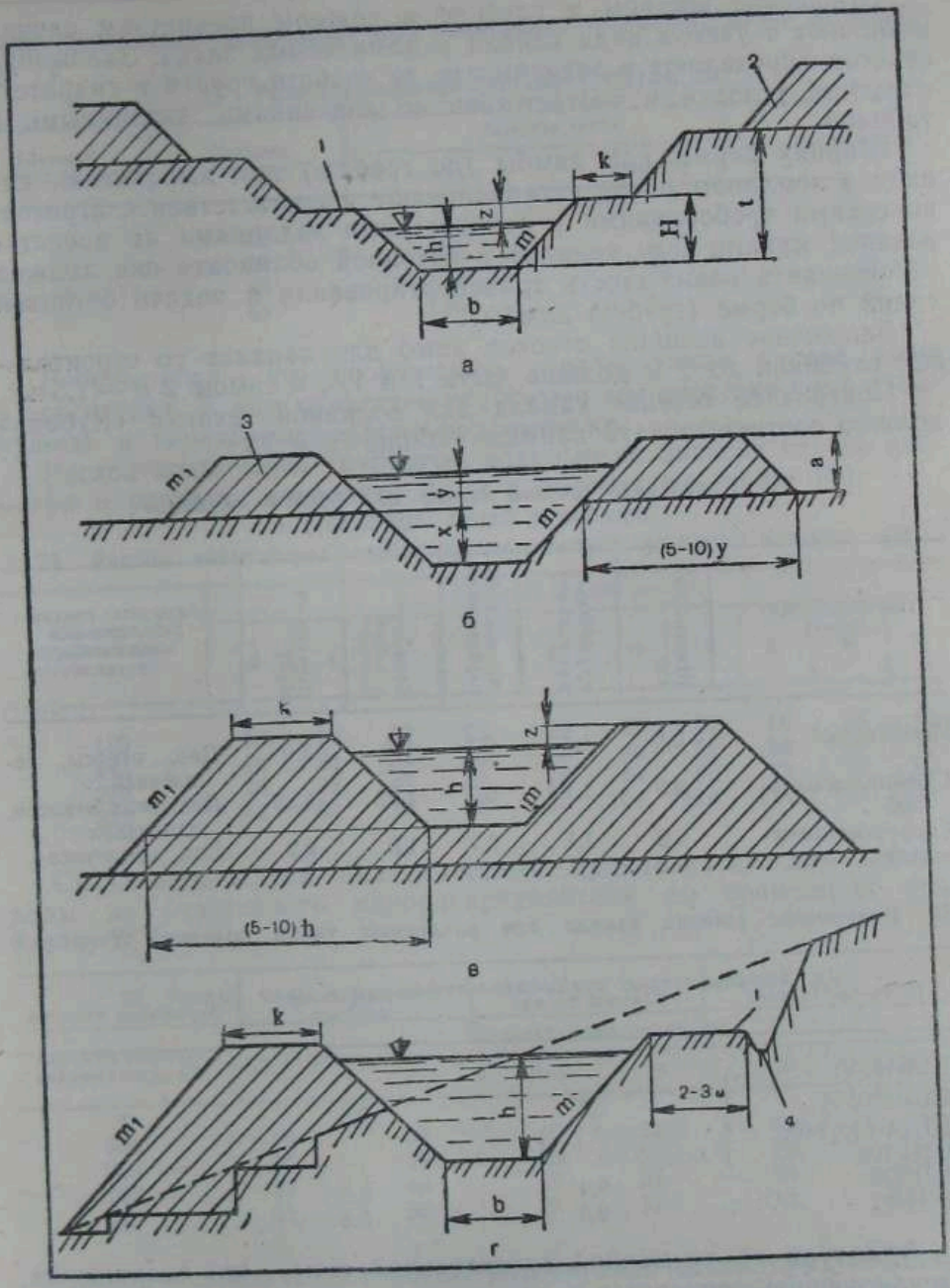


Рис. 26. Конструкции каналов:

а — в выемке; *б* — в полунасыпи-полувыемке; *в* — в насыпи; *г* — на склоне; *1* — берма; *2* — кавальер; *3* — дамба; *4* — нагорный канал

Отношение ширины к глубине в каждом конкретном случае выбирают с учетом вида канала и намечаемых задач. Заложение откосов определяют в зависимости от свойств грунта и гидротехнических условий в соответствии со значениями, указанными в таблице.

Ширину бермы или дамбы (по гребню) при выполнении канала в земляном русле устанавливают в соответствии с агротехническими требованиями и техническими заданиями на проектирование машин. Для каналов в бетонной облицовке она должна обеспечивать возможность транспортирования и подачи бетонной смеси по берме (гребню дамбы).

Заложение внешних откосов дамб для каналов со строительной глубиной до 2 м должно быть 1 и 1,5, а свыше 2 м — 1,5 и 2.

Поперечное сечение канала для поливной техники «Кубань» должно соответствовать данным таблиц 72 и 73.

72. Поперечное сечение канала для ЭДМФ «Кубань» (пособие к СНиП 2.06.03.85), м

Тип облицовки (бетон)	Ширина по дну	Строительная глубина	Минимальная глубина воды	Заложение откосов	Ширина поверху	Элементы канала, заделываемые монолитным бетоном
Монолитный	0,6	1,1	0,7	1,5	3,0	Дно, откосы, заплечики
Сборно-монолитный	0,6	1,1	0,7	1,25	3,35	Дно, верх откосов, заплечики
Сборно-монолитный	0,6	1,1	0,7	1,0	2,3	Дно, заплечики

73. Поперечное сечение канала для различных типов поливной техники, м

Поливная техника	Ширина по дну	Строительная глубина	Заложение откосов
ППА-165У; ДДА-100МА; ДДПА-130/140; ДДН-100	0,6	0,5	1
ДДН-70	0,4	0,5	1
ДЧП-30	0,5	0,3	1

Арматура на временной оросительной сети — это сооружения, регулирующие горизонты и расход воды во временных оросителях. К ним относятся перегораживающие щиты, трубчатые водовыпуски и сифоны-водовыпуски.

Перегораживающие щиты изготавливают переносными из листового железа толщиной 2 мм. Размеры щитов, перегораживаю-

щих временные оросители или выводные борозды, даны в таблице 74.

74. Размеры перегораживающих щитов, см

Ширина канала по дну	Глубина канала	Ширина щита		Высота щита
		поверху	понизу	
20	25	90	30	35
30	30	110	40	40
40	40	130	50	50
50	45	150	60	55

Водовыпуски — это сооружения, регулирующие расход воды в оросителях. К ним относятся трубчатые водовыпуски типа «хлопушка» и переносные сифоны-водовыпуски.

Расход воды через трубчатый водовыпуск зависит от его диаметра и разности горизонта воды в оросителях (табл. 75).

75. Расход воды через трубчатый водовыпуск круглого сечения, л/с

Диаметр трубы водовыпуска, мм	Разность горизонтов, см									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
185	13	16	22	25	29	31	33	36	38	43
243	20	28	34	39	44	49	52	56	59	62
279	26	36	45	52	58	64	68	73	77	82
322	44	64	76	88	98	107	116	124	131	138

Сифон-водовыпуск пластмассовый предназначен для подачи воды из участкового водораспределителя во временную сеть (табл. 76).

76. Расход воды через сифон-водовыпуск пластмассовый, л/с

Диаметр сифона-водовыпуска, мм	Разность горизонтов, см					
	2	5	10	15	20	30
220	19	30	43	52	60	74
250	25	39	55	67	78	95
280	31	49	69	85	98	119
300	35	56	79	97	112	137

Сифон-водовыпуск из полимерно-металлических труб предназначен для подачи воды из участкового водораспределителя во временную оросительную сеть. Зарядку сифона осуществляют при помощи вакуум-насоса. К выходному концу сливного оголовка быстросъемным хомутом прикреплен гибкий мелиоративный шланг с тросиком для регулирования подачи воды (табл. 77).

77. Техническая характеристика сифона-водовыпуска из полимерно-металлических труб

Показатель	Внутренний диаметр сифона, мм	
	150	250
Расход воды, л/с	10,5—18,5	18,2—42,0
Давление, кПа	0,59—2,16	0,39—1,77
Высота всасывания, м	0,15—0,31	0,20—0,34
Время заполнения сифона водой, с	25—60	50—120
Длина мелиоративного шланга, мм	2500	2500
Размеры, мм:		
длина	4700	4700
высота	1050	1180
Масса, кг:		
сифона	15	24,5
вакуум-насоса	10	10

ЗАКРЫТАЯ СЕТЬ

Закрытая оросительная система имеет проводящую и регулирующую внутрихозяйственную сеть, состоящую из напорных и безнапорных трубопроводов и сооружений на них. Такие системы можно классифицировать по ряду признаков.

По конструкции они делятся на стационарные, полустационарные и передвижные. Стационарные системы состоят из постоянных трубопроводов, заложенных в землю на разной глубине с гидрантами для подключения поливной техники. Полустационарные системы состоят из постоянных подземных и разборных поверхностных трубопроводов, к которым подключают поливную технику. Передвижные системы состоят из разборных трубопроводов, уложенных на поверхности земли.

В системах напор создается за счет насосных станций или естественного уклона местности (более 0,003). Напор создается в одной точке в голове системы или в нескольких точках — рассредоточенно.

На закрытых оросительных системах применяют все способы орошения.

Трубопроводы закрытых оросительных систем классифицируют по следующим признакам.

Трубопровод	Особенности применения
	По назначению
Магистральный	Главный водопроводящий трубопровод, по которому вода из источника орошения подается на орошаемую площадь
Распределительный	Предпоследнее звено закрытых оросительных систем, распределяющих воду по поливным трубопроводам

Поливной	Трубопровод последнего порядка, из которого вода поступает непосредственно в поливную технику или распределяется по орошаемой площади
По устройству	
Закрытый	Трубопровод уложен в землю
Открытый	Трубопровод уложен на поверхности земли
Разборный	Трубопровод соединяют при помощи быстроразборных соединений и укладывают стационарно на сезон или перемещают в процессе полива

Для трубчатой оросительной сети при укладке в землю желательно применять напорные неметаллические трубы: железобетонные, асбестоцементные, пластмассовые.

Применение стальных труб обязательно: на участках с расчетным внутренним давлением более 1,5 МПа (15 кгс/см^3); при устройстве переходов под железными и автомобильными дорогами, через водные преграды и овраги; при прокладке трубопроводов по автодорожным и городским мостам, по опорам эстакад и в тоннелях. Стальные трубы должны быть экономичными, с оптимальной толщиной стенки.

Трубопроводы лучше укладывать под землей на глубине (считая от верха трубы) не более 2 м. В зоне отрицательных температур трубы и элементы стыковых соединений должны быть выполнены из морозостойкого материала. Трубопроводы, испытывающие воздействие наземного транспорта, укладывают на глубину не менее 1 м.

Для обеспечения нормальной работы закрытой оросительной сети применяют различную арматуру, которая по своему назначению делится на запорную, регулирующую и предохранительную (табл. 78).

Первая предназначена для полного перекрытия потока воды в трубопроводе, вторая (регулирующая и запорно-регулирующая) — для изменения давления или расхода воды в трубопроводе, третья — для предохранения поливной техники от разрушения при превышении допустимого давления воды.

По расположению подземных трубопроводов в плане их можно стандартизировать. Наиболее типичны Т-образная, Ш-образная и П-образная схемы (рис. 27). В зависимости от конфигурации участка стандартные схемы применяют в двух случаях. Если участок имеет квадратную или близкую к ней форму, то наиболее оптимальной по расходу труб и капитальным вложениям является Т-образная, затем — Ш-образная и на последнем месте — П-образная схема. Если участок вытянут от водоисточника или расположен вдоль него, то наиболее целесообразны Т-образная и П-образная схемы.

78. Типы арматуры для закрытых оросительных систем

Арматура	Диаметр условного прохода арматуры, мм	Условное обозначение	Рабочее давление, МПа
1	2	3	4
Запорная арматура			
Клиновая задвижка:			
с выдвижным шпинделем и ручным приводом	50, 100	31ч6нж	1,0
с невыдвижным шпинделем и ручным приводом	50, 80, 100, 150, 200, 250	30ч47бр	1,0
фланцевая стальная с выдвижным шпинделем и ручным приводом	150, 200	30с64нж	2,5
с выдвижным шпинделем и ручным приводом с конической передачей	300, 500	30с564нж	2,5
с выдвижным шпинделем с электроприводом	200, 500	—	2,5
Дисковый затвор:			
с уплотнением по корпусу и ручным приводом от рукоятки с защелкой	50, 80	Л99Л30-ЦКБА	1,0
поворотный с уплотнением по корпусу:			
с ручным приводом от червячного редуктора	100, 150	2967-100-00СБ; 2866-150-00СБ	1,0
с ручным приводом от рычажно-винтового редуктора	200, 300, 400	2942-300-00СБ; 2861-200-00СБ; 2866-150-01-00СБ	1,0
с гидроприводом	150, 200, 300	2866-150-00СБ; 2861-200-00СБ; 2942-300-00СБ	1,0
Поворотный фланцевый затвор с уплотнением по диску с электроприводом	600, 800, 1000, 1200	ИА 29044	1,0
Поворотный дисковый фланцевый затвор с уплотнением по диску с электроприводом	1400, 1600	32с908р	1,0
Шланговый фланцевый затвор	50, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300	1798007	0,6

1	2	3	4
Водоразборная арматура:			
гидрант-водовыпуск	180×125	Г-180/125	0,6
гидрант трубопровода РТА 220	220×96	—	0,6
гидрант с цилиндрическим затвором	200	ГДМ-200	1,0
гидрант-водовыпуск	180	ГВ-3	1,0
Регулирующая арматура			
Регулирующая и запорно-регулирующая:			
универсальный регулятор давления вентильного типа	150, 200	РДУ	1,6
фланцевый регулятор давления вентильного типа	150, 200	РД	1,6
регулятор давления на базе поворотного затвора с гидроприводом	150, 200, 300	—	1,2
кольцевая фланцевая задвижка с внешним гидроприводом	200, 300, 500	—	1,6
кольцевая задвижка со встроенным гидроприводом	200, 300	—	1,6
Обратные клапаны:			
поворотный с регулируемым закрытием	200, 250	—	1,6
	300	—	1,6
	400, 500, 600, 800, 1000		1,6
бесфланцевый с односторонней подвеской диска	50, 80, 100, 150	КОБ-1,6	1,6
поворотный фланцевый	100, 150	КА44075	—
Предохранительная арматура			
Противоударные приспособления:			
предохранительное сбросное устройство	100	ПСУ-100	1,4
противоударный самонастраивающийся клапан	100	КЗГ-120	1,4
гасители гидравлических ударов конструкции УкрВОДГЕО	200, 350	ГУ-200; ГУ-350	—

Продолжение

1	2	3	4
противоударный клапан-гаситель	100, 150	ГУ-10	1,0
противоударное устройство	50	ПГУ-50	0,4—1,2
воздушно-гидравлические емкости	—	—	1—2,5
обратные поворотные однодисковые клапаны с шарнирной подвеской	50, 80, 100, 150, 200, 250	19ч16р	1,6
	50, 80, 100, 150, 200	КОП-40	4,0
обратный клапан с мягким уплотнением	50, 150	КВЗВ	1,6
воздушно-гидравлический поплавок с устройством для выпуска воздуха	500	—	—
предохранительное устройство с разрывными мембранами	50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250	—	2,5
Устройства для впуска и выпуска воздуха:			
одношаровой вантуз	50	ВМТ-50; ВМТ-50М	1,0
двухшаровой вантуз	100	ВМТ-100	1,0
рычажный вантуз	50	В-6	1,6
		В-8	
воздухоотводчик с пористым стеклом конструкции ЛИИЖТ	25	—	0,08, 0,33, 0,77, 1,2, 2,1, 5,0
универсальный вантуз типа ВМ конструкции УкрНИИГиМ	50, 100	ВМ-50Л	1,6
		ВМ-100Л	
универсальный вантуз конструкции ЛИИЖТ	100	—	1,0
клапан для впуска и защемления воздуха	100, 150	КВВВ	1,6
клапан срыва вакуума	100, 150, 200	КСВ-100-1,6; КСВ-150-1,6; КСВ-200-1,6	1,6

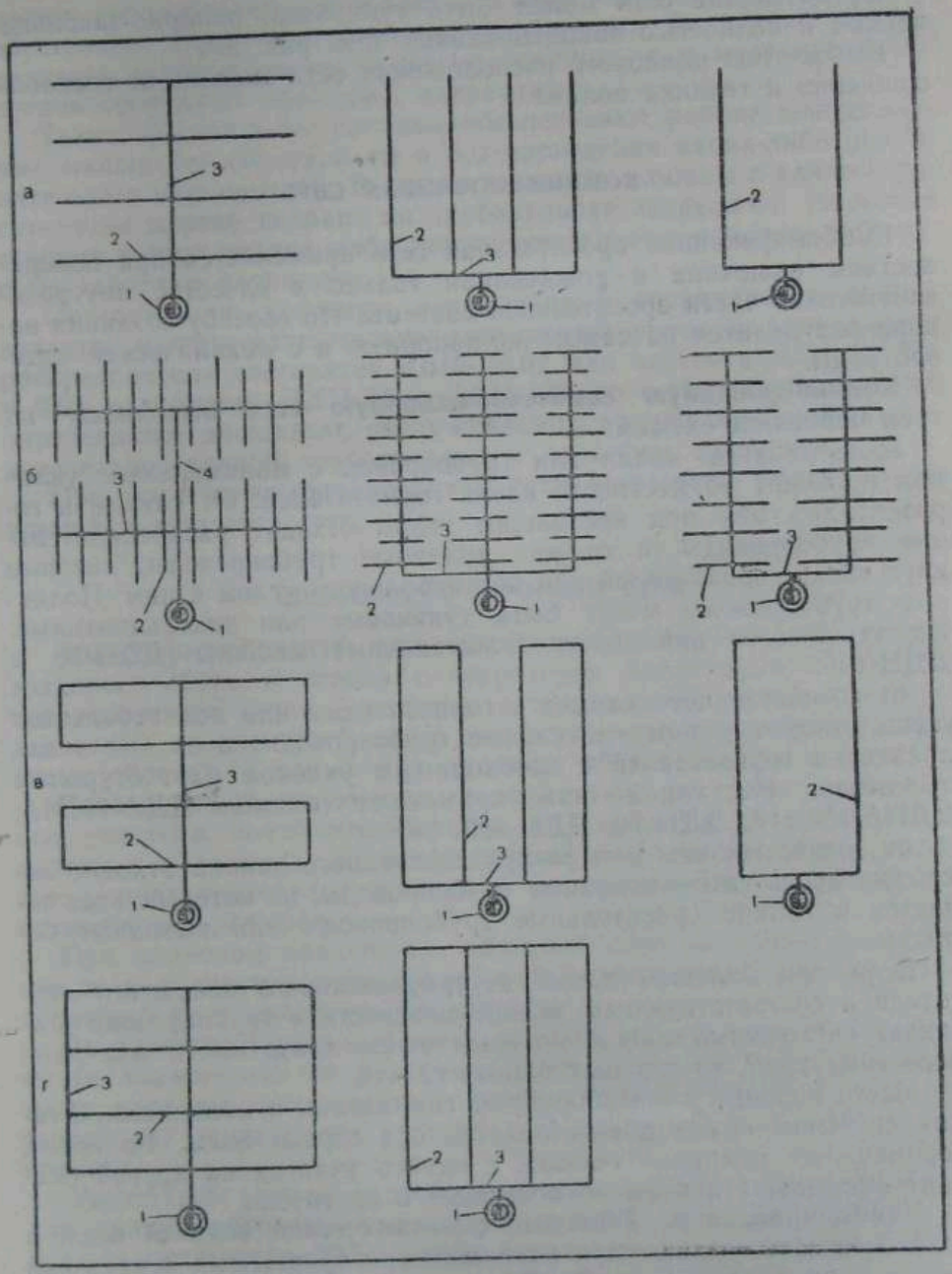


Рис. 27. Типовые схемы закрытых оросительных систем:

а — Т-, Ш- и П-образная; *б* — схемы тупиковой сети; *в* — попарно-закольцованной сети; *г* — полностью закольцованной сети; *1* — насосная станция; *2* — подводной трубопровод; *3* — распределительный трубопровод; *4* — магистральный трубопровод

Оросительная сеть может быть тупиковой, попарно-закольцованной и полностью закольцованной (см. рис. 27).

Выбор типа планового расположения сети зависит от способов орошения и техники полива.

КОМБИНИРОВАННАЯ СЕТЬ

Комбинированная оросительная сеть применяется при поверхностном орошении и дождевании только в качестве внутрихозяйственной части оросительной системы. По способу создания напора она делится на самотечно-напорную и с механической подачей воды.

Комбинированную самотечно-напорную сеть выполняют по трем основным схемам:

хозяйственный канал или трубопровод с минимальным уклоном проходит по местности вдоль горизонталей. От канала к горизонталям или под небольшим углом отходят распределительные трубопроводы, а от них поливные трубопроводы, которые идут вдоль горизонталей или под небольшим углом к ним. Поливные трубопроводы могут быть тупиковые или закольцованные. На такой сети применяют дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-100;

от хозяйственного канала к горизонталям или под небольшим углом отходят распределительные трубопроводы, а от них в направлении горизонталей с необходимым уклоном идут открытые оросители, На такой сети применяют машины ДДА-100МА, ДДПА-130/140, ДДН-70, ДДН-100;

от хозяйственного или распределительного канала отходят закрытые оросители — поливные трубопроводы, из которых вода подается в гибкие оросительные трубопроводы или выводные борозды.

Если при большой длине внутриучасткового закрытого оросителя и соответствующем уклоне местности в трубопроводе возникает избыточный напор, который выше допустимого для данного типа труб, то его необходимо гасить.

Места водовыпусков оборудуют гидрантами и колодцами. В таких системах полив обеспечивается без сброса воды. Во время перемещения поливной техники с одного участка на другой гидрант закрывают и вода не поступает в оросители.

Комбинированные системы с механической подачей воды в закрытую сеть создают при расположении орошаемых земель выше источника орошения. Оросительную сеть в этом случае проектируют следующим образом. Хозяйственный канал с минимальным уклоном проходит по местности вдоль горизонталей. От канала нормально или под небольшим углом к нему проходят внутрихозяйственные закрытые распределители, от которых в направ-

лении горизонталей с необходимым уклоном и через определенное расстояние отходят временные оросители. В голове распределителя устанавливают насосную станцию, а в местах водовыпусков оборудуют колодцы с гидрантами.

Такие оросительные системы обеспечивают работу дождевальных машин без сброса воды и без проведения каких-либо дополнительных мероприятий. В случае переезда машины с одного оросителя на другой гидрант на трубопроводе закрывают. Насосная станция в этот период либо автоматически отключается, либо насосы работают вхолостую.

Поскольку по условиям применения и эксплуатации дождевальных машин максимально допустимый уклон в направлении распределителя составляет 0,015—0,02 для агрегата ДДА-100МА и 0,01 для машин ДДН-70 и ДДН-100, то выбор трубопроводов определяется площадью, обслуживаемой данной машиной, а следовательно, длиной трубопровода и рельефом местности.

При расчете комбинированной сети учитывают элементы открытой и закрытой сети.

ВОДОСБОРНО-СБРОСНАЯ СЕТЬ

Водосборно-сбросную сеть каналов проектируют для организованного сбора и отвода с территории оросительной системы: поверхностного стока (ливневых и талых вод); воды из распределителей и оросителей при технологических и хозяйственно-бытовых сбросах, а также при авариях; сбросной воды с полей.

Водосборно-сбросную сеть располагают по границам поливных участков, полей севооборотов, как правило, по пониженным местам с максимальным использованием тальвегов, лощин, оврагов, с предварительной проверкой их пропускной способности и возможности размыва.

При плановом размещении сбросной сети возможно совмещение ее с коллекторно-дренажной сетью, кюветами проектируемой дорожной сети оросительной системы.

За расчетный расход воды в каналах водосборно-сбросной сети (в зависимости от расположения и порядка канала) принимают расходы поверхностного стока 10%-ной обеспеченности с территории орошаемого участка или поверхностного сброса при поливах.

Расчетный расход водосборных каналов, предусматриваемых для приема сбросных вод с оросительной сети при поливах, не должен превышать 30% суммы расчетных расходов одновременно действующих оросительных каналов, сбрасывающих в него воду.

Для опорожнения открытых и закрытых распределителей и оросителей, а также для промывки трубопроводов закрытой оросительной сети предусматривают концевые сбросные каналы.

Расчетный расход концевого сбросного канала принимают в пределах 25—50% расхода воды оросительного канала (трубопровода) на концевом участке. Он должен также обеспечивать создание транспортирующей скорости для удаления наносов из трубопровода.

При возможности опорожнения через оросительную сеть низшего порядка сбросная сеть для канала высшего порядка (трубопровода) не предусматривается. Расчетный сбросной расход при этом принимают равным расходу канала, по которому намечен сброс воды, а коэффициент шероховатости каналов сбросной сети — как в земляном русле.

Уровень воды в водосборно-сбросном канале высшего порядка должен быть ниже уровня воды в канале низшего порядке не менее чем на 0,05 м. Уровень воды в водосборных каналах при расчетных расходах должен быть на 0,15—0,2 м ниже поверхности земли.

Водоприемники сбросных вод, которыми могут служить естественные и искусственные водотоки и водоемы, должны обеспечивать отвод и аккумуляцию расчетных объемов сбросных вод без создания подпора уровней воды в водоотводящих каналах (трубопроводах).

Нагорные каналы прокладывают по границе оросительной системы на склоне выше оросительных каналов.

РИСОВЫЕ ОРОСИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ОСОБЕННОСТИ И ТИПЫ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Рисовые оросительные системы размещают в районах, имеющих сумму положительных температур за вегетационный период не менее 2500°, достаточные водные ресурсы, малопроницаемые почвы, на землях с общими уклонами поверхности не более 0,005. Не допускается размещение рисовых систем на болотных почвах с мощностью пласта торфа в естественном состоянии более 0,5 м.

Рисовые оросительные системы кроме элементов, входящих в обычную систему, включают: поливные (рисовые) карты, состоящие из отдельных чеков (горизонтальных площадок); картовые оросители, картовые сбросы, сбросы-оросители, при необходимости оградительные дрены и дамбы.

Поливная (рисовая) карта ограничивается по периметру каналами низшего звена оросительной, сбросной и дренажной сети и является частью поля рисового севооборота. Картовые оросители, картовые сбросы и сбросы-оросители с сооружениями, являющиеся низшим звеном оросительной, сбросной и дренажной се-

ти, как правило, проектируют с автоматизированным регулированием глубины воды в чеках.

Первичным элементом орошаемой территории, занятой рисовыми севооборотами, является поливная (рисовая) карта, ограниченная по периметру младшими каналами оросительной и водоотводной сети. Несколько смежных рисовых карт образуют поле севооборота, группа севооборотных полей — севооборотный участок. Желательно, чтобы ширина карт была кратной 20 м, а оси ограждающих каналов совпадали со створами планировочной сетки.

По конструкции рисовые карты в зависимости от способа подачи, отвода воды и количества чеков проектируют следующих типов.

Карта краснодарского типа с раздельной подачей и сбросом воды. Вдоль одной из длинных ее сторон расположен картовый оросительь, выполненный в насыпи (как правило, двустороннего командования), а по другой — картовый сбросный канал. Поливные карты располагают длинной стороной по уклону местности. Чеки проектируют «сквозными», т. е. между картовым оросителем и картовым водоотводным каналом размещают только один чек. Подачу воды осуществляют из картовых оросителей с горизонтами воды, командующими над поверхностью чека (рис. 28).

Карта широкого фронта (КШФ) с совмещенной функцией подачи и сброса воды. Подача воды осуществляется за счет переполнения заглубленного канала (сброса-оросителя). При разбивке карт широкого фронта на отдельные чеки в местах примыкания поперечных валиков к сбросу-оросителю на последнем предусматривают водоподпорные сооружения. Такие карты применяют при уклонах местности до 0,001 и располагают длинной стороной вдоль горизонталей местности с планированием каждой карты под одну отметку (карты-чеки). Сбросы-оросители питаются из участковых распределителей и отводят воду в участковые коллекторы. В неполивной период сбросы-оросители работают как картовые дрены.

Карта кубанского типа с раздельной подачей и сбросом воды. Картовые оросители и сбросы двустороннего командования. Площадь чеков этой системы — 6 га (200×300 м). Систему комплектуют из конструктивных модулей, каждый из которых является севооборотным полем. Из полей (модулей) комплектуют участки севооборотов, а последние составляют систему в целом (рис. 29).

Карта дальневосточного типа. Ее особенностью является отсутствие периферийных и продольных валиков. Ороситель-сброс устраивают с низовой стороны, что обеспечивает отвод воды с карт и пахотного горизонта. Карта заливается водой, свободно перетекающей по всему фронту примыкания оросителя-сброса при его переполнении. Картовый ороситель-сброс обеспечивает беспрепятственный сброс воды с любой точки.

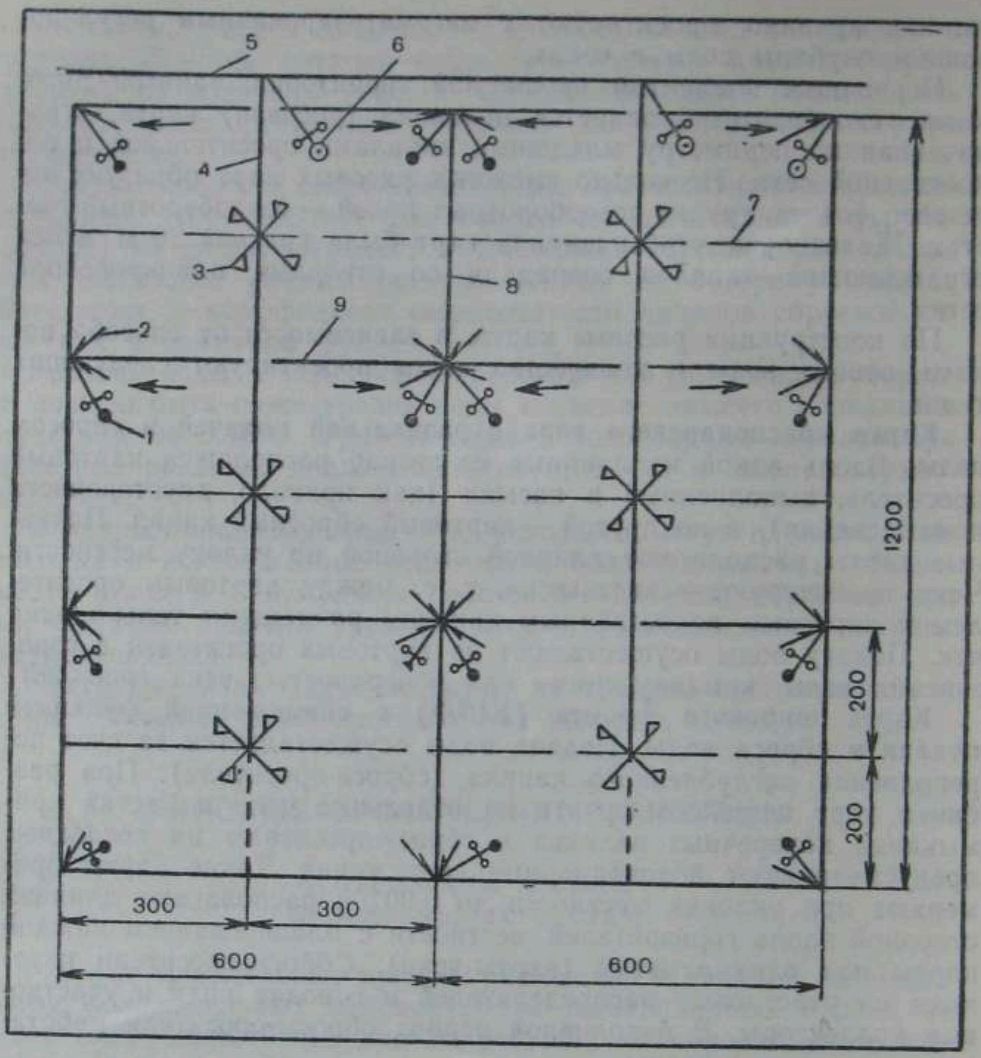


Рис. 28. Рисовая оросительная система краснодарского типа:

1 — впуск в коллектор; *2* — водовыпуск из чека; *3* — водовыпуск в чек; *4* — ороситель; *5* — внутрихозяйственный канал; *6* — водовыпуск в оросительный канал с переездом; *7* — валик чековый; *8* — коллектор; *9* — дрена

Закрытые рисовые системы. Отличаются тем, что вода подается насосной станцией на севооборотный участок площадью 500—800 га по напорному трубопроводу, затем она поступает непосредственно в картовые оросители из асбестоцементных труб диаметром 300—500 мм и из них через гидравлические автоматы — на чеки. Сброс представляет открытый канал.

Конструкции рисовых карт выбирают на основании сопоставления технико-экономических показателей вариантов (табл. 79).

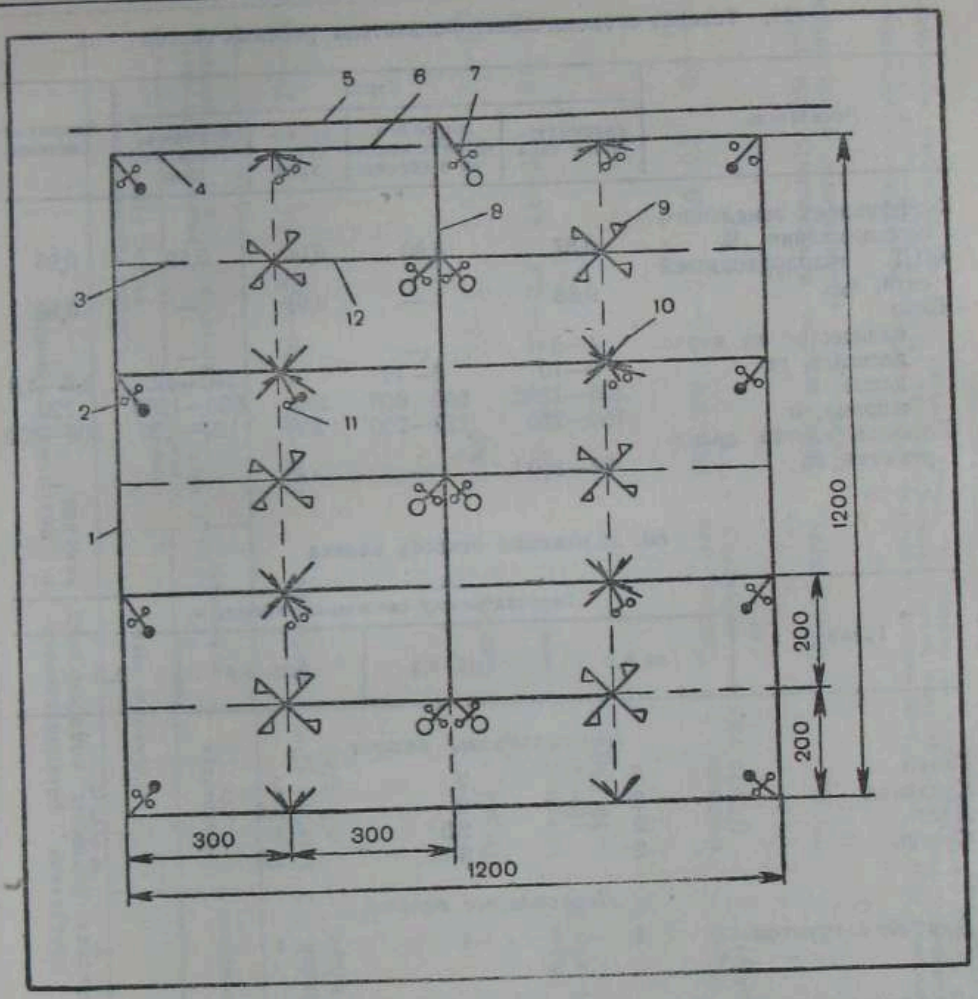


Рис. 29. Рисовая оросительная система «Кубанская»:

1 — коллектор; *2* — водовыпуск из дрены в коллектор; *3* — валик чековый; *4* — сброс-ороситель; *5* — внутрихозяйственный канал; *6* — дрена; *7* — водовыпуск в оросительный канал с переездом; *8* — ороситель; *9* — водовыпуск в чек; *10* — водовыпуск из чека; *11* — впуск в коллектор с переездом; *12* — ороситель

Строительную планировку на рисовых чеках выполняют под горизонтальную плоскость с точностью до ±3 см и проводят только скреперами с лазерными системами управления.

Рисовую карту делят на чеки (горизонтальные площадки) поперечными валиками. При этом разница между отметками проектной поверхности двух смежных чеков не должна превышать 0,4 м. На вновь строящихся и реконструируемых рисовых системах устраивают постоянные земляные валики непереходимого типа, а на картах дальневосточного типа допускаются валики пе-

79. Технико-экономические показатели рисовых систем

Показатель	Карта				Закрытые системы
	краснодарского типа	широкого фронта подачи и сброса	кубанского типа	дальневосточного типа	
Коэффициент земельного использования, %	0,87	0,90	0,90	0,89	0,95
КПД водоподводящей сети, %	0,86	—	0,91	—	0,95
Чеки:					
количество на карте	4—5	—	2	—	—
площадь, га	2—10	6—12	6	10—12	3,6—4,8
длина, м	400—1200	500—600	300	600—1200	120
ширина, м	150—250	120—200	200	100—120	300—400
Площадь клетки дренирования, га	80—100	—	48	—	—

80. Заложения откосов валика

Грунт	Перепад между смежными чеками, м			
	до 0,1	0,11—0,2	0,21—0,3	0,31—0,4
Непереходимые валики				
Глина	2	2	2	2
Суглинок	2	2	2,5	3
Лёсс	2	2,5	3	3,5
Супесь	2	3	3,5	4
Переходимые валики				
Для всех грунтов	4	4	4	4

реходимого типа. Конструкция и размеры валиков должны соответствовать данным таблицы 80.

По периметру чеков устраивают канавки трапецеидального или треугольного сечения глубиной 0,5—0,8 м.

Вертикальный и закрытый горизонтальный дренаж на территории рисовых севооборотов, как правило, не применяют.

В зависимости от мелиоративных условий ширину рисовых карт и среднюю глубину каналов водоотводной сети для всех районов рисосеяния, за исключением Дальнего Востока, выбирают по таблице 81. В районах Дальнего Востока среднюю глубину каналов водоотводной сети принимают в пределах 0,5—1,5 м.

Для назначения севооборотной схемы, состава сопутствующих рису культур и системы агротехнических приемов рассчитывают количественные показатели рассолительного и водопонизительного действия картовых водоотводных каналов (табл. 81).

81. Количественные показатели рассолительного и водопонизительного действия картовых водоотводных каналов

Мелиоративные условия	Почвогрунты		Грунтовые воды		Ширина поливных карт, м	Средняя глубина водоотводных каналов, м		
	засоленность	водопроницаемость	минерализация	отточность		картовых	участковых	хозяйственных
Очень легкие	Незасоленные или слабозасоленные (Р не менее 0,5%)	Выше средней ($К_ф$>1 м/сут)	Слабая (Р< <5 г/л)	Хорошая	200—250	1—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5
Легкие	То же	То же	То же	Слабая	200	1,5—2	2,0—2,5	2,5—3,0
Средние	В зависимости от типа засоления Р=0,5 (2—3%)	Средняя ($К_ф$= =0,2—1 м/сут)	Средняя (Р=5— 15 г/л)	»	150—200	2,0—2,5	2,5—3,0	3,0—3,5
Тяжелые	То же	Низкая ($К_ф$< <0,2 м/сут)	Высокая (Р>15 г/л)	Слабая или отсутствует	150—200	1,5—2,0	2,0—2,5	2,5—3,0
Очень тяжелые	Р более 2—3%	То же	То же	Отсутствует	Земли можно использовать под рисосеяние при специальном обосновании			

Примечания: 1. Так как длина рисовых карт в 3—8 раз превышает их ширину, эффективность работы картовых водоотводных каналов, выполняющих функции дрен, оценивают без учета влияния работы транспортирующих элементов водоотводной сети.
2. При проектировании карт широкого фронта залива и сброса их ширину, а также глубину сбросов оросителей рекомендуется принимать по меньшему значению, указанному в таблице.
3. Приведенная в таблице классификация мелиоративных условий является ориентировочной.

СХЕМЫ И РАСЧЕТЫ СЕТИ

При проектировании рисовых оросительных систем определяют:

по установленным расходам воды нетто — КПД оросительных каналов различных порядков и оросительной системы в целом;

максимальные расходы (пропускную способность) каналов оросительной и водоотводной сети;

минимальные расходы каналов оросительной и водоотводной сети;

суммарный объем водозабора оросительной системы и распределение его во времени;

суммарный объем дренажно-сбросного стока и распределение его во времени;

возможность использования дренажно-сбросного стока для орошения;

примерный режим работы системы в период освоения для нескольких этапов, соответствующих освоению 25, 50 и 70% проектной площади.

Значение КПД картовых оросителей при двустороннем обслуживании рисовых карт необходимо принимать равным 1, при одностороннем обслуживании его определяют расчетом или методом электрогидродинамической аналогии.

В течение поливного периода средний КПД не должен быть ниже 0,7. В противном случае проектируют специальные мероприятия по уменьшению фильтрационных потерь и экономически обосновывают целесообразность их применения на отдельных каналах или на участках.

При определении максимального расхода каналов оросительной сети на рисовой системе дополнительно вводят коэффициенты запаса и водооборота, а также учитывают долю риса в общей площади севооборота. Расчет проводят по формуле

$$Q_{max} = \frac{1{,}1\omega q a K_в}{100\eta},$$

где 1,1 — коэффициент запаса, учитывающий увеличение водоподачи в период первоначального затопления рисовых карт, принимают для всех каналов, за исключением картовых оросителей;

ω — обслуживаемая каналом орошаемая площадь нетто, га;

q — максимальная ордината нетто графика гидромодуля риса, л/(га/с);

a — содержание риса в севообороте. Для картовых и участковых оросителей, а также для каналов, обслуживающих часть полей севооборота, содержание риса в севообороте принимают равным 1, для остальных оросительных каналов старшего порядка — 0,75;

$K_в$ — коэффициент водооборота, равный отношению времени первоначального затопления рисовых карт на всей оросительной системе $t_с$ к времени первоначального затопления обслуживаемой данным каналом площади $t_ω$, необходимо принимать по таблице 82;

η — коэффициент полезного действия системы.

82. Коэффициент водооборота на рисовых системах

Оросительная система	Продолжительность затопления всех посевов риса на оросительной системе, сут		
	10	12	16
Картовые оросители и участковые каналы, обслуживающие поле севооборота, состоящее из 2—3 карт	3	4	5
Участковые каналы при 4 картах в поле севооборота	1	1	1,3
Участковые каналы при 5 картах в поле севооборота	1	1	1
Участковые каналы (при числе карт в поле севооборота более 5) и все остальные (высшие) каналы оросительной системы	1	1	1

Минимальный расход оросительных каналов определяют с учетом содержания риса в севообороте:

$$Q_{min} = \frac{\omega q_{min} a}{1000},$$

где q_{min} — минимальная ордината нетто графика.

Максимальный расход каналов водосборно-сбросной сети всех порядков определяют с учетом содержания риса в севообороте и коэффициента запаса:

$$Q_{max} = \frac{1{,}5\omega q_{max.сбр} a}{1000},$$

где $q_{max.сбр}$ — максимальное значение модуля дренажно-сбросного стока;
a — содержание риса в севообороте. Для картовых дрен-сбросов, а также для коллекторов, обслуживающих часть полей севооборота, принимают равным 1, для коллекторов высшего порядка — 0,75. Коэффициент запаса при определении максимального расхода воды в водосборно-сбросной сети принимают 1,5, для Дальнего Востока — 1,2.

Пропускную способность каналов водосборно-сбросной сети проверяют на пропуск ливневых расходов 10%-ной обеспеченности.

Дренажные и сбросные воды рисовых систем, как правило, повторно используют для орошения. Нецелесообразность их применения должна быть обоснована. Если минерализация дренажно-сбросных вод выходит за пределы допустимой, предусматривают их разбавление пресной оросительной водой.

РЕЖИМЫ ОРОШЕНИЯ

Режим орошения риса применяют двух типов:

постоянное затопление, при котором слой воды на поле поддерживают в период от посева до созревания; в вегетационный период он либо остается одинаковым, либо изменяется;

укороченное затопление, при котором слой воды на поле в отдельные фазы роста и развития растений не создается.

Первоначальное затопление рисовых карт проводят:

при посеве риса в воду (с самолета) — не позже чем за 3—4 суток до начала посева;

при посеве в сухую почву — сразу после посева, при этом оно должно быть закончено не позже чем на третьи сутки.

Продолжительность периода первоначального затопления рисовых посевов в целом по хозяйству должна составлять не более 10 суток на Дальнем Востоке и 12—16 суток во всех остальных районах рисосеяния.

В период поддержания слоя затопления водный режим, сроки прохождения фенологических фаз и их продолжительность зависят от сорта риса, агротехники и конкретных климатических условий.

При укороченном затоплении поддерживают следующие изменения слоя воды в чеках: в период набухания зерен — 10—15 см, в период прорастания семян — без слоя воды, но при высокой увлажненности почвы, с появлением массовых всходов до кущения — 8—15 см.

Оросительную норму определяют уравнением водного баланса рисовой карты.

Режим орошения, поливные и оросительные нормы культур, сопутствующих рису в севообороте, принимают в соответствии с их биологическими особенностями, с учетом близкого залегания УГВ. Все данные, характеризующие режим орошения сопутствующих культур, сводят в ведомость расчетных значений гидромодуля, и по каждому гидромодульному району составляют графики гидромодуля для принятых севооборотов. Одновременно график укомплектовывают таким образом, чтобы поливы сопутствующих рису культур не проводились в период первоначального затопления чеков и чтобы график в целом был максимально ровным и плотным. Вводя в графики КПД системы, получают значения гидромодуля брутто, используемые для составления графика водопотребления оросительной системы в целом.

Ориентировочные значения оросительных норм и их внутригодовое распределение по районам страны приведены в таблице 83.

При возделывании риса в результате горизонтальной фильтрации и периодических сбросов вода в сбросную сеть начинает поступать с первых дней затопления чеков. Объем сбросной воды

83. Оросительные нормы и их сезонное распределение в РСФСР

Автономная республика, край, область	Оросительная норма нетто, м³/га	Коэффициент, учитывающий потери воды	Оросительная норма брутто, м³/га	Внутрихозяйственное распределение норм по месяцам, %					
				IV	V	VI	VII	VIII	IX
Астраханская область	14 000	1,22	17 100	—	19	31	36	14	—
Калмыцкая АССР	14 000	1,29	18 050	—	19	31	36	14	—
Краснодарский край	—	—	14 100	—	28	24	26	22	—
Ростовская область	—	—	18 450	—	28	24	26	22	—
Ставропольский край	—	—	14 100	—	28	24	26	22	—
Дагестанская АССР	—	—	20 550	—	31	24	25	20	—
Чечено-Ингушская АССР	—	—	18 950	—	31	24	25	20	—
Приморский край	—	—	12 000	—	—	—	—	—	—

зависит от природных условий, принятого режима орошения, состояния каналов и гидротехнических сооружений, уровня технической эксплуатации системы. Использование сбросных вод значительно улучшает водный баланс, повышает коэффициент использования воды, при тех же водных ресурсах расширяет площадь орошаемых земель.

Возможную площадь орошения сбросными водами $\omega_{сб}$ определяют по зависимости

$$\omega_{сб} = \zeta\eta\omega,$$

где ζ — отношение гидромодуля сброса к гидромодулю подачи;
η — КПД оросительной сети;
ω — площадь рисовой системы, га.

ОРОШЕНИЕ КУЛЬТУРНЫХ ПАСТБИЩ

Культурные пастбища — это высокопродуктивные угодья, созданные путем коренного или поверхностного улучшения природных кормовых площадей, а также залужения пашни, на которых проведено устройство пастбищной территории, осуществляется загонная (порционная) пастьба скота и соответствующий уход за травостоем.

Культурные пастбища для дойных коров и телят до шестимесячного возраста, как правило, размещают возле ферм, а при создании пастбищ на удаленных участках строят специальные лагеря. Перегоны коров от фермы (или летнего лагеря) до дальнего загона не должны превышать 2 км, телят — 0,5 км. Для молодняка крупного рогатого скота старше 6 месяцев, мясного скота и овец допускают перегон на расстояние до 2,5—3 км (за исключением овцематок с ягнятами, перегон которых допустим до 1,5 км).

Для каждой хозяйственной группы животных организуют самостоятельные участки пастбищ. Несколько гуртовых (отарных) участков желательно располагать в одном массиве. Это сокращает площади, занимаемые скотопрогонами, снижает затраты на огораживание и орошение, а также облегчает уход за пастбищами и зооветеринарный надзор за животными.

Количество голов в гурте или отаре устанавливают в зависимости от поголовья, находящегося в зимнем помещении. Допустим выпас в одном стаде или отаре: коров — 200—250, молодняка крупного рогатого скота — до 300, телят — до 100, овец — до 1000 голов.

Размещение орошаемых пастбищ зависит от зоны и рельефа местности (табл. 84).

При строительстве культурных пастбищ их огораживают постоянными и временными изгородями. Границы загонов и расположение скотопрогонов увязывают с оросительной сетью. По-

84. Размещение орошаемых культурных пастбищ в зависимости от рельефа местности по зонам

Особенности рельефа	Зона		
	лесолуговая	лесостепная	степная и полупустынная
Склоны балок разных экспозиций	+	+	—
Суходолы, пашня на ровных участках	++	+	—
Днища балок, поймы малых рек, прирусловая часть поймы средних и крупных рек	+++	++	++
Низинные луга (лиманы), центральная часть пойм средних и крупных рек	—	+++	+++
Осушаемые болота, притеррасная часть пойм средних и крупных рек	—	+++	+++

Условные обозначения: + ограниченное применение;
++ широкое применение;
+++ основное применение;
— создание нецелесообразно.

стоянные изгороди устанавливают по границам пастбищного массива, вдоль скотопрогонов, а иногда и по границам загонов. Временные переносные электрические изгороди применяют для огораживания загонов и выделения участков порционного стравливания.

Постоянные изгороди выполняют из жердей или проволоки, на деревянных или железобетонных столбах, электрические — из одного ряда проволоки на изоляторах.

Площадь орошаемого культурного пастбища для выпаса одной коровы или овцы зависит от зоны и состава травосмеси (табл. 84).

85. Площадь орошаемого культурного пастбища, необходимая для выпаса одной коровы (числитель), или овцы (знаменатель), га

Зона	Травосмесь	
	бобово-злаковая	злаковая
Лесолуговая	0,4	0,32
Лесостепная	0,34	0,28
Степная	0,3/0,04	0,3
Сухостепная	0,27/0,033	0,28

Оросительная сеть на пастбищах может быть стационарной, передвижной или комбинированной. Закрытую оросительную сеть выполняют из асбестоцементных, полиэтиленовых, чугунных и, реже, стальных труб. Воду подают при помощи стационарных и передвижных насосных станций.

86. Режим орошения пастбищ в различных природных зонах РСФСР

Зона	Период вегетации трав, дн.	Сумма температур воздуха за вегетацию, °С	Средняя температура воздуха за вегетацию, °С	Суммарное водопотребление, мм	Оросительная норма, мм	Поливная норма, мм	Количество		
							поливов	циклов стравливания	поливов за цикл стравливания
Лесолуговая	150—170	2000—2800	13—16	400—600	80—40	30	2—5	4—6	1—2
Лесостепная	160—180	2400—3000	14—17	550—700	160—300	40—50	5—7	5—7	1—2
Степная	180—200	2800—3000	15—18	650—850	310—550	40—60	7—10	6—7	1—3
Полупустынная	190—220	3200—4000	17—19	750—1000	560—750	50—70	10—12	6—8	2—3

В качестве источника орошения в первую очередь используют воды рек, озер и местного стока, в некоторых случаях — подземные воды.

Продуктивность пастбищ зависит от правильного режима орошения (совокупности норм, сроков и числа поливов), который должен быть увязан со сроками стравливания травостоя. Разрыв между последним поливом и началом стравливания в загоне должен быть не менее 6 дней (табл. 86).

Поливные нормы зависят от расчетной глубины промачивания, гранулометрического состава почв и принятого способа орошения.

Основной способ орошения пастбищ — дождевание. Выбор машин для орошения зависит от конкретных природных условий: размера и формы участка, удаленности его от водоисточника и высоты подъема, рельефа местности, качества почвы, а также наличия препятствий, которые могут затруднить движение машин (линии электропередачи, деревья и т. д.). В настоящее время используют дождевальные машины ДДН-70, ДДН-100, ДДА-100МА, КИ-50, «Фрегат», «Волжанка», «Днепр» (рис. 30—32).

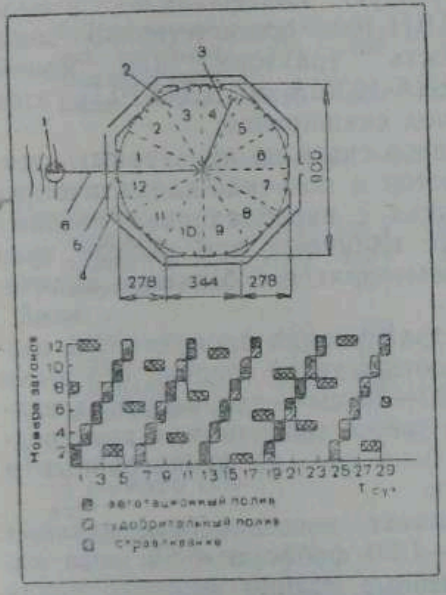


Рис. 30. Технология орошения культурных пастбищ дождевальной машиной «Фрегат»:

1 — насосная станция; *2* — электроизгороды; *3* — дождевальная машина «Фрегат»; *4* — скотопрогон; *5* — постоянная изгороды; *6* — трубопровод

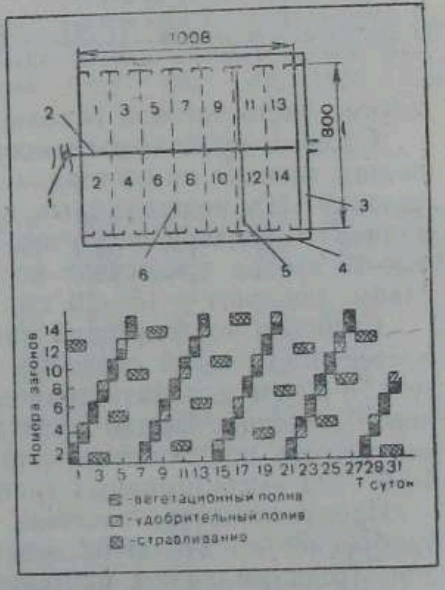


Рис. 31. Технология орошения культурных пастбищ дождевальной машиной «Волжанка»:

1 — насосная станция; *2* — трубопровод; *3* — постоянная изгородь; *4* — скотопрогон; *5* — дождевальная машина «Волжанка»; *6* — электропастух

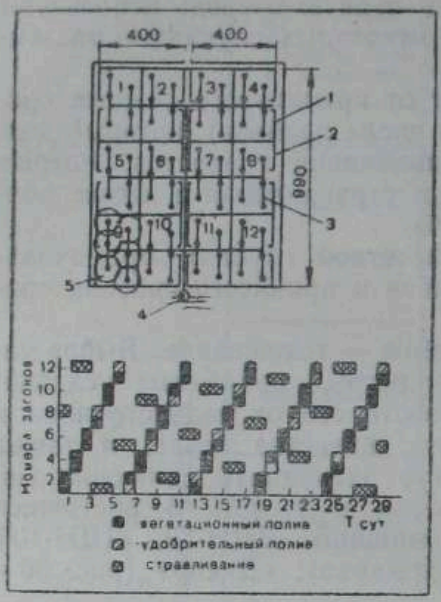


Рис. 32. Технология орошения культурных пастбищ дождевальной машиной ДДН-70:

1 — трубопровод; *2* — постоянная изгородь; *3* — скотопрогон; *4* — насосная станция; *5* — дождевальная машина ДДН-70

Так, при поверхностном орошении и расчетной глубине промачивания 0,6—0,8 м для легких, средних и тяжелых почв она составляет 60—70, 70—90 и 80—100 мм; при дождевании и расчетной глубине промачивания 0,4—0,6 м — соответственно 30—50, 40—60 и 50—60 мм.

При выборе дождевальных машин можно пользоваться данными таблицы 87.

За каждым гуртом закрепляют один постоянный участок. Площадь пастбища должна быть увязана с сезонной нагрузкой дождевальных машин: если она значительно выше необходимой площади пастбища, то для машин «Фрегат», «Волжанка», «Днепр» подбирают соответствующую модификацию, а для ДДН-100 — соответственно мощность трактора, для машин ДДА-100МА и ДДН-70 в этом случае часть загонов используют под скашивание.

Сроки и продолжительность выпаса скота на культурных пастбищах зависят от состояния травостоя и почвенно-климатических условий. На низкотравных пастбищах с преобладанием низовых злаков и клевера ползучего выпас начинают при выходе трав 10—15 см, на травостоях из верховых злаков с большим количеством люцерны — 15—20 см.

Второй и последующий циклы стравливания проводят при травостое пастбищной спелости, что соответствует средней его высоте 15—20 см для низкотравных и 20—30 см — для верховых злаков и люцерны. Выпас животных в загоне заканчивают при средней высоте прикорневых остатков 3—4 см — на низкотравных и 4—6 — на высокотравных травостоях.

Продуктивность пастбищ повышает внесение минеральных удобрений: до 240 кг/га азота, 30—45 — фосфора и 30 кг/га калия. Подкармливают растения в первые поливы каждого цикла стравливания.

Несъеденный травостой в загоне сразу после стравливания подкашивают 3 раза за сезон в первых циклах стравливания. Один раз в сезон разравнивают экскременты животных.

Перед началом пастбищного периода составляют совмещенный график поливов и стравливания с учетом времени на прове-

87. Выбор дождевальных машин на орошаемых культурных пастбищах

Показатель	«Фрегат»	«Днепр»	«Волжанка»	ДДА-100МА	ДДН-70	ДДН-100			КИ-50
						Т-150	Т-4А	ДТ-75М	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лесолуговая зона при поливной норме 35 мм									
Пастбища:									
площадь, га	162	178,85	92,16	158,4	85,6	156,6	135,6	118,8	49,77
длина, м	1800	1944	1152	1440	1200	1440	1440	1200	864
ширина, м	900	920	800	1100	715	1087,5	942,5	980	576
Загон:									
длина, м	450	460	400	550	357,5	544	471	495	288
ширина, м	75	162	144	120	100	120	120	100	144
площадь, га	3,37	7,44	5,76	6,6	3,57	6,5	5,65	4,95	4,12
количество загонов	24	24	16	24	24	24	24	24	12
Поголовье крупного рогатого скота:									
бобово-злаковые пастбища	400	450	230	400	210	390	340	300	125
злаковые пастбища	510	560	285	500	270	490	425	370	155
Лесостепная зона при поливной норме 45 мм									
Пастбища:									
площадь, га	162	134,3	69,12	129,6	66,0	114,84	105,5	85,6	49,77
длина, м	1800	1458	864	1440	1200	1440	1440	1200	864
ширина, м	900	920	800	900	550	797,5	725	715	576
Загон:									
длина, м	450	460	400	450	275	398	362	357,5	288
ширина, м	75	162	108	120	100	120	120	100	144
площадь, га	3,37	7,44	4,32	5,4	2,75	4,78	4,35	3,58	4,12
количество загонов	24	18	16	24	24	24	24	24	12
Поголовье крупного рогатого скота:									
бобово-злаковые пастбища	470	395	200	380	190	340	310	250	145
злаковые пастбища	580	470	245	460	235	410	380	305	180
Степная зона при поливной норме 50 мм									
Пастбище:									
площадь, м	81,0	119	60,48	112,2	52,8	94,0	83,5	72,5	49,77
длина, м	900	1296	756	1440	1200	1440	1440	1200	864
ширина, м	900	920	800	780	440	652,5	580	605	576

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Загон:									
длина, м	450	460	400	390	220	326	290	302,5	288
ширина, м	75	162	126	120	100	120	120	100	144
площадь, га	3,37	7,44	5,04	4,68	2,2	3,92	3,48	3,02	4,12
количество загонов	12	16	12	24	24	24	24	24	12
Поголовье крупного рогатого скота:									
бобово-злаковые пастбища	270	400	200	375	175	310	280	240	165
злаковые пастбища	270	400	200	375	175	310	280	240	165
Полупустынная зона при поливной норме 60 мм									
Пастбище:									
площадь, га	81,0	89,4	43,2	89,3	47,4	73,0	62,6	52,8	49,77
длина, м	900	972	540	1440	1200	1440	1440	1200	864
ширина, м	900	920	800	620	395	507,5	435	440	576
Загон:									
длина, м	450	460	400	310	197,5	254	217,5	220	288
ширина, м	75	108	90	120	100	120	120	100	144
площадь, га	3,37	4,96	3,6	3,72	1,98	3,05	2,61	2,2	4,12
количество загонов	12	18	12	24	24	24	24	24	12
Поголовье крупного рогатого скота:									
бобово-злаковые пастбища	300	330	160	330	175	270	230	195	185
злаковые пастбища	290	320	155	320	170	260	220	190	180

дение агротехнических мероприятий по уходу за травостоем. При составлении графиков продолжительность цикла стравливания устанавливают в зависимости от природно-климатических условий и типа травостоя — 20—30 дней. Выпас скота в загоне начинают не ранее чем через 4 дня после полива и продолжают не более 4 дней. Уход за травостоем после очередного стравливания проводят в течение 1—2 дней. В зависимости от природно-климатических условий и типа почв за цикл стравливания в каждом загоне предусматривают один-два полива.

При введении пастбищеоборота часть загонов перезалужают, не используя в этот период для выпаса скота. В течение 7 лет пастбищеоборот позволяет провести ремонт и перезалужение всего пастбища.

ОРОШЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

ОРОШЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫМИ И ПРОМЫШЛЕННЫМИ СТОКАМИ

Сточные воды используют для орошения после предварительной очистки на специализированных оросительных системах сточных вод (ОССВ), где обеспечивается утилизация питательных веществ, содержащихся в стоках. Вместе с накопительными емкостями и биологическими прудами они являются комплексными водохозяйственными объектами, предназначенными для круглогодового приема всего запроектированного количества сточных вод, повышения плодородия почв, вовлечения в сельскохозяйственный оборот малопродуктивных земель, а также для защиты водных ресурсов от загрязнения.

ОССВ могут быть трех типов:

с круглогодовым приемом сточных вод и орошением (на легких, хорошо фильтрующих почвах);

с круглогодовым приемом сточных вод в пруды-накопители и орошением сельскохозяйственных культур только в вегетационный период;

с приемом сточных вод и орошением только в вегетационный период.

Для орошения сельскохозяйственных культур допускается использование следующих сточных вод: хозяйственно-бытовых; производственных (от промышленных и сельскохозяйственных предприятий); смешанных.

Качественный состав сточных вод должен соответствовать агромелиоративным, санитарно-гигиеническим и ветеринарным требованиям. Количество и размеры взвешенных частиц и механических включений принимают с учетом технических требований на насосы, трубопроводы и поливную технику.

При регулярном орошении содержание в сточных водах макроэлементов должно соответствовать данным таблицы 88.

Сточные воды предприятий по производству крахмало-паточных продуктов, спирта, дрожжей и других, имеющие высокую концентрацию биогенных элементов (N, P, K), используют для удобрительных поливов с учетом выноса этих элементов с урожаем. При регулярном орошении их разбавляют чистой водой или подготовленными сточными водами других видов с низкой концентрацией биогенных элементов.

Классификация сточных вод по удобрительной ценности приведена в таблице 89.

При использовании сточных вод предусматривают их отстаивание, осветление, разбавление, нейтрализацию, локальную очистку и подготовку.

88. Состав сточных вод по содержанию макроэлементов

Элемент	Допустимое содержание, мг-экв/л	Использование
pH	6—8,5	На всех видах почв
$\sqrt{\frac{Na+K}{\frac{Ca+Mg}{2}}}$	6	То же
	10	На средних и легких почвах
	12	На легких почвах
Na+K+Ca+Mg	20	На всех видах почв
	45	На средних и легких почвах при проведении одного промывного полива в год
	75	На средних и легких почвах. Все поливы или каждый второй должны быть промывными
	150	На легких хорошо дренируемых почвах. Все поливы должны быть промывными
Mg : Ca	1:1	На всех видах почв
N, мг/л	50—120	Орошение ведут с учетом водопотребления культур. Для зоны избыточного увлажнения принимают максимальные величины, для зоны недостаточного увлажнения — минимальные
P, мг/л	10—30	
K, мг/л	50—150	Недостаток макроэлементов восполняют минеральными удобрениями, исходя из потребностей культур

В состав оросительных систем, кроме обычных сооружений, при необходимости следует включать пруды-накопители, регулирующие емкости, средства контроля за состоянием окружающей природной среды (рис. 33). Вариант конструкции оросительной системы в зависимости от технологии использования сточных вод обосновывается технико-экономическими расчетами.

Выбор территории для устройства ОССВ заключается в следующем. Минимальная площадь должна быть не менее 10 га, максимальная — не ограничена. При выборе площадей для систем отдают предпочтение территориям, имеющим уклон от 0,0005 до 0,01, предельный — не более 0,03; с малопригодными почвами и неиспользуемыми землями; с почвогрунтами, обладающими хорошими фильтрационными свойствами.

Не допускается устройство оросительных систем с использованием сточных вод и жидкого навоза:

89. Классификация сточных вод по удобрительной ценности

Виды сточных вод	Содержание элементов, г/л	Удобрительная ценность сточных вод
Первая группа		
Сточные воды крахмальных, крахмало-паточных, гидролизных, биохимических, химико-фармацевтических, масло- и маслосыроваренных заводов, мясокомбинатов, спиртных заводов и др.	N — 100 P—30 K—70	Сточные воды высокой удобрительной ценности. Требуют, как правило, разбавления и дополнительного внесения фосфорных удобрений
Вторая группа		
Сточные воды сахарных, дрожжевых, консервных заводов и пунктов первичной переработки овощей, заводов по производству минеральных удобрений, заводов пластмасс, предприятий химической промышленности и др.	N—50—100 P—10—30 K—30—70	Сточные воды средней удобрительной ценности. Необходимо внесение NPK в размере 50% нормы, рекомендуемой для данной зоны при обычном орошении
Третья группа		
Сточные воды городов, поселков, текстильной, целлюлозно-бумажной промышленности, предприятий тяжелого машиностроения, ТЭЦ и др.	N—50 P—10 K—30	Сточные воды низкой удобрительной ценности. Необходимо внесение минеральных и органических удобрений полной нормой, рекомендуемой в зоне при обычном орошении

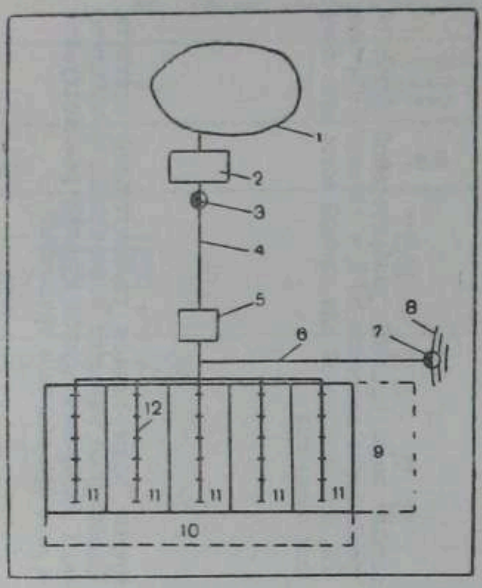


Рис. 33. Общая схема оросительной системы сточных вод (ОССВ):

1 — населенный пункт или промышленное предприятие; *2* — очистные сооружения; *3* — насосная станция подачи сточных вод; *4* — магистральный трубопровод; *5* — накопитель или бокс-пруды; *6* — трубопровод подачи чистой воды; *7* — насосная станция подачи чистой воды; *8* — водоисточник; *9* — резервная территория; *10* — буферные площадки; *11* — поле севооборота; *12* — оросительная сеть

на территории I и II поясов зоны санитарной охраны водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и источников минеральных вод;

на территории, расположенной в пределах областей питания подземных водозаборов, эксплуатирующих незащищенные водоносные горизонты, залегающие близко от поверхности;

на территории с выходом на поверхность трещиноватых и карстующих пород, а также песчаных гравийно-галечных отложений, не перекрытых водоупорным слоем;

в пределах округа санитарной охраны курортов.

Между землями, орошаемыми сточными водами и жидким навозом, предусматривают санитарно-защитную зону (табл. 90).

Регулирующие водоемы (пруды-накопители, регулирующие емкости) устраивают для накопления сточных вод в неполивной период, регулирования подачи воды на орошение, разбавления и

90. Санитарно-защитная зона при использовании сточных вод, м

Способы и техника полива	Сточные воды		Животноводческие стоки		
	от населенного пункта	от дорог	от жилой застройки	от дорог	от производственных и животноводческих зданий
Дальнеструйные дождевальные машины	750	100	200	200	200
Среднеструйные дождевальные машины	500	100	200	200	200
Короткоструйные дождевальные машины	300	100	100	100	100
Полив по полосам и чекам	200	100	100	50	60
Полив по бороздам	200	100	60	25	60
Внутрипочвенное орошение	100	100	—	—	—

смешивания различных по составу сточных вод, сбора дренажных вод, а также для их дополнительного отстаивания и осветления.

Различные виды сточных вод, прошедшие механическую очистку, подвергают доочистке в биологических оксидационных контактных стабилизационных (БОКС) прудах, состоящих из системы искусственно создаваемых водоемов. Вода поочередно поступает в секции прудов и выдерживается в них в зависимости от климатических условий от 5 до 10 суток. При первоначальном заполнении в пруды вводят комплекс микроводорослей. Для сохранения микроводорослей в виде «закваски» пруды сливают не до конца. Глубина прудов — 0,6—1,2 м, гидравлическая нагрузка — 1,0—1,3 тыс. м³/га в сутки. Предусматривают экранирование дна и откосов прудов гидроизоляционными материалами.

На ОССВ применяют все способы полива: по бороздам, полосам, чекам, внутрипочвенное орошение, дождевание. Во вневегетационный период применяют затопление чеков и полив по бороздам. Элементы техники полива аналогичны орошению чистой водой.

Дождевание применяют, как правило, в вегетационный период. При круглогодовом орошении возможна комбинация дождевания в вегетационный период и поверхностного орошения во вневегетационный.

ОРОШЕНИЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИМИ СТОКАМИ

Для использования стоков на орошение необходима их предварительная подготовка, которая должна обеспечить их дегельминтизацию и карантинирование. Влажность стоков комплексов крупного рогатого скота должна быть не менее 95%, от свиноводческих комплексов — не менее 98%, размер твердых фракций — не более 10 мм. При поливе дождевальными машинами с гидравлическим приводом влажность стоков должна быть не менее 99%, а размер твердых фракций — не более 2,5 мм.

Минимальную потребную площадь оросительной системы для использования стоков рассчитывают по содержанию годового количества вносимых со стоками биогенных элементов (азота, фосфора, калия) с учетом выноса питательных веществ урожаем и их исходного содержания в почве. В зависимости от климатических условий и степени увлажненности территории допустимая концентрация азота в сточной воде колеблется (табл. 91). Концентрация калия и фосфора не лимитируется.

При оценке пригодности животноводческих стоков учитывают также следующие данные: pH, щелочность, содержание ионов, сухого остатка, взвешенных веществ, сульфатов и хлоридов, а также полную химическую и биохимическую потребность в кислороде.

91. Допустимая концентрация общего азота в поливной воде, мг/л

Культура	Зона	
	неустойчивого и избыточного увлажнения	недостаточного увлажнения
Многолетние злаковые травы второго и последующих лет жизни	1500	750
Многолетние злаковые травы спустя 60 дней после всходов, люцерна, клевер луговой, однолетние травы без бобовых	1000	500
Кукуруза, зерновые	800	400
Свекла, подсолнечник	500	250

Для утилизации животноводческих стоков необходимо иметь данные о суточной массе экскрементов от одного животного и мощности животноводческого комплекса. Максимально допустимые показатели стоков для различных почв приведены в таблице 92.

92. Характеристика стоков, используемых при орошении (максимально допустимые значения)

Показатель	Почва						
	дерново-подзолистая	торфяно-глеевая	серая лесная	чернозем	каштановая	серозем	засоленная и солонцовая
Сухой остаток, г/л	4,5	3,5	3,5	2,5	2,0	1,5	0,6
pH	6,0—8,5	5,0—7,5	5,5—8,5	6,0—7,5	6,0—7,5	5,0—7,0	5,0—7,0
Na^+, мг/л	500	400	450	300	200	250	50
Ca^{2+}, мг/л	750	600	650	500	450	350	200
K^+, мг/л	150	150	125	100	75	75	100
Хлориды, мг/л	500	400	400	350	300	250	150
Сульфаты, мг/л	550	450	500	400	350	200	150
Щелочность, мг·экв/л	250	200	200	150	150	150	150

Орошение животноводческими стоками ведут поверхностным способом по полосам и бороздам, дождеванием с применением специальных дождевателей ДКН-80 и ДФС-120, машины «Фрегат-ДМУ-Асс» и дальнеструйных дождевальных аппаратов на стационарных системах (табл. 93).

93. Техническая характеристика дождевальных машин для орошения стоками животноводческих комплексов

Марка машины	Модификация	Количество опорных тележек, шт.	Расход воды, л/с	Давление, мПа	Средняя интенсивность дождя, мм/мин	Слой дождя за проход машины, мм	Расстояние между оросителями, м	Ширина захвата дождя, м	Производительность при норме полива 600 м³/га, га/ч	Орошаемая площадь, га
ДМУ-Асс	283-30	10	30	0,48	0,33	11,3	590	314	—	29,8
	337-45	12	45	0,52	0,33	14,7	700	367	—	41,3
	362-50	13	50	0,54	0,33	15,5	750	382	—	47,1
	392-50	14	50	0,55	0,33	14,5	800	422	—	54,6
	412-55	15	55	0,57	0,33	15,2	860	447	—	51,2
ДФС-120	ДФС-120	17	120	0,45	0,3	—	920	460	0,71	110—130
	ДФС-120-03	14	93	0,45	0,3	—	760	379	0,59	90—100
ДКН-80	ДКН-80	22	91	0,55	0,34	—	600	600	0,54	80—90
	ДКН-80-01	18	76	0,51	0,34	—	500	500	0,45	70—80
	ДНК-80-02	14	60	0,47	0,34	—	400	400	0,36	55—65

5. Увлажнительные мелиорации

В отличие от оросительных увлажнительные мелиорации предусматривают сбережение и использование влаги, выпадающей на увлажняемой площади. Они целесообразны только в районах с достаточным количеством выпадающих осадков для получения определенного (среднего) урожая.

В состав увлажнительных работ входят задержание стекающих вод на полях (устройство валиков по горизонталям поверхности и пр.), снегозадержание и накопление снега. Эти приемы должны сопровождаться бережным отношением к влаге (сокращением потерь на испарение и транспирацию сорной растительностью).

В степных и лесостепных районах европейской части СССР, Западной Сибири, Алтая и других наряду с использованием водных ресурсов рек большое значение для орошения и обводнения имеют воды местного стока, особенно там, где водозабор из поверхностных водоисточников ограничен.

Сток образуется при весеннем снеготаянии и ливнях; вода стекает с водосборных площадей в лощины, овраги, реки, озера и замкнутые понижения. В большинстве случаев воды местного стока могут явиться причиной наводнений и разливов, затопления или переувлажнения ценных сельскохозяйственных угодий. Однако при умелом регулировании местный сток служит надежным источником орошения, водоснабжения и рыборазведения.

Местный сток регулируют:

строительством искусственных водохранилищ-прудов на оврагах, в балках, лощинах и на небольших речках;

устройством лиманов на пологих склонах, поймах рек и плато для задержания стекающих с них талых вод.

Существуют различные категории стока (табл. 94). Для определения расчетного стока талых и ливневых вод используют данные за несколько лет или проводят расчет по эмпирическим формулам.

Расчетную обеспеченность стока принимают: для орошения — 75—80%, для сельскохозяйственного водоснабжения — 90—99, для рыбного хозяйства 85—90%.

94. Основные характеристики местного стока

Сток	Характер образования	Использование	Мероприятия по задержанию
Склоновый	Образуется во время весеннего снеготаяния на склонах водосборной площади	Лиманы на местности с уклонами $i \leqslant 0{,}003$ на средне- и слабопроницаемых грунтах	Зяблевая или гребневая вспашка поперек склона 0,002—0,005 Снегозадержание: посадка лесополос и уплотнение снега на полях Создание кулис на паровых участках
Потяжин и лощин	Формируется в определенный поток со склонов	Лиманное орошение и обводнение	Устройство валов для создания лиманов мелкого и глубокого затопления
Замкнутых понижений	Образуется из весенних талых вод, не попадающих в речную сеть, а аккумулирующихся в значительных размерах в замкнутых понижениях	Лиманное орошение	Устройство кольцевых ярусных лиманов мелкого слоя затопления. Валы устраивают параллельно горизонталям местности
Овражно-балочной сети	Образуется в результате весеннего снеготаяния и формируется в крупные водные потоки, движущиеся по балкам и оврагам	Создание прудов и водохранилищ	Строительство плотин
Степных рек и их притоков	80—100% годового стока приходится на время весеннего снеготаяния	Регулярное и лиманное орошение	Строительство плотин в русле реки и обвалование прилегающей к нему степи
Малых рек, являющихся притоками больших рек равнинного типа	40—70% стока приходится на весеннее снеготаяние. В летний период достаточно большой сток	Орошение пойменных земель	Обвалование выбранного для орошения участка во избежание затопления его при весенних паводках

ОРОШЕНИЕ ИЗ ПРУДОВ И ВОДОХРАНИЛИЩ

При использовании местного стока наибольшее распространение получили пруды, водохранилища, прудокопани, копани, наливные бассейны.

Пруд — это водоем вместимостью 1—2 млн. м³, устроенный при помощи плотины на балке, в овраге, логе, мелком ручье. Водохранилище — водоем, тоже устроенный при помощи плотины, но большей емкости и с более капитальным комплексом сооружений. Прудокопань — искусственный водоем, часть которого образована дамбами, наполняется водой от стока с собственного водосбора. Копань — тоже выкопанный водоем, но без собственного водосбора, наполняется водой из других водных источников (реки, канала и т. д.) самотеком или при помощи насосной станции. Наливные бассейны устраивают в основном за счет насыпи и заполняют водой при помощи насосов до уровня, обеспечивающего самотечную подачу воды на прилегающие территории.

Для орошения наиболее удобны и экономически выгодны пруды. В состав основных сооружений пруда входят: земляная плотина, перегораживающая водоток; водосброс, служащий для сброса излишней воды из пруда за короткий период; водоспуск — для полной или частичной сработки объема пруда за относительно длительный период.

Место для устройства водохранилищ определяют с учетом ряда условий:

водосборная площадь должна обеспечивать необходимый сток для заполнения водохранилища наибольшей вместимости при минимальных длине, объеме плотины и площади зеркала воды;

грунты в основании плотины и ложа водохранилища должны быть достаточно водонепроницаемыми во избежание потерь воды (в противном случае необходимо проведение противофильтрационных мероприятий или отказ от данного места);

если в ложе водохранилища выклиниваются ключи, то их дебит должен быть учтен при определении его вместимости;

створ плотины выбирают в самом узком месте балки или оврага для сокращения объема земляных работ, также необходимо предусмотреть место для устройства сбросного сооружения;

продольный профиль балки выше плотины не должен превышать 0,005.

Местность, где устраивают орошение, делят на две зоны: водосборную площадь и площадь потребления воды. Чем выше на балке расположение водохранилища, тем меньше водосборная площадь и, следовательно, меньше возможная вместимость водохранилища.

При проектировании водохранилища проводят водохозяйственный расчет, при этом учитывают следующие факторы:

потребление воды и его режим;

нормы потерь воды на испарение, фильтрацию, на утечки через неплотности в сооружениях, на льдообразование;

сток с водосбора и его параметры;

расчетную обеспеченность стока;

условия заиления водохранилища и способы борьбы с ним.

Полный объем водохранилища сезонного регулирования состоит из мертвого, рабочего и регуляционного объемов.

Мертвый объем водохранилища зависит от условий командования, высоты всасывания насосов при машинном водоподъеме, рыборазведения, санитарии и заиления. Последние два условия являются определяющими. По санитарным условиям глубина воды в водохранилище при мертвом объеме не должна быть менее 2 м.

Мертвый объем водохранилища ($W_{м.о.}$, м^3) определяют из условия его заиления за срок службы:

$$W_{м.о} = WT,$$

где W — объем взвешенных наносов с водосбора, м^3/год;
T — срок службы водохранилища (30—50 лет).

Рабочая вместимость водохранилища ($W_{раб}$, м^3) равна стоку заданной обеспеченности или части его, задерживаемому в водохранилище:

$$W_{раб} = S_р = K_р S_0,$$

где $S_р$ — расчетный сток заданной обеспеченности, %;
$K_р$ — модульный коэффициент, %;
S_0 — средний весенний сток, м^3.

Регуляционная вместимость — это объем между нормально (НПГ) и максимально подпертым горизонтом (МПГ).

Полезная вместимость водохранилища равна разнице между рабочей вместимостью и объемом потерь. Ее устанавливают, исходя из потребности воды на орошение, водоснабжение, рыбоводство и прочие нужды.

Потребление воды зависит от характера использования водоема. При комплексном использовании его устанавливают в соответствии с нормами для водоснабжения населенных мест, нужд животноводства и потребности рыбного хозяйства. Водопотребление на орошение определяют с учетом режима орошения сельскохозяйственных культур.

Потери воды на испарение относят к площади зеркала водохранилища. В засушливый год слой испаряющейся воды доходит до 1—1,3 м (определяют по картам Б. Д. Зайкова).

К непроизводительным относят потери воды на фильтрацию через тело плотины и ложе пруда. Первые невелики и составляют

1—3% ложа пруда. Вторые зависят от геологического строения подстилающих пород, их гранулометрического состава и фильтрационных свойств.

Гидрогеологические условия	Потери воды, м³/год
Хорошие: водонепроницаемые грунты ложа водохранилища, близкие грунтовые воды	0—0,5
Средние	0,5—1
Тяжелые: проницаемые водоносные породы	1—2

Для уменьшения потерь воды на фильтрацию разработано несколько методов: солонцевание, уплотнение, оглеение, битумизация грунта, создание глиняных экранов и экранов из полиэтиленовой пленки.

Солонцевание — это внесение в поверхностный слой грунта ложа водохранилища поваренной соли (натрий входит в поглощающий комплекс почвы, образуя непроницаемый бесструктурный уплотненный солонцеватый горизонт). При солонцевании фильтрация уменьшается в 1,5—2 раза.

Уплотнение грунта, слагающего ложе водохранилища, уменьшает потери воды в 15—30 раз. Грунт укатывают послойно или уплотняют ударами на глубину 0,5—1 м. Наибольший эффект уплотнение дает при оптимальной влажности грунта (%): суглинок легкий — 15—17, средний — 21—28 и тяжелый — 22—25, глина — 25—28.

Оглеение — биохимический способ борьбы с фильтрацией, основанный на создании бесструктурного водонепроницаемого глеевого слоя на определенной глубине. Обычно солому укладывают слоем 0,1—0,15 м и сверху накрывают грунтом слоем 0,3—0,4 м. После наполнения водохранилища водой солома без доступа кислорода гниет, что приводит к образованию глея. При этом потери воды на фильтрацию уменьшаются в 8—10 раз.

Битумизация — искусственное кольматирование поверхностного слоя грунта дисперсным битумом и создание водонепроницаемых битумных пленок толщиной 0,5—1 м.

При создании *глиняных экранов* глину влажностью 25—30% укладывают слоями по 0,15—0,2 м с одновременной укаткой. Толщина глиняного экрана зависит от слоя воды над прикрываемым участком, м:

Слой воды	Толщина экрана
До 2	0,2
2—4	0,2—0,3
4—6	0,3—0,5
6—8	0,5—0,7
8—10	0,7—0,8
10—12	0,8—1,0

При создании *экранов из полиэтиленовой пленки* пленку укладывают в ложе водохранилища и засыпают сверху защитным слоем грунта толщиной 0,6 м. Это уменьшает потери воды в 20 раз.

Потери на льдообразование ($W_{лед}$, м³) определяют в зависимости от площади водоема в начале ледостава и толщины льда по формуле

$$W_{лед} = 0{,}9(W_1 - W_2)h_л,$$

где 0,9 — удельная масса льда;
W_1 — площадь зеркала пруда в начале ледостава, м²;
W_2 — площадь зеркала пруда в конце ледостава, м²;
$h_л$ — максимальная толщина ледяного покрова для данного района, м.

Таким образом, общие потери ($W_{потерь}$, м³) составляют:

$$W_{потерь} = W_{ис} + W_ф + W_{лед},$$

где $W_{ис}$ — потери на испарение;
$W_ф$ — потери воды на фильтрацию;
$W_{лед}$ — потери на льдообразование.

Объем воды на орошение площади ($W_{ор}$, м³) определяют по формуле

$$W_{ор} = \frac{M_{ср.взв}\omega_{ор}}{\eta},$$

где $M_{ср.взв}$ — средневзвешенная оросительная норма (м³/га), определяемая по формуле

$$M_{ср.взв}\ \frac{\alpha_1 M_1 + \alpha_2 M_2 + \ \ldots\ + \alpha_n M_n}{100},$$

где M_1, M_2, ..., M_n — оросительные нормы отдельных сельскохозяйственных культур, вычисленные для среднесухого года 75%-ной обеспеченности;

α_1, α_2, ..., α_n — процент площади, занимаемой данной сельскохозяйственной культурой в севообороте на орошаемом участке;

$\omega_{ор}$ — орошаемая площадь, га;
η — КПД оросительной системы.

Объем воды, потребный для водоснабжения и обводнения, ($W_{вод}$, м³) равен:

$$W_{вод} = \frac{\Sigma nQT}{100},$$

где n — количество водопотребителей;
Q — норма водопотребления, м³/сут;
T — продолжительность периода потребления воды из пруда, сут.

Объем воды для рыбоводного хозяйства ($W_{рыб}$, м³) равен:

$$W_{рыб} = W(g_1 t_1 + g_2 t_2 + g_3 t_3),$$

где W — площадь прудов (маточных, нерестовых, выростных, нагульных) рыбоводного хозяйства, га;

g_1, g_2, g_3 — норма водопотребления прудов рыбоводного хозяйства за месяц для трех основных периодов (ноябрь — май, июнь — июль, август, октябрь), м³/га;
t_1, t_2, t_3 — продолжительность данных периодов в месяцах.

Отметку гребня плотины назначают, исходя из условий запаса на сливную призму, высоту волны и конструктивного запаса. Высоту волны (С, м) определяют по формуле В. Г. Андреянова

$$C = 0{,}0208 V^{1{,}25} L^{0{,}33},$$

где V — скорость ветра, м/с;
L — длина разгона волны, км.

Превышение гребня плотины над НПГ в зависимости от длины водохранилища составляет:

Длина разгона волны, км	Превышение гребня плотины, м
1	0,5
2	0,6
3	0,7
4	0,8
5	0,9
6	1

Конструктивный запас ($h_к$) принимают равным 0,5 м. Тогда отметка гребня плотины (Н, м) составит:

$$H = H_{н.п.г} + h_{с.п} + C + h_к,$$

где $H_{н.п.г}$ — нормально подпорный горизонт;
$h_{с.п}$ — высота сбросной призмы, устанавливаемая в зависимости от максимальных расходов ливней и паводков.

ЛИМАННОЕ ОРОШЕНИЕ

Лиманное орошение — это одноразовое увлажнение почвы паводковыми водами в ранневесенний вневегетационный период при помощи системы дамб, перемычек и других гидротехнических сооружений. Задачей лиманного орошения является создание запасов воды в почве, достаточных для получения высоких урожаев сена и кормовых культур. Этот способ орошения применяют в районах, подверженных засухе, но имеющих сток талых вод, который можно использовать для дополнительного увлажнения почвы. Основными районами лиманного орошения в РСФСР являются: Заволжье, Северный Кавказ, Калмыцкая АССР и степные районы Западной и Восточной Сибири.

Лиманное орошение, регулируя сток талых вод, уменьшает водную эрозию почв, сокращает затраты труда на полив, благодаря чему его можно применять в малонаселенных районах;

затраты на строительство и эксплуатацию гидротехнических сооружений при этом сравнительно невелики. Лиманное орошение способствует накоплению гумуса и оказывает мелиорирующее воздействие на засоленные почвы.

Недостатки лиманного орошения: различная площадь орошения по годам, зависящая от величины местного стока, возможность только однократной весенней влагозарядки почвы, недостаточная равномерность увлажнения в пределах лимана.

В зависимости от водоисточника, способов регулирования стока и глубины затопления лиманы подразделяют на виды согласно таблице 95.

95. Классификация лиманов

Типы лиманов в зависимости от источников орошения	Виды лиманов	
	по способу регулирования воды	по глубине затопления
Пойменные, затопляемые паводковыми водами рек	Многоярусные с регулированием длительности затопления	Мелководные среднего затопления и глубоководные
	Проточные с регулированием длительности затопления	То же
	Комбинированные	Мелководные и глубоководные
Затопляемые талыми водами, стекающими с вышерасположенных территорий	Одноярусные	То же
	Многоярусные раздельного или последовательного затопления	»
Подпитываемые из каналов обводнительных или оросительных систем	То же	Мелководные

Мелководные лиманы имеют глубину 15—40 см, среднего затопления — 40—70, глубоководные — более 70 см.

При проектировании лиманов расчетную обеспеченность стока принимают, %:

для площадей лиманов 5000 га и более — на основании технико-экономических расчетов:

для районов северного Заволжья (Куйбышевская область и север Саратовской области) — 30—40;

для левобережья Средней Волги (область сыртов) — 50;

для Прикаспийской низменности — 60.

Площадь лимана нетто ($\omega_{нт}$, га) определяют по формуле

$$\omega_{нт} = \frac{0{,}8WF}{M_{бр}},$$

где W — объем стока расчетной обеспеченности с 1 км², тыс. м³;

F — водосборная площадь, км²;

$M_{бр}$ — средневзвешенная норма лиманного орошения брутто, тыс. м³/га, определяемая по данным специальных исследований.

Пойменные системы лиманного орошения применяют в долинах рек или на широких выровненных участках поймы. Пойменные лиманы заполняют водами речных паводков. Техническую схему лиманов, как правило, выбирают в зависимости от условий пропуска максимальных паводковых расходов реки через территорию орошаемого массива, по отдельным трактам или в обход лиманов. Выбор оптимального варианта должен обосновываться технико-экономическим расчетом.

Глубоководные лиманы проектируют, как правило, на поймах и надпойменных участках первой террасы. Лиманы среднего и мелкого затопления располагают на понижениях пойменных террас. Мелководные лиманы на склонах устраивают на выровненных участках, пригодных для лиманного орошения по почвенным условиям, с уклоном местности не более 0,002.

При уклонах поверхности менее 0,001 предусматривают одноярусные лиманы, более 0,001 — многоярусные. Количество ярусов, их размеры и конфигурацию устанавливают из условия рационального использования весеннего стока и наименьшего объема работ. При этом должны быть обеспечены равномерное увлажнение лиманов и нормальные условия проведения сельскохозяйственных работ.

Расстояние между дамбами (ширину яруса лимана, L, м) определяют по формуле

$$L = \frac{h_н - h_в}{i},$$

где $h_н$ — слой воды у нижней дамбы, м;
$h_в$ — слой воды у верхней дамбы, принимают не менее 0,05 м;
i — средний уклон местности.

Слой воды у нижней дамбы назначают из условия обеспечения равномерного увлажнения почвы. При этом средняя глубина затопления лимана должна быть равна норме лиманного орошения.

При проектировании многоярусных лиманов верхний ярус допускается предусматривать глубоководным распределительным для обеспечения подачи воды во все нижележащие ярусы.

Дамбы лиманов должны быть постоянными и не препятствовать механизированным сельскохозяйственным работам. Коэффициент заложения откосов — 5—6, строительная высота — не более 1 м, превышение гребня над максимальным уровнем воды в лимане — не менее 0,3 м. Ширину дамб поверху принимают, как правило, от 0,5 до 1,5 м.

Перепуск воды из яруса в ярус проводят через водовыпуски, расположенные в наиболее низких местах лиманов или по водообходам, создаваемым системой земляных распределительных и направляющих дамб. Концы дамб доводят до отметки земли, соответствующей расчетному уровню воды в лимане.

При недостаточной обеспеченности площади лиманного орошения стоком предусматривают устройство водосборных валов, направляющих сток в лиман с примыкающих водосборных площадей, а также подпитывание лиманов из оросительных и обводнительных каналов. В последнем случае при проектировании рассчитывают расход воды, подаваемой в лиманы.

Удельный расход (g, л/с) на 1 га определяют по формуле

$$g = 27{,}8\left(n K_0 + \frac{h_м}{t}\right),$$

где n — коэффициент, равный 0,68;
K_0 — средняя скорость впитывания, определяемая по методу заливаемых площадок, см/ч;
$h_м$ — средний слой затопления, см;
t — продолжительность подачи воды, ч.

Глубину и продолжительность затопления, в том числе в отдельных понижениях, регулируют при помощи сети водосборно-сбросных каналов, которая должна проходить по пониженным местам и иметь минимальную протяженность.

Поперечные сечения водосборных каналов внутри лиманов, предназначенных для отвода воды с пониженных участков, допускается принимать без расчета: ширину по дну — 1 м, коэффициент заложения откосов — 4, глубину — 0,5 м. Превышение бровки каналов над расчетным уровнем воды в них должно быть не менее 0,2 м.

При установлении норм орошения и продолжительности затопления лиманов с естественной растительностью наряду с необходимостью создания в почве запасов воды, достаточных для обеспечения растений в течение всего вегетационного периода, учитывают их биологические особенности. Наиболее эффективна для основной растительности лиманов следующая продолжительность затопления, сут.: злаково-разнотравной — 10, житняковой — 15, разнотравно-пырейной — 15—20, пырейно-вейнико-кострецовой — 20, пырейно-кострецово-лисохвостной и чисто пырейной — 20—30.

При наполнении лиманов с естественной растительностью в оптимальные сроки (конец марта — начало апреля) продолжительность стояния воды принимают равной 15—20 суткам. При других сроках наполнения ее устанавливают на сумму среднесуточных температур талой воды от начала затопления (90—100°С) или воздуха (100—120°С). Такая сумма температур для основных районов лиманного орошения при затоплении в марте — апреле набирается за 15—20 суток, при подпитывании лиманов из оросительных или обводнительных каналов после прохождения паводка — за 10—15 и при подаче воды в лиман после первого укоса — за 2 суток.

Для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур, возделываемых на лиманах, корнеобитаемая толща почвы

должна иметь к началу вегетации растений максимальный запас воды, равный наименьшей влагоемкости.

Допустимую продолжительность затопления различных культур принимают в следующих пределах (сут.): озимые зерновые — 2—3, люцерна — 7—8, житняк — 7—10.

Норму лиманного орошения нетто при возделывании сельскохозяйственных культур и при наличии данных по коэффициентам их водопотребления определяют по уравнению водного баланса или по таблице 96.

96. Норма лиманного орошения

Культура	Плановая урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м³/т	Норма орошения, м³/га
Пшеница озимая	2,0	2000	2600—3200
Пшеница яровая	1,8	2300	2800—3400
Кукуруза на зерно	2,5	1600	2200—3200
Кукуруза на силос	30	150	2600—3500
Люцерна на сено	5	900	3200—3500
Сахарная свекла на силос	30	130	2400—3300

Продолжительность стояния воды в мелководных лиманах соответствует времени, необходимому для впитывания ее в почву.

При отсутствии исследований в условиях оттаявших почв коэффициент впитывания для почв различной водопроницаемости принимают следующим:

Почвогрунты	Коэффициент впитывания, м/сут
Тяжелоглинистые	До 0,01
Глинистые и тяжелосуглинистые	0,01—0,05
Средне- и легкосуглинистые	0,05—0,4

Для предотвращения заболачивания лиманов и ухудшения их мелиоративного состояния строго регулируют глубину и продолжительность стояния воды, устраняют застаивание ее в лиманах и отдельных бессточных понижениях.

Продолжительность заполнения ярусов или секций лиманов ($T_з$, сут) определяют по формуле

$$T_з = T_н + T_с + T_о,$$

где $T_н$ — продолжительность наполнения лимана до расчетного уровня;
$T_с$ — продолжительность стояния воды в лимане;
$T_о$ — продолжительность опорожнения секций лимана.

Продолжительность наполнения принимают в зависимости от гидрологического режима источника орошения. При этом сроки наполнения отдельных ярусов или секций лиманов должны на-

ходиться в пределах календарных дат, установленных для данной системы.

Продолжительность стояния воды в лимане считают от конца срока наполнения до начала опорожнения лиманов. Продолжительность опорожнения определяют технико-экономическим расчетом с учетом продолжительности наполнения. Она не должна превышать 5—15% продолжительности стояния в верхних частях секций, т. е. $T_o = (0{,}05—0{,}15)T_c$.

Наиболее интенсивно опорожняют секции лиманов, на которых возделывают однолетние полевые культуры, а также лиманы, затапливаемые в поздние сроки при температуре воздуха 15—20°С.

6. Снежные мелиорации

Снежные мелиорации относятся к зимним и ранневесенним способам управления водным режимом почвы. Различают три вида снежных мелиораций: снегозадержание и снегонакопление, ускорение и, наоборот, замедление таяния снега.

Основные виды снежных мелиораций и их назначение приведены в таблице 97.

97. Виды снежных мелиораций

Вид	Назначение	Мероприятия
Снегозадержание и снегонакопление	Накопление влаги, защита сельскохозяйственных культур от вымерзания, уменьшение глубины промерзания почвы и ускорение ее оттаивания, повышение влажности почвы	Посадка полезащитных лесных полос и «живых» изгородей; посев высокостебельных культур — создание кулис; установка щитов; устройство снежных валов и куч; оставление высокого жнивья
Ускорение таяния снега	Удлинение вегетационного периода, ускорение оттаивания почвы	Зачернение снега золой, сажей, торфяной крошкой и др., расчистка снега; рыхление снега
Замедление таяния снега	Защита садовых культур от весенних заморозков, задержание талых вод для увлажнения почвы	Покрытие снега соломой и другими теплоизолирующими материалами; уплотнение снега

Снегозадержание и снегонакопление. Снегозадержание направлено на удержание снега в месте его выпадения, снегонакопление — на задержание снега, переносимого ветром, метелями. При снегонакоплении, в противоположность снегозадержанию, не обеспечивается равномерная толщина снежного покрова, в результате чего складывается неоднородный температурный режим в корнеобитаемом слое почвы. По этой причине снегозадержание на полях с озимыми культурами предпочтительнее.

Снегозадержание и снегонакопление позволяют сохранить на поле от сдувания ветром до 30—70% снега. Они эффективны в природных зонах со снежным покровом менее 50 см (Западная Сибирь, Поволжье и др.).

Запас воды в снеге зависит от его плотности. При средней плотности снега 0,3 г/см³ в каждом 10-сантиметровом слое накапливается 30 мм воды, или 300 м³/га. Помимо накопления влаги снежный покров защищает посевы озимых культур от вымерзания, предупреждает образование губительной для них ледяной корки; благодаря утепляющему действию почва под снегом меньше промерзает и поэтому весной быстрее оттаивает и поглощает обильно талые воды, повышается эффективность действия вносимых удобрений.

Снегозадержание достигается устройством преград, замедляющих скорость ветра в приземном слое и препятствующих его сдуванию с полей. Все снегозадерживающие препятствия располагают поперек господствующего в данном районе ветра; при переменных ветрах — по двум взаимно перпендикулярным направлениям или по кругу. Расстояние между ними зависит от их высоты и определяется по углу растекания потока воздуха, составляющему 3—4° к поверхности почвы. Обычно расстояние между рядами снегозадерживающих препятствий принимают равным 15—20-кратной их высоте.

Снегозадерживающие щиты делают высотой до 1,5 и длиной 1,5—2 м; они обязательно должны быть решетчатыми, сквозными (пористость 50—75%). Благодаря этому воздушный поток разбивается и скорость его ослабляется. Частицы снега выпадают перед щитами и позади них. Щиты располагают рядами по 4—5 вместе, расстояние между группами щитов принимают равным двукратной длине группы. На 1 га требуется 80—100 щитов. В зависимости от погоды щиты переставляют зимой до 2—5 раз.

Кулисные посевы высокостебельных растений, имеющих достаточно прочные стебли (подсолнечник, горчица, сорго и др.), или расстановка на поле стеблей подсолнечника, хвороста, снопов из камыша и т. п. задерживают снег, а также ослабляют холодные и сухие ветры. Кулисные культуры высевают по пару.

Кулисы устраивают в 2—5 рядов с расстояниями между растениями в них 25—30 см, чтобы просветы между стеблями были не менее 70%. Расстояние между рядами — до 80—100 см. В зависимости от высоты кулис расстояние между кулисами принимают 10—20 см.

Преграды из снега устраивают путем поделки валов снегопахами, устройства снежных куч, прерывистых стенок из снежных кирпичей, валов и глыб снега. Этот прием используют, если высота снега достигает не менее 15—20 см при достаточной его плотности. Снежные валы делают снегопахами риджерного типа разных конструкций. Высота валов — до 60 см. Расстояние между ними — 6—20 м. Помимо продольных устраивают поперечные валы, в результате поле оказывается разбитым на клетки. Это предотвращает сдувание снега ветрами разных направлений. За

зиму снегопахи на поле работают 2—3 раза, их не используют на посевах озимых культур. При устройстве снежных стенок их располагают в шахматном порядке с перекрытием промежутков стенками соседнего ряда. Высота стенок — до 80—100 см, промежутки между ними составляют 50% их длины и достигают 15—20 м.

Полезащитные лесные полосы обеспечивают неравномерное снегонакопление: около полосы оно максимальное, а с удалением от нее уменьшается. Дальность влияния и эффективность лесных полос зависят от их конструкции и высоты деревьев. В дополнение к лесополосам обязательно применяют другие способы снегозадержания.

Ускорение таяния снега. Этот прием мелиорации эффективен в районах Севера (Якутия и др.), характеризующихся коротким вегетационным периодом. Простое зачернение снега весной золой, пылью, сажей и другими поглощающими солнечную радиацию материалами (веществами) ускоряет сход снега и удлиняет вегетационный период на 10—15 дней. Этот вид снежной мелиорации эффективен в сочетании с приемами тепловой мелиорации — покрытием поверхности почвы теплоизоляционными материалами (мох, хвоя, солома и др.), осенним рыхлением почвы, использованием пористого льда, воздушно-ледяных и бумажно-ледяных покрытий, затоплением почвы водой, с другими приемами снежной мелиорации — снегозадержанием и искусственным снеготаянием, а также с противоэрозионными и агромелиоративными приемами — осенним бороздованием и нарезкой в мерзлом грунте щелей для увеличения впитывания воды в почву, устройством лиманов и прудов.

Снежные мелиорации близко примыкают к мелиорациям лиманного орошения. Равномерное и повышенное накопление снега в полях повышает обеспеченность водой лиманов.

Снегозадержание особенно эффективно в суровые, морозные зимы.

7. Обводнительные мелиорации

Под обводнительными мелиорациями подразумевают комплексное использование и охрану водных ресурсов, увеличение густоты водотоков с целью ликвидации дефицита воды для различных хозяйственных потребителей. К крупным обводнительным системам в стране относятся система Большого Ставропольского канала, канал Иртыш — Караганда, Каракумский канал имени В. И. Ленина, Терско-Кумский обводнительный канал и другие.

Обводнение степей, пустынь и полупустынь осуществляется по централизованной, децентрализованной и комбинированной системам. При централизованной системе всю подлежащую обводнению территорию обеспечивают водой из одного или группы объединенных водных источников при компактном расположении водопотребителей. При децентрализованной системе воду подают из нескольких водных источников. Комбинированные системы включают элементы обеих названных систем.

Из рек с постоянным током воды и озер воду подают потребителям по обводнительным каналам и трубопроводам, из пересыхающих рек — путем коптажа подруслового потока, из высыхающих озер воду забирают шахтными колодцами, из прудов — насосами или самотеком.

Если поверхностные и подземные воды (водораздельные пространства) отсутствуют, а подача по обводнительным каналам экономически не выгодна, применяют обводнение из полевых цистерн-котлованов, наполняемых за счет поверхностного стока. Котлованы защищают лесными насаждениями, водопой скота осуществляют из корыт, в которые вода поступает самотеком.

Среди мероприятий по обводнению выделяют самостоятельным направлением переброску части стока рек из одного бассейна в другой. Как правило, это необходимо для улучшения водоснабжения городов, увеличения выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях, улучшения условий для нереста рыбы и др. Однако переброска стока может вызвать существенные изменения в водосборе реки, из которой изымается сток, поэтому по причинам экологическим и природоохранным это мероприятие не носит характера массового строительства. Среди осуществленных переброс наиболее удачны каналы имени Москвы и Ир-

тыш — Караганда, Вилейско-Минская водная система, Верхне-Самгорская система с Тбилисским водохранилищем и др.

Крупнейшей обводнительной системой является обводнительно-оросительная система Большого Ставропольского канала, включающая более 2,6 млн. га земель. Головная часть системы находится в предгорьях Северного Кавказа, головной участок канала имеет длину 34 км. На канале действуют два каскада гидростанций, создано водохранилище Большое объемом 620 млн. м³ в котловине Соленого озера. Канал пересекает долины рек Джегута, Ореховая, Абазинка, Топка, Овечка и ряд суходольных балок. Головной гидроузел Большого Ставропольского канала автоматизирован для создания заданного режима пропуска воды в канале и по реке Кубань. Глубина канала — до 5 м. Для подачи воды на орошаемые участки и объекты обводнения построены крупные водозаборные узлы и три насосные станции. Такая крупная обводнительная система решает задачи орошения, обеспечения водоснабжения животноводческих ферм и пастбищ, а также городов-курортов Кавказских Минеральных Вод, сел и Невинномысского промышленного района.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

Потребности в воде на обводняемой территории определяют как сумму объемов на орошение, водоснабжение (пастбищ и других объектов), пополнение стока обмелевших рек или озер и объема потерь воды при ее транспортировке. Каждую статью расхода воды обосновывают специалисты, а общий объем и соответствующую схему обводнительной системы составляет головная проектирующая организация.

Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя в населенных пунктах принимают по СНиП П-31-74 в зависимости от степени благоустройства районов застройки (л/сут):

застройка зданиями с внутренним водопроводом и канализацией (без ванн) — 125—160;

то же, с ваннами и местными водонагревателями — 160—230;

то же, с централизованным горячим водоснабжением — 250—350.

Меньшее значение норм предусматривается для населенных пунктов с численностью населения до 3000 человек.

Расход воды на один полив (мойку) на территории населенных пунктов и промышленных предприятий принимают равным, (л/м²):

механизированная мойка покрытий проездов и площадей — 1,2—1,5;

механизированный полив покрытий тротуаров, проездов и площадей — 0,3—0,4;

полив из шлангов покрытий тротуаров и проездов — 0,3—0,5;

полив городских зеленых насаждений — 3—4;

полив газонов и цветников — 4—6;

полив посадок в грунтовых зимних теплицах (за 1 сутки) — 15;

полив посадок в иных теплицах, парниках (за 1 сутки) — 6.

Количество поливов (моек) принимают в зависимости от климатических условий местности. Для предварительных расчетов расход воды на полив предусматривают в размере 50—90 л/сут на одного жителя.

В животноводстве нормы водопотребления на одну голову составляют (л/сут): коровы молочные — 100, коровы мясные — 70; быки и нетели — 60; молодняк до 2 лет — 30, до 6 месяцев — 20; лошади рабочие, верховые и некормящие матки — 60, племенные и кормящие — 80; жеребцы-производители — 70, жеребцы в возрасте до 6 месяцев — 45; овцы взрослые — 10, молодняк — 6; хряки-производители, свиноматки — 25; свиноматки с поросятами — 60; поросята-отъемыши — 5; ремонтный молодняк и свиньи на откорме — 15; куры — 1; индейки — 1,5; утки, гуси — 2; кролики — 3. В ветеринарной поликлинике на одно крупное животное предусматривают 100 л/сут воды, на одно мелкое животное — 50.

В жарких и сухих районах приведенные нормы допускается увеличивать на 25%.

Нормы водопотребления для животноводческих комплексов приведены в таблице 98.

98. Расход воды на животноводческие комплексы, м³/сут

Тип комплекса	Расход воды	В том числе				
		на приготовление кормов и поение	на уборку помещений и удаление навоза	на хозяйственно-бытовые нужды	на хозяйственно-питьевые нужды	на полив зеленых насаждений
Свиноводческий комплекс по выращиванию и откорму 108 тыс. голов	2953,0	624,8	1727,3	556,1	15,8	35
Комплекс по выращиванию и откорму 10 тыс. голов молодняка КРС в год	934,5	410,0	205,6	268,4	8,5	42
Комплекс по производству молока на 1200 коров (при привязном содержании)	453,4	119,1	60,7	250,4	8,2	15

Пастбищное водоснабжение включает водопойные пункты. Размещение их зависит от кормоемкости пастбища, сезонности

его использования и радиуса водопоя. Водопойный пункт на пастбище должен обслуживать не более 2000 голов овец, 250 голов крупного рогатого скота или 250 лошадей.

Водоснабжение полевых станов должно обеспечить работающих в поле людей качественной водой в количестве до 10 м³/сут, в том числе до 2 м³/сут воды питьевого качества.

Расчетный расход воды на тушение пожаров в населенных пунктах, независимо от степени огнестойкости зданий, принимают в соответствии с теми же СНиП по таблице 99.

99. Расход воды на наружное пожаротушение населенных пунктов, л/с

Количество жителей, чел.	Расчетное количество одновременных пожаров	Застройка одно-двухэтажными зданиями	Застройка трехэтажными зданиями и выше
До 5000	1	10	10
5000—10 000	1	10	15
10 000—25 000	2	10	15
25 000—50 000	2	20	25

В малых населенных пунктах (50—500 человек) расход воды на пожаротушение принимают 5 л/с с продолжительностью пожара 3 ч.

Для сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений расход воды на пожаротушение предусматривают в зависимости от степени огнеопасности и объема зданий, а также категорий производства.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

При обводнении оценивают также качество воды. Подаваемая на орошение вода должна удовлетворять требованиям ГОСТ 17.4.1.02—83, СНИиП 42—123—4089—86 и др.

Качество оросительной воды оценивают в соответствии с агрономическими (плодородие почв, предупреждение процессов засоления, осолонцевания и содообразования, урожайность, качество и сохраняемость продукции); техническими (содержание микроэлементов, радиоактивных веществ, pH и др.) и экологическими (содержание эпидемиологически опасных возбудителей болезней, количество бактерий) критериями.

Для улучшения качества минерализованной воды используют методы разбавления, опреснения, химической мелиорации (внесение в воду мелиорантов).

Сбрасываемая с оросительных и осушительных систем вода не должна оказывать неблагоприятного воздействия на водоемы, водотоки (ГОСТ 17.1.3.13—86) и подземные воды.

Качество воды регламентируется ГОСТ 2874—73 «Вода питьевая». В соответствии с ним должны оцениваться запах и привкус воды, цветность, прозрачность, мутность (по мутномеру при осветлении воды не выше 1,5 мг/л, а в паводковый период — до 2 мг/л), общая жесткость (до 7 мг·экв/л).

Концентрация химических веществ, влияющих на органолептические свойства воды, не должна превышать следующих значений (мг/л): сухой остаток — 1000, хлориды — 350, сульфаты — 500, железо — 0,3, марганец — 0,1, медь — 1, цинк — 5, остаточный алюминий — 0,5, гексаметафосфат — 3,5, триполифосфат — 3,5.

Для улучшения качества питьевой воды и уничтожения болезнетворных бактерий ее обеззараживают путем хлорирования или бактерицидного облучения, фторирования, обезжелезивания, очищают от взвесей в отстойниках и на фильтрах.

Фторирование воды проводят при содержании в ней фтора менее 0,5 мг/л, при использовании серебра содержание его иона не должно быть более 0,05 мг/л.

Полив минерализованной водой оказывает отрицательное воздействие на почву: в корнеобитаемом слое накапливаются вредные для растений соли, ухудшаются физические свойства почвы за счет процессов осолонцевания при поглощении из поливной воды катионов натрия и магния. Поэтому при оценке пригодности воды для орошения используют следующие показатели: сумму растворенных солей (или сумму катионов, мг·экв/л) и содержание катионов натрия и магния (% от суммы всех катионов).

По опасности осолонцевания (рис. 34, римские цифры) и засоления почвы (арабские цифры) воду подразделяют на четыре класса.

Воду I класса можно использовать для полива всех культур, длительное ее применение не ухудшает физических свойств почвы, урожайность не снижается по сравнению с пресными водами.

Вода II класса слабо осолонцовывает почву, при длительном ее применении содержание поглощенного натрия может доходить до 10% емкости катионного обмена, урожай снижается на 5—20%. При орошении каштановых и темно-каштановых почв обязательно применение химических мелиорантов.

Вода III класса вызывает осолонцевание почвы, урожай снижается на 20—50% по сравнению с пресной водой. При необходимости ее использования обязательно применение химических мелиорантов или мелиоративной вспашки.

Вода IV класса вызывает засоление почв, поэтому может ограниченно использоваться для орошения только после разбавления ее пресной водой до 25—30 мг·экв/л.

Условия применения воды зависят от типа почвы: на почвах с плохими водно-физическими и агрофизическими свойствами (плотные, слабоводопроницаемые и др.) допускается орошение водой с минерализацией до 50 мг·экв/л, на оструктуренных

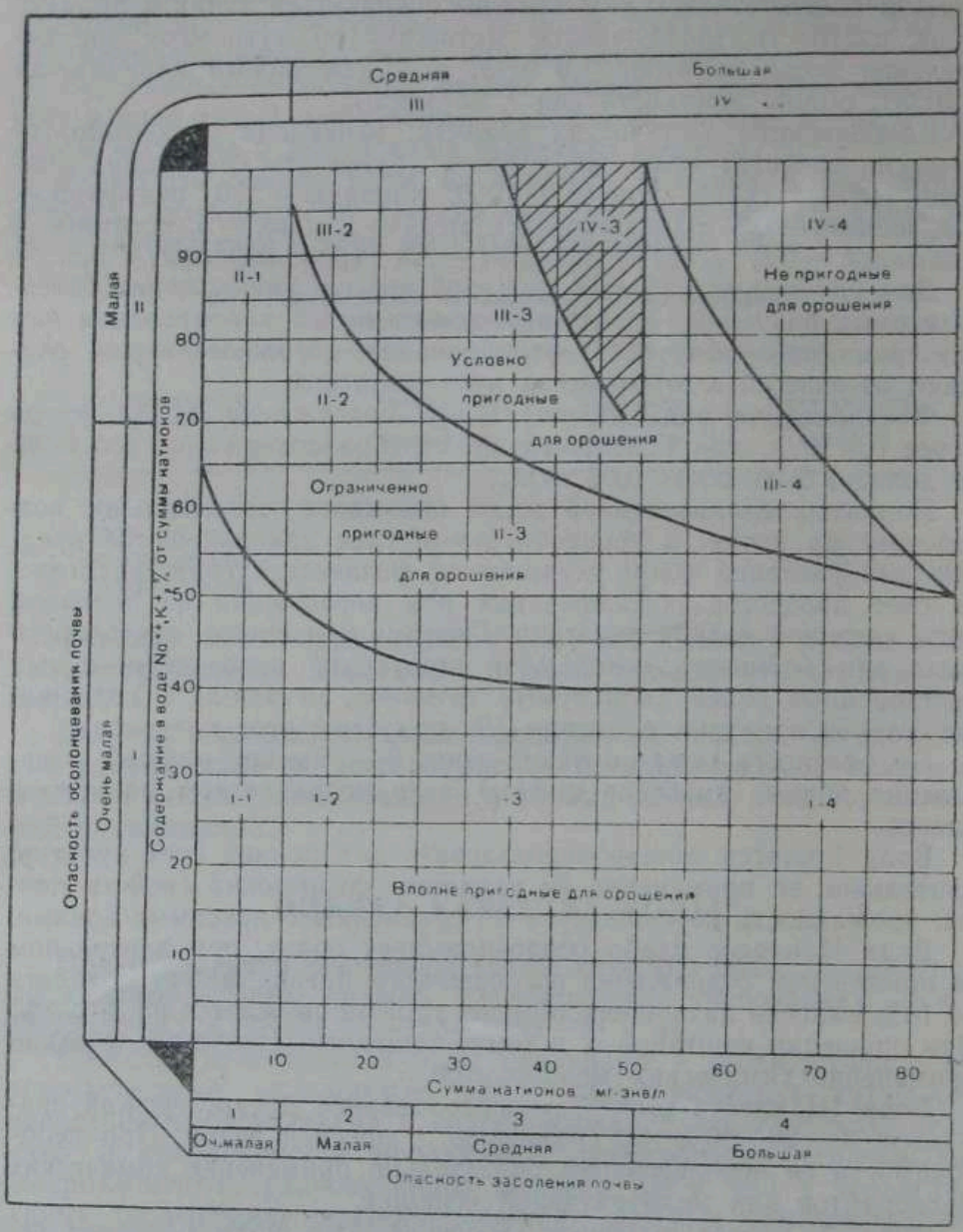


Рис. 34. Номограмма определения пригодности воды для орошения по содержанию растворимых солей и соотношению катионов

почвах с хорошими водно-физическими свойствами — водой с содержанием солей 50—85 мг·экв/л. При неглубоком залегании карбонатного и гипсового горизонтов (0,5—0,6 м) допускается использовать воду II и III классов, но с обязательной плантажной вспашкой через 7—10 лет.

Применение минерализованных вод не допускается при залегании УГВ менее критической глубины (2,5—3,5 м). Применяемая для орошения вода должна иметь pH в пределах 6—8. Не удовлетворяющую этим требованиям воду улучшают (мелиорируют) путем внесения в нее химических мелиорантов.

8. Мелиорация солонцов

Солонцы, солонцовые комплексы и солонцеватые почвы занимают в РСФСР 27,7 млн. га. Их используют в основном как малопродуктивные пастбища и сенокосы, распахано — 23,4%. Такие почвы распространены в лесостепной, степной и полупустынной зонах; по биоклиматическим условиям формирования их подразделяют на черноземные, каштановые и полупустынные. В зависимости от условий обводненности солонцы могут быть гидроморфные, полугидроморфные и автоморфные. Мелиорация их комплексная; она включает мелиоративную обработку, осушение для устранения источников заболачивания и засоления (понижение УГВ и отвод щелочных вод), орошение и химическую мелиорацию (гипсование).

Преобладают солонцы с содержанием обменного натрия, токсичного для растений. Для них характерны неблагоприятные для земледелия водно-физические свойства. По степени солонцеватости (наличию обменного натрия в поглощающем комплексе) почвы подразделяют на слабосолонцовые, сильносолонцовые и солонцы (табл. 100).

100. Солонцеватость почв и их пригодность для земледелия
(по С. В. Астапову)

Степень солонцеватости почв	Количество поглощенного натрия, % от емкости поглощения	Пригодность для земледелия и вид мелиорации
Слабая	10	Пригодны для сельскохозяйственного использования без химических мелиорантов
Сильная	10—30	Пригодны, но необходима химизация с обязательной промывкой продуктов обмена
Солонцы	30	Требуют химизации и промывок до начала сельскохозяйственного освоения

Солонцы обладают неблагоприятными водно-физическими свойствами: в сухом виде они склонны к образованию прочных, труд-

но поддающихся крошению глыб, во влажном — к заплыванию, они слабоводопроницаемы, отличаются высокой дисперсностью. Солонцы засолены, содержат много натрия, что снижает плодородие почвы. По характеру засоления они могут быть солончаковатые, содовые, хлоридно-сульфатные, сульфатно-хлоридные и хлоридные.

Технология освоения солонцов зависит от степени засоления почвы, толщины плодородного и солонцового слоев, от глубины залегания подсолонцового (гипсоносного или карбонатного) горизонта.

При мелиорации солонцов с высоким залеганием карбонатного слоя (не ниже 35 см от поверхности) и толщиной гумусового слоя не менее 15 см применяют трехъярусную вспашку трехъярусным плугом ПТН-3-40А с последующей разделкой верхнего слоя дисковыми боронами (БДТ-7) и прикатыванием катками. Вынос солонцового горизонта в гумусовый слой не должен превышать 20%. Для химической мелиорации используют гипсоносный горизонт. Для лучшего растворения гипса нужна вода, поэтому применяют снегозадержание.

На глубоких, средних и мелких солонцах с глубоким залеганием солей кальция, высокой солонцеватостью карбонатного горизонта и толщиной надсолонцового слоя не менее 5 см применяют глубокую послойную обработку (фрезерование) фрезой ФБН-1,5 за один проход или дискование за три — пять проходов с измельчением почвы на фракции размером не более 2,5 см. Основной способ первичной обработки вновь осваиваемых корковых солонцов — плантажная вспашка с оборотом пласта (плуг ППН-4-40). Вспашка должна обеспечивать хороший оборот и необходимое рыхление (крошение) пласта, глубокую заделку травянистой растительности. Ее выполняют на глубину до 40—60 см, при этом солонцовый слой перемешивают с карбонатно-гипсовым.

На луговых содовых солонцах с близким залеганием УГВ (1—2 м) хорошо зарекомендовало себя глубокое (50—60 см) рыхление почвы при помощи рыхлителей РГ-0,8, РСН-2,9 и др. При этом в отличие от вспашки поверхностный водопроницаемый и плодородный слой сохраняется на месте. Рыхление дешевле вспашки. При рыхлении должны преобладать фракции грунта размером менее 5 см, максимальные куски не должны превышать 20 см. Вынос солонцового горизонта на поверхность и просыпание надсолонцового слоя в нижние слои не должны превышать соответственно 5 и 15%. После глубокого рыхления поверхность почвы сразу выравнивают и уплотняют катками.

При залегании солонцов пятнами среди плодородных солонцеватых почв иногда эти пятна засыпают плодородной почвой слоем до 20 см.

В таблице 101 приведены две технологические схемы обработки солонцов.

101. Технология подготовки солонцов к залужению

Операция	Машина, орудие	Затраты труда, чел-ч/га	Себестоимость, руб/га
	Первая схема		
Трехъярусная вспашка солонцов с высоким залеганием карбонатного слоя	Плуг ПТН-40	5,55	12,76
Разделка верхнего слоя почвы	Бороны БДТ-3,0; БДТ-7,0	1,3—1,5	6,76—10,14
Прикатывание почвы	Кольчатый каток	0,8	3,2
	Вторая схема		
Глубокая послойная обработка мощной дернины на солонцах:			
дискование за 3—5 проходов	Бороны БДТ-3,0; БДТ-7,0	1,95—3,25	16,7—25,35
фрезерование за один проход	Фреза ФБН-1,5	5,26	32,68
Рыхление солонцов с глубоким залеганием карбонатного слоя	Рыхлители РСН-2,9; РС-1,5	1,85—2,77	9,25—14,28
Выравнивание и уплотнение верхнего слоя почвы	Каток	0,8	3,2

Для улучшения поглощающего комплекса солонцов необходимо вытеснение поглощенного натрия кальцием. Это достигается химической мелиорацией — внесением в почву сернокислого кальция — гипса.

В 1966—1980 гг. солонцы мелиорированы на площади 4,2 млн. га, из них на 1,9 млн. га — путем мелиоративной обработки, на 2,3 млн. га — с применением гипсования.

Гипсование проводят нормой около 20—25 т/га гипса на содовых и 5—10 т/га на прочих солонцах.

Гипс вносят при помощи разбрасывателя РУМ-3 перед зяблевой вспашкой (половина нормы) и под посев многолетних трав. Затем его перемешивают с почвой дисковыми лущильниками. Технология гипсования приведена в главе «Химические мелиорации».

Гипс слабо растворяется в воде, поэтому в условиях сухостепной и полупустынной зон, где атмосферных осадков выпадает мало, эффект от внесения гипса невелик и проявляется медленно. Эффективность химической мелиорации солонцов резко возрастает при орошении и искусственном дренировании почв, обеспечивающих промывной режим и отвод продуктов обмена гипса. Только на основе дренажа, использования химических мелиоран-

тов и полива бесплодные солонцы можно превратить в плодородные незасоленные почвы.

Поскольку норму гипса вносят не в один год, освоение тяжелых солонцов продолжается в течение нескольких лет. При этом в первые годы высевают фитомелиоранты — культуры, устойчивые к солям, солонцеватости и засухе: люцерну желтую, донник, горчицу, волоснец ситниковый, пырей бескорневищный, бекманию и др.

Имеются рекомендации по освоению солонцов для всех основных районов их распространения. Так, в Заволжье, по рекомендациям ВолжНИИГиМ, в зоне распространения каштановых почв применяют **агробиологический метод мелиорации солонцов,** включающий глубокую обработку почв, внесение химических мелиорантов и удобрений, посев культур-освоителей (люцерны).

Глубокую мелиоративную вспашку применяют при наличии карбонатов в подстилающей породе. Одновременно с гипсом вносят навоз (40 т/га) или лигнин (30 т/га) под зяблевую вспашку.

Для уменьшения осолодения почвы вносят гашеную известь (2 т/га), органические (40 т/га) и физиологически кислые мине-

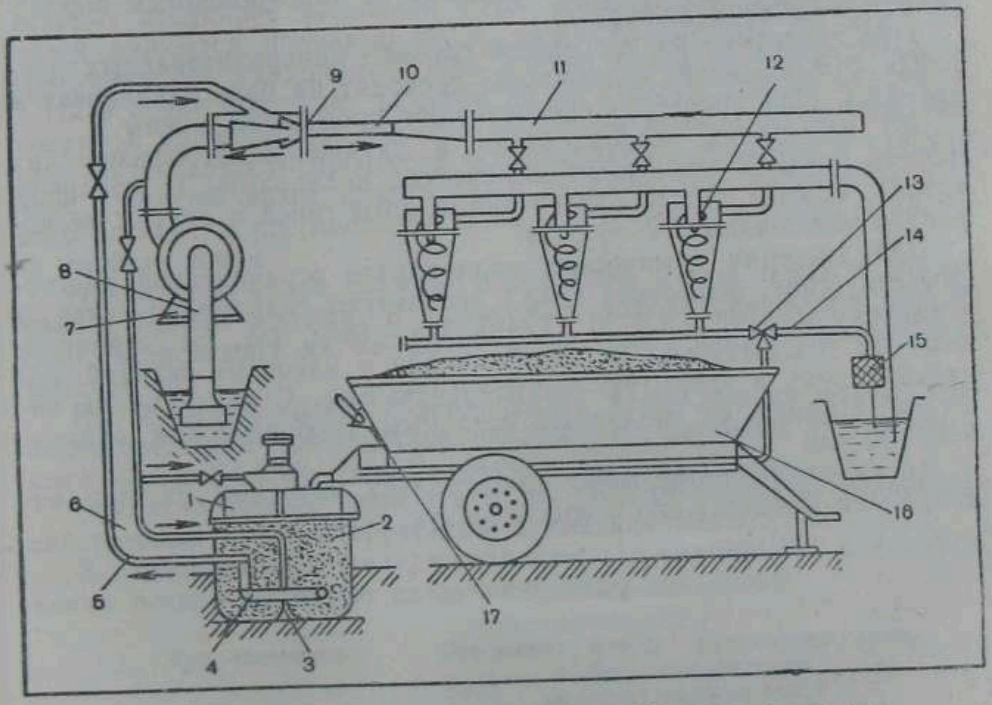


Рис. 35. Гидромелиоративная установка ГУД-30 «Геничанка»:

1 — измельчитель; *2* — смесительная емкость; *3* — конус; *4* — тор; *5* — трубопровод; *6* — напорный трубопровод; *7* — центробежный насос; *8* — заборный рукав; *9* — гидроэлеватор; *10* — камера смешивания гидроэлеватора; *11* — трубопровод; *12* — гидроциклоны; *13* — сбросной трубопровод; *14* — кран; *15* — фильтр; *16* — бункер; *17* — регулирующая заслонка

ральные удобрения. Помимо гипса в качестве мелиоранта используют фосфогипс. Он имеет то же действие, но благодаря наличию водно-растворимого фосфора улучшает питание и развитие растений.

При неглубоком (менее 1—1,5 м) залегании УГВ хороший эффект достигается при возделывании люцерны в качестве культуры-освонтеля, выполняющей функции биологического дренажа.

На лугово-степных солонцах мелиоративный комплекс включает планировку почвы (буртуют 20-сантиметровый срезанный слой), мелиоративную вспашку (при орошении повторяют через 3—4 года), возделывание люцерны в течение 3 лет с запашкой в последний год на сидеральное удобрение.

После эксплуатационной планировки выполняют следующие работы: вносят $^2/_3$ дозы гипса (фосфогипса, извести) и навоза (40 т/га); проводят глубокую вспашку при залегании солевого горизонта ниже 50 см или обычную вспашку с глубоким рыхлением при залегании его выше 50 см; выравнивают поверхность поля, вносят $^1/_3$ химического мелиоранта, рекомендуемых доз фосфора и калия. Весной следующего года почву боронуют, вносят азотные удобрения, культивируют с одновременным боронованием и посевом люцерны.

При залегании на небольшой глубине минерализованных грунтовых вод коренную мелиорацию проводят на базе планировки и дренажа. При орошении обеспечивают промывной режим.

Во избежание осолонцевания и ухудшения агрофизических свойств почвы в нее вносят химические мелиоранты (с поливной водой). В этом случае рассчитанные дозы гипса и других мелиорантов уменьшают в 2—3 раза.

Для внесения химических мелиорантов ограниченной растворимости (гипс, фосфогипс и др.) используют гидромелиоративную установку-дозатор ГУД-30 «Геничанка» (рис. 35). Ее устанавливают на водовыпусках из водоемов или у насосных станций, подающих воду в закрытую оросительную сеть. С аванкамерой насосной станции ее соединяют стальным трубопроводом диаметром 150 мм.

«Геничанка» непрерывно приготовляет маточный раствор мелиорантов и подает его в оросительную сеть.

9. Борьба с засолением орошаемых земель

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ

Развитие орошения, особенно в зонах пустынь и сухих степей, связано с необходимостью рассоления земель. Здесь более 40% вводимых за счет орошения земель засолено, поэтому необходимы мероприятия по ликвидации первичного засоления.

Значительные площади (кроме части низких речных террас и конусов выноса) характеризуются слабой естественной дренированностью, поэтому при орошении за счет утечек воды из водохранилищ, каналов и трубопроводов, а также потерь воды на поле (просачивание вглубь) наблюдается подъем минерализованных грунтовых вод, а вместе с ним и солей в почвенный слой — происходит вторичное засоление почв. Дополнительным источником солей являются поливные воды, качество которых по мере загрязнения рек ухудшается. При поливе водой с минерализацией 1 г/л в почву поступает за сезон до 10 т солей. Полив минерализованной водой может вызвать засоление почв и их осолонцевание. Интенсивность процессов осолонцевания, особенно в степной зоне с неустойчивым естественным увлажнением, зависит от ионного состава и pH поливной воды, содержания натрия, а также от свойств почвы.

Накопление солей снижает плодородие почвы, ведет к снижению и гибели урожая. В природных водах содержатся разные соли, воздействие их на почву и растения охарактеризовано в таблице 102.

Из основных солей, содержащихся в природных водах, наиболее вредными для сельскохозяйственных растений и почв являются NaCl, Na_2CO_3, Na_2SO_4, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaCl_2$.

Ориентировочные показатели по солеустойчивости сельскохозяйственных культур приведены в таблице 103.

В зависимости от содержания хлора в солончаках и солончаковых почвах выделяют следующие типы засоления:

Тип засоления	Отношение между содержанием хлора и общим содержанием легкорастворимых солей
Хлоридный	>0,40
Сульфатно-хлоридный	0,25—0,40
Хлоридно-сульфатный	0,12—0,25
Сульфатный	<0,12

102. Основные свойства солей, содержащихся в воде, и их влияние на почву и растения

Соль	Растворимость и концентрация насыщенного раствора	Реакция водного раствора	Действие	
			на растения	на почву
$CaCO_3$	Плохо растворяется, зависит от концентрации CO_3^{-2} и CO_2; 10 мг/л	Щелочная	Нетоксичное	—
$MgCO_3$	Слабая; 0,106 г/л	»	Токсичное	—
Na_2CO_3	Хорошая; 200 г/л	Очень щелочная	Очень токсичное	Ухудшает водно-физические свойства, не поддается промывке
$CaCl_2$	»	Слабокислая	Вредное при высокой концентрации	—
$MgCl_2$	Очень хорошая; 353 г/л	Близка к нейтральной	Очень токсичное	Накапливается в растворимой и обменной форме, вредна
NaCl	Хорошая; 264 г/л	То же	Токсичное	Накапливается с другими солями, хорошо вымывается
$CaSO_4$	Средняя; 2 г/л	Слабокислая	Нетоксичное	Может формировать конкреции и плотные слои
$MgSO_4$	Хорошая; 262 г/л	»	Очень токсичное	Накапливается с другими растворимыми солями, неблагоприятное действие, вымывается
Na_2SO_4	Очень хорошая, зависит от температуры; 280 г/л	Близка к нейтральной	В 2—3 раза менее токсична, чем $MgSO_4$	То же, хорошо вымывается

Тип и степень засоления почвы зависят от содержания в ней анионов. Содовый тип засоления выделяют при следующем их соотношении: $HCO_3 \geqslant 1{,}2(Cl+SO_4)$.

Почвы по степени засоления в зависимости от содержания легкорастворимых солей подразделяют на пять групп — незасоленные, слабо-, средне-, сильнозасоленные и солончаки (табл. 104).

Борьба с засолением включает комплекс профилактических мероприятий, направленных на регулирование солевого режима почв в зависимости от требований растений и состава почв. Оптимальная концентрация легкорастворимых солей в почвенных

103. Солеустойчивость культурных растений в зависимости от общей концентрации солей в почве

Культуры	Солеустойчивые (5—10 г/л)	Среднесолеустойчивые (2,5—5 г/л)	Несолеустойчивые (2,5 г/л)
Полевые	Ячмень, кормовая и сахарная свекла	Пшеница, рожь, кукуруза, рис, лен, подсолнечник	Горох, фасоль
Кормовые	Пырей, мятлик	Донник, суданка, райграс, люцерна, ежа сборная	Клевер луговой и гибридный, лисохвост луговой
Овощные	Капуста кормовая, репа, спаржа, шпинат	Капуста, картофель, морковь, лук, огурец, томат, тыква	Редис, сельдерей, фасоль
Фруктовые деревья и кустарники		Виноград	Абрикос, груша, миндаль, слива, персик, яблоня

104. Классификация почв по степени засоления (содержанию солей в метровом слое), % от сухой массы (по В. А. Ковде и В. В. Егорову)

Почвы	Тип засоления			
	содовый	хлоридный	хлоридно-сульфатный	сульфатный
Незасоленные	<0,10	<0,15	<0,20	<0,30
Слабозасоленные	0,10—0,20	0,15—0,30	0,25—0,40	0,30—0,60
Среднезасоленные	0,20—0,30	0,30—0,50	0,40—0,70	0,60—1,00
Сильнозасоленные	0,30—0,50	0,50—0,80	0,70—1,20	1,00—2,00
Солончаки	>0,50	>0,80	>1,20	>2,00

растворах не должна превышать 5—6 г/л. Согласно обобщению И. П. Айдарова (1985), предельное содержание хлора в водной вытяжке составляет 0,1—0,03%, ионов HCO_3 — менее 0,08, натрия — 0,023—0,046%. Предельное содержание ионов Mg определяют по зависимости: $Mg \leqslant 15Cg - Na$, где Mg, Na — содержание ионов, мг·экв/100 г, Cg — допустимое содержание токсичных солей в почве, %.

Для почв степной зоны содержание натрия в поглощающем комплексе не должно составлять более 2—5% суммы поглощенных катионов.

В таблице 105 приведено предельное содержание солей в зависимости от типа засоления почвы.

В соответствии со СНиП 2.06.03.85 за счет дренажа и других мероприятий должно быть обеспечено снижение содержания подвижных солей в корнеобитаемом слое до приведенных значений.

105. Верхний предел допустимого содержания солей в почве в зависимости от типа засоления, % на сухую навеску (по данным анализа водной вытяжки 1 : 5)

Параметры	Тип засоления						
	хлоридный	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	сульфатный	хлоридно-содовый и содово-хлоридный	сульфатно-содовый и содово-сульфатный	сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатный
Общее содержание солей (плотный остаток)	0,15	0,20	0,4 (0,6)	0,6 (1,2)	0,20	0,25	0,40
Сумма токсичных солей	0,10	0,12	0,25	0,30	0,15	0,25	0,30
Токсичный сульфат-ион	0,02	0,04	0,11	0,14	—	0,07	0,10
Хлор-ион	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	—	0,03
Подвижный натрий-ион	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
Гидрокарбонат-ион	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10
pH в суспензии 1 : 2,5	8,3	8,3	8,3	8,3	8,5	8,5	8,5
Поглощенный натрий	В высокогумусных и малогумусных почвах верхний предел не должен превышать соответственно 10 и 5% от суммы катионов						

Примечание. Цифры без скобок соответствуют содержанию гипса в почвах не более 0,5%, в скобках — более 0,5%.

Один из основных путей поступления воды в почву — от неглубоко залегающих грунтовых вод. По степени засоленности грунтовые воды подразделяют (Н. Г. Минашина) на незасоленные (содержание солей менее 2 г/л), слабозасоленные (2—4 г/л), среднезасоленные (4—8) и сильнозасоленные (8—16 г/л и более).

Критическая глубина залегания грунтовых вод для лёссовых почв в зависимости от степени их минерализации по А. Н. Костякову составляет:

Минерализация, г/л	Критическая глубина, м
3	1,7—2,2
3—5	2,2—3,0
5—7	3—3,5

На тяжелых почвах критическая глубина на 20% больше приведенных значений.

На незасоленных землях при минерализации грунтовых вод менее 2 г/л критическая глубина составляет 1,2—1,5 м, а при пресных грунтовых водах она может составлять 0,7—1 м и менее, т. е. принимать значения нормы осушения (см. главу «Осушительные мелиорации»).

106. Критическая глубина залегания грунтовых вод в зависимости от водопроницаемости и содержания солей в почве, м
(по И. Сабольч)

Содержание солей в грунтовых водах, г/л	Содержание солей в почве, %	Коэффициент фильтрации почвы, м/сут			
		>1,0	0,1—1,0	0,001—0,1	<0,001
0—1	0,050	2,5—3,0	2,5	2,0—2,5	—
	0,075	2,5—3,0	2,5	2,5	2,5
	0,100	3,0—3,5	2,5—3,0	2,5	2,5
	0,150	—	—	3,0	2,5—3,0
	0,200			3,0	2,5—3,5
1—2	0,050	2,5—3,0	2,5	2,5	
	0,075	3,0—3,5	2,5—3,0	2,5	2,5
	0,100	3,0—4,0	3,0	2,5—3,0	2,5
	0,150			3,0—3,5	3,0
	0,200			3,5	3,5
2—4	0,050	3,0—3,5	2,5—3,0	2,5—3,0	
	0,075	3,5—4,0	3,0—3,5	3,0	3,0
	0,100	3,5—4,5	3,0—3,5	3,0—3,5	3,0
	0,150			3,5	3,5
	0,200			3,5—4,0	
4—8	0,050	3,0—3,5	3,5	3,5—4,0	3,5—4,0
	0,075	4,0—4,5	3,5—4,5	3,5—4,0	3,5—4,0
	0,100	4,0—4,5	4,0—4,5	3,5—4,5	3,5—4,0
	0,150			4,0—4,5	4,0—4,5
	0,200			4,0—4,5	4,0—4,5

Примечание. Меньшие значения — при содержании натрия в поливных водах менее 75%, большие — при содержании более 75%.

В зависимости от климатических условий местности критическая глубина залегания грунтовых вод ($H_{кр}$, м) может быть вычислена по формуле В. А. Ковды:

$$H_{кр} = 170 + 8t,$$

где t — среднегодовая температура воздуха, °С.

С учетом содержания солей в почве и водопроницаемости почв критическая глубина изменяется в пределах 2,5—4,5 м (табл. 106).

На засоленных землях грунтовые воды поддерживают на глубине, близкой к критической, с тем, чтобы водообмен почвы с грунтовыми водами за вегетационный период был отрицательным и отсутствовали восходящие токи воды в зоне аэрации.

Борьба с засолением почв включает систему профилактических мероприятий: сооружение оросительных систем с проведением противофильтрационных работ, строительство дренажа, соблюдение технологии возделывания сельскохозяйственных культур и оптимальных поливных режимов, периодическую промывку почв и др.

ДРЕНАЖ

Дренаж на орошаемых землях должен обеспечивать отвод избытка солей из корнеобитаемого слоя почвы, а также поддерживать уровень подземных вод, исключающий возможность вторичного засоления и заболачивания земель. Дренаж отводит в водоприемники минерализованную воду из грунта, на ее место поступает пресная оросительная вода.

Необходимость устройства дренажа устанавливают на основе анализа водно-солевого режима почв объекта мелиорации и прилегающей территории в существующих и проектных условиях с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур и требований охраны окружающей среды. При составлении прогнозов водно-солевого режима используют балансовые и аналитические методы расчета, аналоговое и математическое моделирование. Прогноз режима грунтовых вод дается в проекте орошения. Им устанавливаются глубины залегания грунтовых вод при разной водоподаче и принятой технике орошения, сроки подъема УГВ до критических глубин, возможная степень минерализации грунтовых вод, необходимые сроки строительства дренажа.

Дренаж в комплексе с мелиоративными и агромелиоративными мероприятиями должен обеспечивать содержание подвижных солей в корнеобитаемом слое засоленных почв на уровне, не превышающем допустимые пределы (см. табл. 104).

Допустимую (критическую) глубину залегания подземных вод, обеспечивающую оптимальный водно-солевой режим почв, уста-

навливают для каждой природно-климатической зоны на основании специальных исследований и имеющегося опыта эксплуатации мелиоративных систем.

На площадях нового орошения ввод земель в сельскохозяйственное освоение предусматривают после окончания строительства постоянного дренажа, если по прогнозу водно-солевого режима потребность в дренаже возникает в период до 10 лет от начала освоения. При сроке подъема грунтовых вод более 10 лет освоение земель должно опережать строительство дренажа.

При проектировании дренажа предусматривают использование дренажных вод на орошение, промывку и другие нужды. Невозможность или нецелесообразность их использования должна быть обоснована. Необходимо также учитывать режим орошения, технику полива, плановое расположение оросительной сети, рельеф полей и агротехнику сельскохозяйственных культур.

Дренаж на орошаемых землях классифицируют по ряду признаков:

По назначению и расположению

Систематический	Горизонтальные дрены или скважины вертикального дренажа расположены равномерно по орошаемой территории
Выборочный	Дрены или скважины приурочены к отдельным участкам орошаемых земель с неудовлетворительным мелиоративным состоянием
Линейный	Дрены или скважины расположены по фронту питания подземных вод

По конструкции

Горизонтальный	Сеть открытых или закрытых дрен и коллекторов
Вертикальный	Сеть скважин
Комбинированный	Сочетание дрен и скважин

По времени работы

Постоянный	Поддержание необходимого водно-солевого режима почвы и грунтов зоны аэрации на протяжении всего периода работы оросительной системы
Временный	Работа только в течение определенного времени (1—3) года, в период капитальных промывок

По степени вскрытия водоносных слоев

Совершенный	Дрены прорезают всю толщу водоносного пласта
Несовершенный	Дрены прорезают водоносный пласт частично

Для оценки мелиоративного состояния орошаемых земель рассчитывают водно-солевой баланс территории. Расчет параметров дренажа и выбор схемы его размещения выполняют по уравнению водного баланса для определения нагрузки на дренаж и величины инфильтрационного питания.

Общее изменение запасов солей (ΔS, т/га) в границах рассматриваемой территории в активном слое (1—3 м) рассчитывают по формуле

$$\Delta S = S_к - S_н,$$

где $S_н$, $S_к$ — запасы солей в начальный и конечный моменты расчетного периода.

При наличии дренажа уравнение имеет вид:

$$\Delta S = (S_п^- - S_о^-) + (S_п - S_о) + S_в + S_с \pm S_р - S_д,$$

где $S_п^-$, $S_о^-$ — разница в поступлении и выносе солей с поверхностными водами;
$S_п$, $S_о$ — то же, с грунтовыми водами;
$S_в$ — поступление солей с оросительными водами;
$S_с$ — вынос солей с поверхностными сбросами оросительной воды;
$S_р$ — поступление или вынос солей при вертикальном водообмене балансового слоя с подземными водами (за счет подпитывания грунтовых вод напорными или перетекания грунтовых вод вниз);
$S_д$ — вынос солей с дренажным стоком.

Баланс солей в зоне аэрации ($\Delta S_а$) определяют по формуле

$$\Delta S_а = (S_п^- - S_о^-) + S_в \pm S_q,$$

где S_q — поступление или вынос солей при вертикальном водообмене между почвенными и грунтовыми водами (при нисходящем токе «—», при восходящем «+»).

Баланс солей в грунтовых водах ($\Delta S_{гр}$) равен:

$$\Delta S_{гр} = (S_п - S_о) + S_ф \pm S_q \pm S_р - S_д,$$

где $S_ф$ — поступление солей в грунтовые воды с фильтрационными потерями из оросительной сети.

Тип дренажа на орошаемых землях (горизонтальный, вертикальный или комбинированный) выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов, исходя из гидрогеологических условий и на основе геофильтрационной схематизации строения водоносного пласта, определяющей граничные условия потоков подземных вод в разрезе и плане, а также его фильтрационные свойства.

В качестве основных таксономических единиц при геофильтрационной схематизации выделяют следующие схемы залегания грунтовых вод над региональным водоупором:

Схема	Характеристика
Однопластовая	Один хорошо проницаемый водоносный горизонт однородного или двухслойного строения с покровным слабопроницаемым слоем
Двухпластовая	Два хорошо проницаемых пласта, разделенные слабопроницаемым слоем; верхний пласт может быть однородного или двухслойного строения. К двухпластовой схеме при расчете дренажа может быть сведена и многопластовая схема
Беспластовая	Отсутствие в разрезе хорошо проницаемых и сравнительно однородных пластов
Водоупорная	Слабопроницаемые породы с коэффициентом фильтрации менее 10^{-2}—10^{-3} м/сут

При однопластовой и двухпластовой схемах с проводимостью водоносного горизонта 100 $м^{-2}$ сут конструкцию дренажа проектируют вертикальной или комбинированной. Вертикальную конструкцию предусматривают на слабопроницаемых грунтах, подстилаемых пластами с напорными водами. Комбинированный дренаж применяют при мощности верхнего слабопроницаемого слоя и подстилающего водонапорного пласта до 15 м.

Горизонтальный дренаж применяют при беспластовой геофильтрационной схеме с коэффициентом фильтрации покровных отложений 0,01 м/сут. Для повышения эффективности дренажа при промывках на слабопроницаемых почвах предусматривают их глубокое рыхление, в том числе с внесением мелиорантов для оструктуривания почв.

При проектировании дренажа на засоленных или склонных к засолению землях предусматривают промывной режим орошения. Интенсивность питания подземных вод определяют на основании прогноза водно-солевого режима почв мелиорируемой территории и использования опыта эксплуатации существующих дренажных систем на объектах-аналогах.

Параметры постоянного горизонтального, вертикального и комбинированного дренажа рассчитывают на среднегодовую нагрузку периода постоянной эксплуатации мелиоративной системы.

Параметры временного дренажа определяют, исходя из обеспечения заданной скорости отвода промывных вод в период капитальных промывок с учетом работы постоянного дренажа.

В таблице 107 приведены оптимальные значения скорости фильтрации.

Горизонтальный дренаж представляет собой совокупность дрен для приема грунтовых вод с мелиорируемой территории. Постоянные горизонтальные дрены проектируют закрытыми с во-

107. Оптимальные значения скорости фильтрации воды и рациональные способы промывок разных почв
(по И. П. Айдарову, 1985)

Почвы по гранулометрическому составу	Общая пористость почвы	Отношение $\frac{m_в}{m_м}$	Относительная скорость фильтрации, м/сут	Способ промывки
Песчаные и другие легкие	<0,35	⩽0,1	⩾0,025—0,05	Непрерывная подача воды при затоплении
Средние	0,40—0,45	⩽0,2—0,5	0,01—0,035	Подача воды тактами с применением временного мелкого дренажа
Тяжелые	0,50—0,55	1,5—2,5	0,005—0,015	Подача воды тактами по мелким чекам с использованием мелкого дренажа или дождеванием с интенсивностью дождя более 1 мм/мин

Примечание. $m_в$ и $m_м$ — соответственно внутриагрегатная и межагрегатная пористость.

доприемными отверстиями и защитным фильтром или из пористых труб (трубофильтров).

Для приема воды из дрены и отвода ее за пределы мелиорируемой территории используют коллекторы. Их проектируют как закрытыми, так и открытыми. Внутрихозяйственные коллекторы должны быть, как правило, закрытыми. Коллекторы, проходящие через населенные пункты, проектируют только закрытыми.

Для закрытого горизонтального дренажа применяют безнапорные неметаллические трубы, выдерживающие давление грунта, временную нагрузку от сельскохозяйственных машин и стойкие к воздействию агрессивной среды.

Защитно-фильтрующие материалы для дренажа должны соответствовать мелиоративным требованиям: быть надежными при транспортировке, достаточно прочными, не кольматироваться при укладке, обеспечивать защиту дренажных труб от заиления, не ухудшать качество воды. Этим требованиям наиболее полно удовлетворяют фильтры нетканые дренажные, ткань капроновая техническая мелиоративная, полиэтиленовый холст, некоторые виды стеклохолстов, полотно нетканое и некоторые другие.

Глубину заложения дрен и расстояние между ними рассчитывают в зависимости от гидрогеологических условий объекта и требуемого водно-солевого режима по формулам установившегося режима фильтрации с проверкой динамики подземных вод в характерные периоды (вегетационный, предпосевной и др.) по формулам неустановившегося режима.

В сложной гидрогеологической и почвенно-мелиоративной обстановке и при отсутствии аналогов для обоснования параметров дренажа обязательно предусматривают исследования на опытно-производственных участках с типичными природно-хозяйственными условиями.

Глубина заложения дрен с учетом технологии производства работ, как правило, не должна превышать 4 м. Длину дрен принимают от 400 до 1000 м. Диаметр дренажных труб определяют гидравлическим расчетом. При пропуске максимального расхода допускается напорное движение воды в дренах.

Уклоны дрен и закрытых коллекторов принимают, как правило, не менее 0,002 при диаметре до 200 мм и не менее 0,0005 — при диаметре более 200 мм. Максимальные уклоны открытых коллекторов устанавливают, исходя из допустимых неразмывающих скоростей, минимальные — не менее 0,0003; при безуклонных территориях допускается уклон 0,0002.

Сопряжение закрытых дрен с закрытыми и открытыми коллекторами должно обеспечивать отвод дренажных вод без образования подпоров в дренах.

Смотровые колодцы устанавливают в истоках дрен, в местах поворота дрен и коллекторов, изменения уклона и диаметра труб, впадения дрен в закрытые коллекторы, а также в местах промывки дренажных линий.

Вертикальный дренаж представляет собой комплекс сооружений, состоящий из водозабора с гидромеханическим оборудованием и наземного комплекса (энергетическое хозяйство, водоотводящая сеть, подъездные дороги, средства автоматики, телемеханики, связи и контрольно-измерительная аппаратура).

В зависимости от гидрогеологических условий орошаемого массива водозаборные сооружения выполняют в виде вертикальных (с насосно-силовым оборудованием) или поглощающих скважин.

Плановое расположение скважин вертикального дренажа необходимо увязывать с рельефом и границами мелиорируемого участка. Скважины размещают по возможности вблизи существующих линий электропередачи и трансформаторных подстанций.

При выборе конструкций скважин вертикального дренажа необходимо учитывать гидрогеологические условия, требуемое понижение УГВ, дебит, технологию бурения и параметры насосно-силового оборудования. При проектировании скважин предусматривают, как правило, применение неметаллических труб.

При расчете вертикального дренажа сначала определяют параметры всей системы (общую мощность дренажа, количество скважин, расстояние между ними). Затем устанавливают параметры скважин (дебит, понижение уровня воды в скважине и в характерных точках массива, радиус влияния) и их конструктив-

ные элементы (диаметр и глубину скважин, длину и диаметр фильтра, толщину и состав обсыпки).

Диаметр бурения скважин вертикального дренажа принимают не менее 600 мм. Глубина скважины, определяемая уровнем залегания и мощностью водосодержащих грунтов, не должна превышать 100 м. Длину отстойника принимают не более 1 м, фильтра — с учетом мощности водоносного пласта. Если мощность водоносного пласта менее 10 м, то длину фильтра принимают равной его мощности. При мощности водоносного пласта более 10 м длину фильтра уменьшают до 0,7—0,8 его мощности, но она должна быть не более 25 м. Скважность фильтра должна составлять 25—30%.

Диаметр фильтрового каркаса подбирают из условия пропуска максимального расхода и обеспечения свободного монтажа и демонтажа насосно-силового оборудования, размещения средств автоматики и телемеханики.

В прифильтровой зоне скважины предусматривают однослойную фильтровую обсыпку толщиной не менее 15 см. В качестве обсыпки применяют отсортированные гравийные смеси.

Вокруг скважин предусматривают ограждаемую площадку не более 150 м², располагаемую на 0,3 м выше окружающей территории.

Проектный режим работы системы скважин вертикального дренажа разрабатывают на основании данных мелиоративного состояния орошаемых земель в увязке с графиком нагрузок на энергосистеме, планами текущих и капитальных ремонтов скважин и насосно-силового оборудования. Работу насосных агрегатов на скважинах вертикального дренажа автоматизируют по уровню воды.

Систематический площадный вертикальный дренаж состоит из совершенных скважин, расположенных на местности с определенным шагом по сетке. В этом случае изолированно рассматривают участок территории, обслуживаемый данной скважиной.

Расчет площадного дренажа ведут в следующем порядке. При известном инфильтрационном питании определяют зону влияния скважины и площадь, обслуживаемую одной скважиной. При известной норме осушения, определяемой напором в верхнем пласте, находят разрывы уровней на границе участка. После этого по соответствующим зависимостям находят уровень в скважине.

Эффективность вертикального дренажа зависит от почвенно-гидрогеологических условий дренируемой территории. Вертикальный дренаж эффективен, если грунтовые воды покровных отложений имеют тесную связь с подземными водами пласта, из которого производится откачка воды. Ориентировочный показатель — водопроводимость пласта должна быть не менее 150—200 м²/сут. В благоприятных условиях дебиты скважин превышают 120—150 л/с.

Комбинированный дренаж представляет собой горизонтальную дренажную сеть, совмещенную с самоизливающимися вертикальными скважинами, работающими под действием напора как естественного, так и формирующегося под действием подъема грунтовых вод при орошении.

Сопряжение скважин комбинированного дренажа с горизонтальными дренами должно обеспечивать свободный (без подпора) отвод дренажных вод. Подключение скважин к закрытым коллекторам и дренам должно быть закрытого типа.

Экономическая эффективность дренажа существенно зависит от того, насколько используются откачиваемые дренажные воды на орошение, промывку почв или другие нужды.

Опыт эксплуатации нормально построенного дренажа на орошаемых землях показывает, что скорость снижения УГВ при вертикальном дренаже составляет до 15—20 см/сут, при горизонтальном — в 2—4 раза меньше (до 5—8 см/сут).

ПРОМЫВКА ПОЧВ

Промывки засоленных земель проводят в целях снижения содержащихся в почвенном слое солей до допустимого предела при возделывании основных сельскохозяйственных культур.

Сущность промывки засоленных земель заключается в создании гравитационной и напорной фильтрации подаваемой на промывку воды с последующим выносом растворов солей дренажем и коллекторами за пределы промываемой территории.

Потребность в промывках устанавливают по следующим показаниям:

типу и степени засоления почв;

послойному содержанию солей в почвогрунтах на глубину не менее 3 м;

почвенной карте и плану на топографической основе в масштабе 1 : 5000—1 : 10000 с выделением на них контуров по степени засоления почвы;

послойной характеристике коэффициентов фильтрации грунтов на глубину не менее 3 м.

Промывки подразделяют на капитальные и эксплуатационные. Земли среднезасоленные, сильнозасоленные и солончаки нуждаются в капитальных промывках. Слабозасоленные почвы осваивают как на основе капитальных, так и эксплуатационных промывок.

Капитальные промывки являются единовременным мелиоративным мероприятием по рассолению почв на расчетную глубину. Промывные нормы должны обеспечивать рассоление земель в установленные сроки. Количество воды для капитальных промывок устанавливают в зависимости от типа и степени засоления и вод-

но-физических свойств почвогрунтов, параметров переноса солей, минерализации промывных норм, параметров дренажа и продолжительности промывок.

Постоянный дренаж (горизонтальный, вертикальный, комбинированный) рассчитывают на эксплуатационный период. Если он не обеспечивает проведение капитальных промывок в один промывной сезон, предусматривают дополнительный временный дренаж. Временный дренаж назначают при близком залегании УГВ и при более высоких коэффициентах фильтрации верхних слоев относительно подстилающих. Глубину временного открытого дренажа принимают 0,8—1,2 м.

Эксплуатационные промывки являются периодическим мелиоративным мероприятием для регулирования водно-солевого режима земель, находящихся в севообороте.

При дефиците водных ресурсов для этого используют дренажные и минерализованные воды.

В степной зоне для максимального сохранения ценных свойств черноземных, каштановых и других плодородных почв для рассоления используют влагозарядково-опреснительные поливы на фоне пожнивных или озимых культур.

Расчетная глубина рассоляемой толщи почвогрунтов составляет 1 м для полевых культур и 2 м — для многолетних насаждений.

При промывках засоленных земель предусматривают следующие мероприятия:

защиту инженерных сооружений и коллекторно-дренажной сети от разрушений и заиления с применением комплекса мер, в том числе оградительных земляных валов, перепусков из труб, креплений откосов коллекторов;

охрану от подтопления и вторичного засоления соседних территорий путем организованного сброса коллекторных и дренажных вод в водоприемники;

предупреждение водной эрозии почв — нельзя допускать размывающие скорости во временных каналах, а также при заполнении чеков, полос и при других способах промывок;

повышение эффективности промывок — применение глубоких мелиоративных обработок почв и химических мелиорантов.

Промывные нормы определяют по сумме растворимых токсичных солей и содержанию хлора и натрия в почвогрунтах. Исходное засоление почвы (C_s) может быть выражено в %, мг·экв на 100 г почвы или в г/л. Расчет производят по формуле

$$C_{s\,\%} = \frac{C_s \omega_v}{10\rho},$$

где ω_v — объемная влажность почвы (в долях единицы);
ρ — плотность (объемная масса), г/см^3.

Продолжительность проведения промывок определяют по формуле

$$t_w = \frac{M_{wбр}}{V_ф},$$

где $M_{wбр}$ — промывная норма брутто, м;
$V_ф$ — скорость фильтрации промывных вод, м/сут.

При равномерном по глубине исходном засолении промывную норму нетто ($M_{wнт}$) определяют по формуле С. Ф. Аверьянова:

$$M_{wнт} = (2A\sqrt{m_d t_w} + h_{ns})\, n_a,$$

где A — параметр, зависящий от требуемой степени опреснения почвы в конце промывки $\overline{C}$:

$$\overline{C} = \frac{C_{sдоп} - C_п}{C_s - C_п},$$

где $C_{sдоп}$ — допустимое содержание солей, г/л;
$C_п$ — минерализация промывных вод, г/л;
C_s — исходное содержание солей, выраженное через концентрацию легкорастворимых солей при насыщении почвогрунтов, г/л (табл. 108);
m_d — коэффициент конвективной диффузии, м²/сут;
h_{ns} — расчетная глубина опреснения, м;
n_a — активная пористость почвогрунтов в долях от объема.

108. Значение параметра A в зависимости от степени опреснения почвы в конце промывки $\overline{C}$

$\overline{C}$	0,001	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14
A	2,19	1,82	1,65	1,45	1,24	1,10	0,99	0,91	0,83	0,75
$\overline{C}$	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	—
A	0,70	0,65	0,65	0,48	0,37	0,27	0,18	0,09	0	—

Промывную норму нетто определяют также по формуле В. Р. Волобуева:

$$M_{wнт} = 10\,000 h_{ns}\, \alpha \frac{C_s}{C_{sдоп}},$$

где α — показатель солеотдачи.

Промывные нормы нетто для почвогрунтов разной засоленности представлены в таблице 109.

Способы промывок назначают с учетом техники распределения воды на промываемой территории и отведения солей из почвы, а также дополнительных приемов интенсификации промывок и улучшения их качества.

Для интенсификации и улучшения качества промывок предусматривают применение химических мелиорантов, глубоких обработок почвы, кротового дренажа, посев фитомелиорантов.

109. Промывные нормы нетто для слоя почвы мощностью 1 м, м³/га

Содержание солей в расчетном слое до начала промывки, % от массы почвы	Группа почв по солевому составу			
	хлоридная	сульфатно-хлоридная	хлоридно-сульфатная	сульфатная
	Почвы легкого гранулометрического состава со свободной солеотдачей			
	$\alpha=0{,}62$	$\alpha=0{,}75$	$\alpha=0{,}82$	$\alpha=1{,}18$
0,5—1,0	4 500	4 000	3 500	—
1,0—2,0	6 500	6 000	5 500	4 000
2,0—3,0	7 500	7 000	6 500	5 500
3,0—4,0	8 500	8 000	7 500	7 000
	Почвы среднесуглинистые или аналогичные им по солеотдаче, слоистые почвы неоднородного гранулометрического состава			
	$\alpha=0{,}92$	$\alpha=1{,}02$	$\alpha=1{,}12$	$\alpha=1{,}48$
0,2—0,5	4 000	3 000	1 000	—
0,5—1,0	6 500	5 500	4 000	—
1,0—2,0	9 500	8 500	7 500	4 500
2,0—3,0	11 000	10 000	9 500	7 000
3,0—4,0	12 000	11 500	11 000	9 000
	Почвы глинистые или суглинистые с пониженной солеотдачей			
	$\alpha=1{,}22$	$\alpha=1{,}32$	$\alpha=1{,}42$	$\alpha=1{,}78$
0,2—0,5	5 000	3 500	1 500	—
0,5—1,0	8 500	7 000	5 500	—
1,0—2,0	12 000	11 000	10 000	5 500
2,0—3,0	14 500	13 000	12 000	8 500
3,0—4,0	15 500	15 000	14 000	11 000
	Почвы глинистые с низкой солеотдачей			
	$\alpha=1{,}80$	$\alpha=1{,}90$	$\alpha=2{,}10$	$\alpha=2{,}40$
0,2—0,5	7 000	4 000	2 500	—
0,5—1,0	12 500	10 000	7 000	—
1,0—2,0	18 000	15 500	15 000	7 000
2,0—3,0	21 500	19 000	19 000	12 000
3,0—4,0	23 000	21 500	21 000	14 500
	Почвы глинистые слитые			
	$\alpha=2{,}70$	$\alpha=2{,}80$	$\alpha=3{,}00$	$\alpha=3{,}30$
0,2—0,5	11 000	6 000	3 000	—
0,5—1,0	19 000	14 500	12 000	—
1,0—2,0	27 000	22 000	21 000	10 000
2,0—3,0	32 000	28 000	25 000	15 000
3,0—4,0	35 000	31 500	30 000	20 000

Для капитальных промывок применяют два режима подачи воды: непрерывное и прерывистое затопление.

При непрерывном затоплении на поверхности почвы поддерживают определенный слой воды. Этот метод применяют на почвах с хорошей водопроницаемостью и с высокой степенью минерализации грунтовых вод.

При прерывистом затоплении поддерживают слой воды с промежутками в несколько дней. Этот метод применяют на почвах с низкой водопроницаемостью. Он обеспечивает лучшую диффузию солей, значительное уменьшение потерь воды.

Промывки засоленных земель осуществляют поверхностным орошением и дождеванием. При промывках поверхностным орошением применяют технику полива затоплением по чекам, полосам и бороздам.

Промывка по чекам требует проведения нивелировочных работ и разбивки площади на чеки при помощи продольных или поперечных валиков, высоту которых рассчитывают в зависимости от равномерной высоты желаемого слоя воды. Площадь чека зависит от уклона местности, водопроницаемости почвы, параметров дренажной и оросительной сети.

Промывку по крупным чекам применяют на безуклонных или малоуклонных участках (уклон не более 0,0015) при расстоянии между дренами не более 200 м. При этом разница в глубине затопления в пределах чека не должна превышать: при прерывистом затоплении — 7 см, при непрерывном затоплении в зимних условиях — 15 см.

Промывки по цепочке чеков осуществляют из временных каналов или трубопроводов различных конструкций. Размеры чеков и их размещение в плане увязывают с уклонами рельефа местности так, чтобы разница уровней воды в пределах чека не превышала 5 см.

На участках вертикального дренажа со средне- и слабопроницаемыми почвогрунтами используют способ дифференцированной промывки, при котором временный дренаж в зоне недостаточных скоростей фильтрации применяют в сочетании с технологией распределения по площади, обеспечивая равномерность рассоления в междуреньях.

В зонах применения безуклонных бороздованных чеков промывку осуществляют в зимнее время. При этом уровни воды в чеках могут превышать на 10 см высоту гребней борозд (промывку из-подо льда).

Промывку по чекам осуществляют при культуре риса без сброса воды в коллекторно-дренажную сеть. Ее применяют при наличии свободных водных ресурсов для ускорения рассоления сильнозасоленных массивов преимущественно со слабопроницаемыми тяжелыми почвами.

Промывку по полосам применяют на почвах легкого гранулометрического состава при расстоянии между дренами более 250 м. Ширина полос составляет 10, 20, 30, 40 м; высота временных валиков — 10, 15, 20, 25 см, в зависимости от расчетной глубины потока в полосе, равной 2—7 см. Продольный уклон — 0,001—0,003. Допускаемые неразмывающие скорости (м/с): на супесчаных почвах — 0,15, на суглинистых — 0,2, на глинистых — 0,3.

На почвах солончаковатого засоления и при предварительной промывке солончаков низкой водопрочности применяют *полив по бороздам* при уклонах местности до 0,1. Длина борозд составляет 40—850 м, расход поливной струи — 0,05—1 л/с.

Промывку дождеванием применяют в степной и лесостепной зонах на черноземных и каштановых почвах в целях экономии водных ресурсов и недопущения ухудшения свойств этих почв. Эту работу проводят за несколько приемов.

10. Культуртехнические мелиорации

Культуртехнические мелиорации (культуртехника) — система мероприятий, направленных на приведение поверхности и пахотного слоя почвы в пригодное для эффективного сельскохозяйственного использования состояние. В состав ее входят: расчистка земель от древесной и кустарниковой растительности, пней, камней, кочек, мохового очеса и старой дернины; выравнивание поверхности почвы (засыпка ям, канав и карьеров, срезка бугров, ликвидация старых борозд и др.) и контуров сельскохозяйственных угодий (устранение мелкоконтурности, придание полям правильной конфигурации).

В состав культуртехники нередко включают мероприятия по первичному окультуриванию земель — доведение мощности пахотного слоя и запаса в нем питательных веществ до уровня, обеспечивающего получение проектной урожайности в плановые сроки (1—2 года, редко более), снижение кислотности и щелочности, что достигается внесением органических и минеральных удобрений, известкованием и гипсованием почвы. Первичное окультуривание включает систему агротехнических приемов. Эти вопросы рассмотрены в главе, посвященной химическим мелиорациям.

ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ

Для определения видов и объемов работ по культуртехнической мелиорации проводят почвенно-мелиоративные, геоботанические и культуртехнические обследования объектов освоения, материалы которых используют для хозяйственной оценки земель и выбора оптимальных технологий для проведения культуртехнических работ.

Залесенность земель характеризуется плотностью древостоя по количеству стволов на 1 га, породному составу и среднему диаметру стволов на уровне около 1,5 м от поверхности (табл. 110).

Закустаренность земель оценивают по высоте, диаметру (у корневой шейки) и плотности покрытия площади проекциями крон, а также по количеству стволов на 1 га (табл. 111, 112).

По технологическим свойствам древесно-кустарниковые породы подразделяют на одноствольные, у которых корневая система

110. Показатели крупности и плотности леса

Классификация леса	Диаметр стволов, см	Плотность леса, количество деревьев на 1 га		
		густой	средний	редкий
Крупный	>32	>320	80—320	<80
Средний	24—32	>520	160—520	<160
Мелкий	16—23	>850	300—850	<300
Очень мелкий	<16	>1400	400—1400	<400

111. 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

112. Характеристика кустарника по густоте и степени покрытия площади

Кустарник	Количество кустов на 1 га	Степень покрытия площади, %
Густой	>6000	>60
Средний	3000—6000	30—60
Редкий	800—3000	10—30

стержневая или слаборазветвленная (береза, осина, дуб, кедр, ель и др.), и гнездовые, имеющие разветвленные корни и нередко корневые кочки-колбы (ива, орешник, черемуха, крушина, шиповник, ольха серая и др.).

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

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

По характеру корневой системы в зависимости от породы дерева и почвенных условий пни подразделяют на следующие группы:

с глубоким стержневым корнем и глубокими боковыми корнями (дуб, сосна);

с глубоким стержневым корнем и неглубокими боковыми корнями (береза и др.);

с боковыми горизонтально разветвленными корнями — стелющейся корневой системой (ель, серая ольха, сосна на болотах и др.).

Засоренность почвы погребенной древесиной встречается на торфяниках. Ее оценивают методом зондирования торфа на глубину до 50 см (табл. 113, 114).

113. Засоренность почвы погребенной древесиной

Степень засоренности	Число попаданий на пень при зондировании торфяной залежи, %	Пнистость, %
Слабая	⩽20	<0,5
Средняя	21—60	0,5—2
Сильная	61—80	2—3
Очень сильная	81—100	>3

114. 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
лесотопяные	10—30	0,5—1

Каменистость почвы определяют по наличию камней (покрытие почвы) и их объемам (табл. 115).

115. Характеристика каменистости почвы

Степень каменистости	Покрытие камнями, %	Объем камней, м³/га
Слабая	<10	5—20
Средняя	10—20	20—50
Сильная	20—40	50—100
Очень сильная	>40	>100

Средняя каменистость 30-см слоя почвы в Северном районе РСФСР составляет 70—100 м³/га (до 1000 м³/га), в Северо-Западном — 30—35 м³/га.

По размерам (среднему диаметру) камни подразделяют на глыбы — более 1 м; крупные — 0,6—1; средние — 0,3—0,6; небольшие — 0,1—0,3; мелкие — 0,05—0,1 м; гальку и щебень — 0,01—0,05 м.

Размер (объем) камня (V, м³) определяют по его среднему диаметру (d, м) по формуле $V=0{,}7d^3$, где коэффициент 0,7 учитывает форму камня. Средний диаметр определяют путем измерения длины, ширины и высоты камня (сумму трех величин делят на три).

Наличие полускрытых и скрытых камней определяют на глубине до 30 см.

Закустаренность и каменистость почвы снижают урожайность сельскохозяйственных угодий (табл. 116).

116. Снижение продуктивности лугов и пастбищ в зависимости от степени закустаренности и каменистости

Закустаренность, каменистость	Сенокосы	Пастбища
Закустаренность, %:		
до 30	15—25	5—10
31—60	26—50	11—30
более 60	51—80	31—50
Каменистость, м³/га:		
до 10	5	—
11—30	10	—
31—60	15	10
более 60	25	15

Кочки по происхождению подразделяют на земляные (земли-стые) и растительные. К земляным относят скотобойные, муравейниковые, кротовинные, а также кочки-глыбы, образовавшиеся при вспашке; к растительным — осоковые, пушициевые, щучковые и моховые.

Закочкаренность площади определяют по количеству кочек, приходящихся на 1 га: редкие кочки — менее 5 тыс., средние — 5—15 тыс., густые — более 15 тыс. шт.

По высоте различают низкие (карликовые) кочки — менее 25 см, средние — 25—40, крупные — 40—55 и огромные (очень крупные) — 55—70 см и более.

Наиболее крупные (высотой до 70 см), прочно сидящие в почве и упругие кочки — осоковые, они трудно поддаются уничтожению. Моховые кочки (из белых и зеленых мхов) высотой до 50—80 см и диаметром до 100 см — рыхлые и легко снимаются. На старых вырубках встречаются кочки обрастания — старые полусгнившие пни, обросшие мхом и травой.

Другие неровности рельефа (ямы, старые канавы, западины, мочажины, бугры и пр.) оценивают также по размерам и количеству на 1 га.

Дернина — это поверхностный слой почвы с многолетней травянистой растительностью, отличающийся значительной связанностью частиц почвы корнями растений и наличием органического вещества. Дернина различается по виду растительности (бобово-злаковая, злаковая, осоковая, торфяно-моховая и др.), происхождению (сеяная, дикорастущая), по плотности и связи с почвой (рыхлая и связная). По толщине (мощности) ее разделяют на слабую — до 6 см, среднюю — 7—12 и мощную — 13—20 см и более.

Определение **контурности полей** — важный элемент сухой культуртехники, необходимый для ликвидации мелкоконтурности и укрупнения полей с целью повышения производительности труда в земледелии. Контурность полей в Нечерноземной зоне РСФСР характеризуется следующими цифрами (табл. 117).

117. Контурность полей в Нечерноземной зоне

Экономический район	Площадь (% от общей) с размерами 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

Первоочередному укрупнению 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 в основном за счет культуртехники, но часто на этих землях необходимо и осушение.

При наличии переувлажненных земель в пределах поля оно дробится на мелкие контуры, что ухудшает условия применения сельскохозяйственной техники.

Мелиорация таких земель включает наряду с мероприятиями по осушению (раскрытие западин, устройство дрен и пр.) планировку поверхности и устройство прудов в наиболее глубоких западинах. Площадь прудов (для обводнения территории, любительского рыболовства и пр.) достигает 2—5% от общей площади западин.

УДАЛЕНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Площадь закустаренных и покрытых мелколесьем сельскохозяйственных угодий в стране составляет 23,6 млн. га, из них 18,1 млн. га нуждаются также в осушении. Большие возможности по расширению сельскохозяйственного фонда за счет освоения залесенных земель имеются в Сибири и на Дальнем Востоке.

Расчистку земель от древесно-кустарниковой растительности и пней выполняют следующими основными способами:

срезкой с последующим сгребанием в кучи (валы) и вывозкой (или сжиганием) древесины;

корчеванием с последующим сгребанием выкорчеванной массы;

запашкой кустарника;

измельчением кустарника на месте и перемешиванием его с почвой;

обработкой арборицидами с последующей ломкой и уборкой высохшего кустарника.

Срезку древесно-кустарниковой растительности целесообразно проводить зимой при промерзании почвы на глубину более 15 см и высоте снежного покрова до 50 см, благодаря чему облегчается выполнение работ, особенно на переувлажненных почвах. Для срезки крупных деревьев используют валочно-пакетирующие машины ЛП-2 и ЛП-19. Одиночно растущие деревья и кустарники срезают ранцевым мотоагрегатом «Секор» или бензомоторными пилами. Эта технология основана на применении кусторезов с пассивными рабочими органами.

В зависимости от конфигурации, рельефа участка и густоты древесной растительности принимают разные схемы работы кусторезов: на участках, близких к квадратным,— спиральную, на прямоугольных — загонную, при наличии больших уклонов — челночную (рис. 36). На каменистых и пнистых участках, а также при резко выраженном рельефе вместо кусторезов применяют бульдозеры. При густом кустарнике и мелколесье используют бульдозеры с неповоротным отвалом, работающие по челночной схеме; при среднем и редком кустарнике — бульдозеры с поворотным отвалом по спиральной схеме.

На болотах и заболоченных почвах качественную срезку кустарника и мелколесья обеспечивает машина МТП-13 с активным рабочим органом в виде дисковой фрезы. Она срезает древесную массу, формует из нее пакеты и укладывает вдоль трассы. После окончания работ полнота срезки кустарника должна быть не менее 99% при диаметре его более 4 см и 90% — при диаметре до 4 см. Высота пней не должна превышать 10 см.

Срезанную древесину сгребают в кучи (через 40—50 м одна от другой), затем вывозят для утилизации. После удаления древесины не должно оставаться древесных остатков длиной более

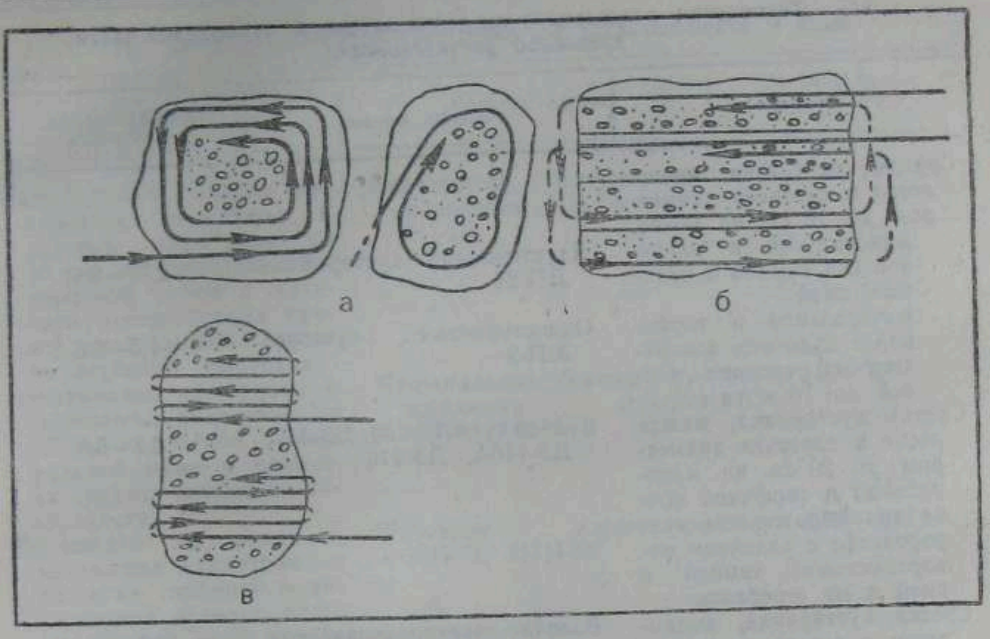


Рис. 36. Схемы работы кустореза:
а — спиральная; *б* — загонная; *в* — челночная

1,5 м. Оставшиеся пни и погребенную древесину корчуют корчевальной бороной за два-три прохода, или роторным корчевателем (МТП-8 на торфяных и МП-12 на минеральных почвах). После вывозки пней, корней и погребенной древесины на объекте не должно оставаться древесных остатков длиннее 1 м.

Корчевание древесной растительности и пней выполняют корчевателями-собирателями или корчевальными машинами. Выкорчеванную растительность перемещают на 8—15 м (в зависимости от густоты) и оставляют для подсушки на 10—30 дней. После этого ее перетряхивают, собирают в кучи и сжигают (на минеральных почвах). Технология раздельного удаления наземной и корневой части древесно-кустарниковой растительности приведена в таблице 118, технология корчевания — в таблице 119.

Для корчевания кустарника диаметром до 15 см на легких почвах применяют корчевальные бороны. При наличии мелких пней и небольших камней используют роторные корчеватели. За один проход они корчуют растительность, очищают корни от земли, засыпают подкоренные ямы, рыхлят дернину, укладывают древесину в валок. Чистота корчевания должна составлять 98%, содержание почвы на древесной растительности — не более 10% от ее массы.

При корчевании и одновременном с ним сгребании древесины захватывается много дернины и гумусового слоя почвы: до 600—

118. Технология раздельного удаления наземной и корневой части древесной растительности

Операция	Машина, орудие	Затраты труда, чел-ч/га
Срезка кустарника, мелколесья и деревьев диаметром до 15 см на почве:		
минеральной и торфяной без камней и крупных пней	Двусторонний кусторез ДП-24	2,77—3,12
минеральной и торфяной с наличием поверхностных, средних камней до 10 м³/га	Односторонний кусторез МП-9	1,5—2,6
Срезка кустарника, мелколесья и деревьев диаметром до 20 см на минеральной и торфяной почве при выраженном микрорельефе с наличием поверхностных камней и пней и их сгребание	Бульдозеры ДЗ-109, ДЗ-117, ДЗ-110А, ДЗ-116	6,7—5,0
Срезка кустарника, мелколесья и деревьев диаметром до 25 см на торфяной почве и укладка пакетов	Валочно-пакетирующая машина МТП-13	12,5—14,28
Сгребание в кучи срезанного кустарника и мелколесья на минеральной и торфяной почве	Корчеватели-собиратели МП-2Б и МП-7А, кустарниковые грабли корчевального агрегата МП-8 и МП-13	6,25—7,69
Погрузка древесины на транспортные средства	Корчеватели-собиратели МП-2Б, МП-7А и ДП-8А, погрузчик МТТ-12, кран МТТ-11	0,055—0,07 (чел-ч/м³)
Вывозка древесины в места утилизации	Прицепы-самосвалы 2ПТО-8 и МТП-24Б, лыжи-самосвалы ЛС-4А и ЛС-8, пэны	0,05—0,17 чел-ч/ткм
Формирование куч для сжигания, сжигание на минеральных почвах в любое время года и на торфяных зимой и весной	Корчеватели-собиратели МП-2Б, МП-7А и ДП-8А совместно с тракторными и экскаваторными погрузчиками МТТ-12 и МТТ-11	0,05 (чел-ч/м³)
Корчевание пней на минеральной и торфяной почве	Корчевальные бороны корчевальных агрегатов МП-8, роторные корчеватели МП-12 и МТП-81	6,6—3,57
Фрезерование пней на торфяной почве	Фрезы МТП-42А и МТП-44А	14,7—16,6
Сгребание выкорчеванных пней на минеральной и торфяной почве, вывозка их за пределы участка с торфяников	Кустарниковые грабли, тракторные тележки	7,7—10,0

119. Технология корчевания древесной растительности и пней

Операция	Машина, орудие	Затраты труда, чел-ч/га
Раздельное корчевание кустарника, мелколесья и деревьев диаметром до 25 см на минеральной и торфяной почве с наличием поверхностных камней, пней, корней, а также на заросших вырубках	Корчеватели, корчеватели-собиратели МП-7А, МП-2Б	10,0—14,2
Вычесывание кустарника и мелколесья диаметром до 15 см на легкой минеральной почве с наличием средних камней на поверхности	Корчевальные бороны корчевального агрегата МП-8, МП-13	8,69—7,7
Корчевание кустарника и мелколесья диаметром до 10 см на торфяной и минеральной почве с наличием кочек, пней и камней диаметром до 20 см и очистка корней от земли	Роторные корчеватели МП-12, МТП-81	3,75—4,17
Сбор древесины в кучи на минеральной и торфяной почве	Корчеватели-собиратели МП-7А, МП-2Б, ДП-8А, кустарниковые грабли корчевального агрегата МП-8, МП-13	6,25—7,69
Формирование куч для сжигания на минеральной почве	Корчеватели-собиратели МП-7А, МП-2Б совместно с тракторными или экскаваторными погрузчиками МТТ-12, МТТ-11	0,05 (чел-ч/м³)

650 т/га при нормальном увлажнении и до 800—1000 т/га — при повышенной влажности почвы, что ведет к ухудшению почвы. Во избежание этого применяют раздельное корчевание и сгребание растительности с оставлением на просушку. В этом случае потери гумусового слоя снижаются соответственно до 250—300 и 400—425 т/га, т. е. сокращаются более чем в 2 раза.

Сжигание древесных остатков на торфяных почвах небезопасно, поэтому запрещено. Их вывозят на суходолы и там сжигают или роют котлованы глубиной до 2—3 м и закапывают.

Образовавшиеся при корчевании крупных пней воронки засыпают бульдозером, поверхность не планируют до первичной вспашки.

Для сбора в валки мелких древесных остатков с поверхности осваиваемых земель предназначен валкователь ПДО-2. Валки из древесных остатков удаляют подборщиком валков ПВ-1,5, кото-

рый собирает древесные остатки в бункер и транспортирует их к месту складирования.

Запашку кустарника проводят при диаметре его до 8 см и высоте до 5 м. При этом слой торфа должен быть не менее 70 см, а на минеральных почвах мощность гумусового слоя — не менее 15—20 см. Глубину запашки принимают по таблице 120.

120. Минимальная глубина запашки кустарника, см
(по Х. Н. Старикову)

Вид кустарника	Максимальный диаметр стволов, см			
	5	6	7	8
Торфяная почва				
Одноствольный	14—16	20—23	27—31	36—42
Гнездовый	15—18	22—26	31—37	42—51
Минеральная почва				
Одноствольный	13—14	17—19	22—25	29—33
Гнездовый	14—15	19—21	26—29	34—39

В течение 3—4 лет, до полного разложения древесной массы, почву с запаханным кустарником обрабатывают поверхностно, без вспашки.

Измельчение кустарника сплошным фрезерованием почвы применяют на торфяниках (редко на минеральных почвах), покрытых древесной растительностью диаметром до 12 см и кочками, при наличии погребенной древесины и пней диаметром до 20 см. Верхний слой торфа фрезеруют кустарниковыми фрезами МТП-42А, ФКН-1,7 и другими на глубину до 40 см вместе с наземной древесиной и корнями с одновременным перемешиванием расфрезерованной массы и ее укатыванием (рис. 37, табл. 121). После фрезерования почва становится пригодной для посева сельскохозяйственных культур. Качество переработки и заделки древесины характеризуется данными таблицы 122. Утилизация древесины на месте (заделка ее в почву) улучшает плодородие участка.

Фрезерование густого крупного кустарника и мелколесья сочетают с предварительной срезкой наземной части древесной растительности, которую убирают по возможности в зимнее время. Перед фрезерованием во всех случаях убирают деревья диаметром более 12 см, а также крупные пни и камни.

Химический способ уничтожения древесно-кустарниковой растительности основан на опрыскивании ее арборицидами, которые вызывают высыхание древостоя. Доза арборицида зависит от породы и высоты растений (табл. 123). Опрыскивание проводят в начале лета, при весеннем и осеннем опрыскивании дозу увеличивают на 30%.

Во избежание повреждения культурных насаждений и посевов при химической обработке кустарника оставляют защитные полосы между опрыскиваемым участком и посевами: при авиационном способе — шириной не менее 100—300 м с наветренной стороны и 1000—3000 м — с подветренной стороны, при наземном способе — соответственно 50—200 и 500—2000 м.

Высохшую древесину ломают, запахивают или собирают в кучи и вывозят через 2—3 года после химической обработки. Этот способ из-за экологического несовершенства применяют редко.

Применение безотходной технологии при уборке древесной и кустарниковой растительности позволяет полностью утилизировать древесину. Она включает прежде всего отбор древесины, пригодной для строительства (деловой) и хозяйственных нужд (жерди, колья, дрова). Основа технологии — переработка древесины на технологическую щепу для изготовления древесностружечных и древесноволокнистых плит, арболита, тарного картона, кормовых дрожжей, защитных фильтров для дренажа, целлюлозы, фурфурола и т. п., а также на корм скоту (древесно- и хвойно-витаминная мука) и на удобрения. Для этого необходимы специальные рубильные машины, которые перерабатывают древесину и загружают в самосвалы-щеповозы.

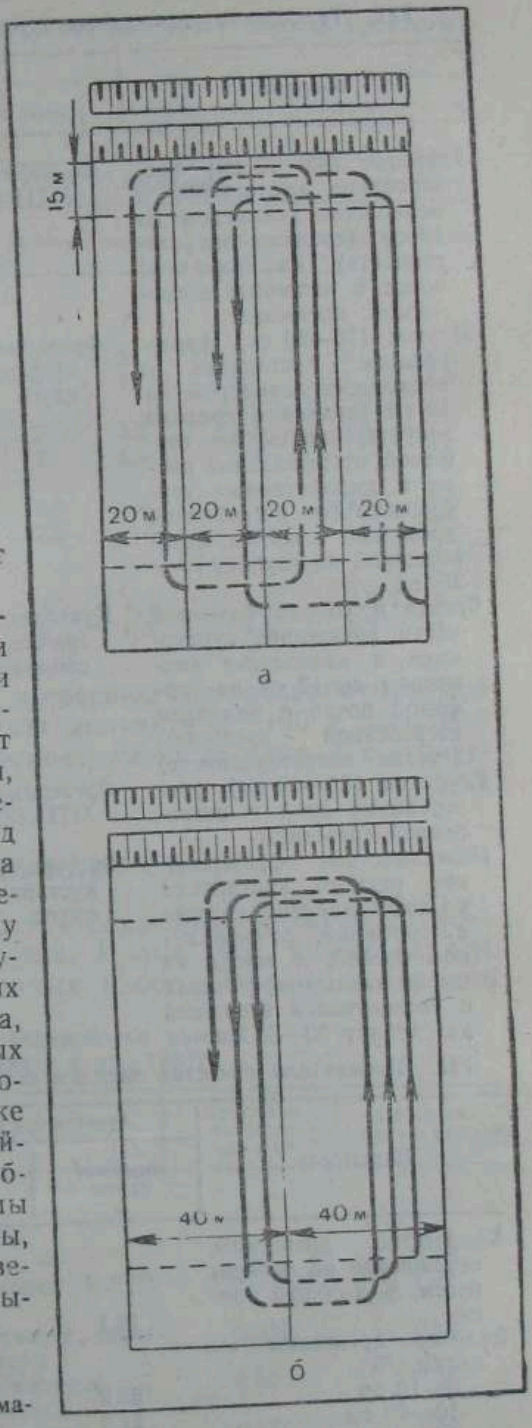


Рис. 37. Схемы работы фрезерной машины при движении:
а — через 20 м; *б* — через 40 м

121. Технология сплошного фрезерования кустарника и мелколесья

Операция	Машина, орудие	Трудовые затраты, чел-ч/м²
Глубокое (35—40 см) фрезерование кустарника и мелколесья диаметром до 10 см (средняя закустаренность) на торфяной почве с наличием погребенной древесины	Фрезерные машины МТП-42А, МТП-44А	26,6—28,5
Мелкое (15—20 см) фрезерование кустарника и мелколесья диаметром до 10 см (редкая и средняя закустаренность) на торфяной, оторфованной почве и выработанных торфяниках без погребенной древесины с последующей вспашкой на глубину 30—35 см	Фрезерная машина ФКН-1,7, кустарниково-болотные плуги	14,56—17,8
Срезка и уборка наземной части древесины, кустарника и мелколесья диаметром до 12 см на торфяной почве с наличием погребенной древесины (густая закустаренность)	Кусторез, кустарниковые грабли или корчеватель-собиратель	9,0—10,8
Глубокое (35—40 см) фрезерование пней и погребенной древесины	Фрезерные машины МТП-42А, МТП-44А	14,7—16,6
Поверхностное фрезерование редкого кустарника на закочкаренном участке с торфяной, оторфованной почвой, а также на выработанных торфяниках с последующей вспашкой на глубину 30—35 см	Фрезерная машина ФКН-1,7, кустарниково-болотные плуги	12,32—16,0

122. Показатели качества заделки остатков древесины машиной МТП-42А

Показатель	Агрегат без решетки		Агрегат с решеткой	
	торфяные почвы	минеральные почвы	торфяные почвы	минеральные почвы
Количество древесины, оставшейся на поверхности, % к общей массе	12,1	18,4	1,4	1,3
Заделка древесины по слоям, %:				
0—10 см	53,2	51,0	12,5	12,1
10—20 см	21,6	18,6	14,6	13,8
более 20 см	13,1	12,0	71,5	72,8

123. Дозы арборицидов при летнем опрыскивании густой заросли древостоя, кг/га д. в.

Состав и высота растений, м	Бутиловый эфир (2,4-Д)		Аминная соль (2,4-Д)		Натриевая соль (2,4-Д)	
	Обработка					
	первая	вторая	первая	вторая	первая	вторая
Серая ольха, ива (на поймах) высотой:						
до 5	2,5	2,5	3	3	3	2,5
более 5	3,5	2,5	4	3	4	2,5
Береза высотой:						
до 5	3	3	3,5	3,5	2,5	2,5
более 5	4	3	4,5	3,5	3,5	2,5
Осина высотой:						
до 5	3	2,5	—	—	2,5	2,5
более 5	4	2,5	—	—	3,5	2,5
Ива (на внепойменных землях) высотой:						
до 2	4	4	4,5	4,5	4,5	4
более 2	6	4	6,5	4,5	6,5	4

Комплексное использование древесины по разрабатываемой ЛитНИИГиМ технологии позволяет получить из 100 т абсолютно сухой древесины 148 м³ древесностружечных плит, 4 т фурфурола и 4 т ацетата кальция.

УДАЛЕНИЕ КАМНЕЙ

Наличие камней в почве ведет к снижению урожаев до 10—15% на пашне и до 25% на лугах. Кроме того, камни служат препятствием для механизированных работ. Поэтому все камни

124. Технология переработки камней
(по Л. И. Бадаеву и др., 1984)

Операция	Машина, орудие	Трудовые затраты, чел-ч/м³	Себестоимость, руб./м³
Раскалывание камней до размеров 340—510 мм:			
взрывным способом	—	—	0,72
электрогидравлическим способом	Установка К-32М	0,33—0,35	1,52
Погрузка промежуточной фракции	Погрузчики, экскаваторы	0,037	0,18
Транспортировка к дробильному агрегату	Транспортные средства	0,50	0,90
Дробление камней на щебень	Дробильный агрегат	0,176	1,54

125. Технология удаления камней

Размер камней, м	Операция	Машина, орудие	Трудовые затраты, чел-ч/м²
Более 2	Раскалывание:		
	взрывным способом	—	—
	электрогидравлическим способом	Установка К-32М	0,33—0,35
1—2	Корчевание полускрытых и сбор поверхностных камней	Корчеватель-собиратель, корчеватель	0,2—0,22
	Погрузка в транспортные средства	Корчеватель-собиратель, погрузчик	0,06—0,08
	Транспортировка к местам складирования (расстояние до 2 км)	Самосвальные лыжи, тракторные прицепы	0,21—0,3
	Засыпка ям после корчевания	Бульдозер	0,05
0,3—1	Извлечение скрытых камней из слоя глубиной 40 см	Рыхлитель-плоскорез МП-9, корчевальная борона К-1	5 (чел/га)
	Сбор с поверхности камней с транспортировкой к местам складирования (расстояние 300—500 м)	Камнеуборочные машины:	
		УКП-0,6	0,47
		ПСК-1	0,26
0,3—0,05	Первичная обработка почвы	Дисковые бороны, мелиоративные бороны, камнестойкие плуги	1,43—2,27 чел-ч/га
	Сбор камней	Камнеуборочные машины:	
		МКП-1,5	4,76—6,67 чел-ч/га
		УКП-0,6	9,52—13,3 чел-ч/га
	Транспортировка к местам складирования (расстояние до 2 км)	Прицепы-самосвалы, самосвальные лыжи	0,21—0,3

размером более 5 см с поверхности сельскохозяйственных угодий удаляют, а на пашне — из слоя почвы глубиной 30—40 см. Для этого используют специальные камнеуборочные машины, а также корчеватели-собиратели. Технология уборки и переработки камней приведена в таблицах 124, 125.

Собираемый камень скальных пород (гранит и др.) используют для приготовления высококачественного щебня, необходимого для строительства.

Некондиционный камень складируют на бросовых землях и ограниченно используют для устройства каменного дренажа на тяжелых почвах.

Собранные в валы и кучи камни раскалывают машинами ударного действия (гидромолот СП-62 или пневмомолот МЛН-1). Мелкие камни сгребают в укрупненные валки валкователем типа ВКР-4. Камни из валков и расколотые перерабатывают в щебень передвижным дробильным агрегатом.

При высокой каменистости почв, что свойственно горным районам, вместо уборки камней (или наряду с уборкой) иногда экономически выгодно создать на них почвенный слой за счет привозного грунта или намыва (кольматажа) мелкоземистых отложений.

УДАЛЕНИЕ КОЧЕК И ДЕРНИНЫ

Кочки и мощная дернина снижают продуктивность лугов и пастбищ, крупные растительные кочки мешают выполнению механизированных работ. Технология освоения земель зависит от размера кочек.

Очень крупные (огромные) кочки срезают фрезерным кусторезом ФНК-1,7, бульдозером или фрезерным кочкорезом КПД-2, после чего сгребают и используют для заготовки компостов или засыпки ям. Применяется также фрезерование кочек с предварительным прикатыванием их тяжелыми водоналивными катками. Прикатывание выполняют в два-три следа и сразу проводят фрезерование фрезой ФБН-1,5 в один-два следа с последующей первичной вспашкой, разделкой пласта и прикатыванием.

Технология освоения земель, покрытых средними и крупными кочками, включает: фрезерование кочек, первичную вспашку, разделку пласта и прикатывание. Мелкие кочки запахивают без предварительного измельчения или, для ускорения разложения органического вещества, фрезеруют болотной фрезой ФБН-1,5 до вспашки.

Земли, покрытые связной и мощной дерниной, осваивают по следующей технологии: предпахотное дискование тяжелыми дисковыми боронами (БДТ-2,5А и др.), первичная вспашка (плуги ПБН-75, ПБН-3-45 и др.), разделка пласта, прикатывание. Глу-

бину дискования и вспашки, а также число проходов фрезы устанавливают в зависимости от толщины дернины и высоты кочек (табл. 126).

126. Зависимость количества проходов фрезы от высоты и количества кочек

Количество кочек на 1 га	Высота кочек, см	Число проходов фрезы
<5000	15—30	1
	30—50	2
	>50	3
5000—15 000	15—30	1—2
	30—50	2—3
	50	3—4
>15 000	15—30	2—3
	30—50	3—4
	50	4—5

Качество разделки кочек перед вспашкой оценивают по размерам кусков дернины: при наличии их размером более 3 см участок фрезеруют еще в один след.

Технологии освоения закочкаренных и задерненных земель под луга приведены в таблицах 127 и 128 (по Л. И. Бадаеву и др., 1984).

127. Технология освоения закочкаренных угодий

Операция	Машина, орудие	Затраты труда, чел/га	Себестоимость, руб/га
Фрезерование кочек высотой более 50 см, выравнивание и уплотнение почвы за два прохода	ФКН-1,7	14,28—16,67	88,71—103,5
Уничтожение кочек высотой до 50 см, выравнивание и уплотнение почвы за один проход	Кочкорез КПБ-2	4,42—4,9	27,23—30,44
Фрезерование кочек высотой 30 см за два прохода	ФБН-1,5	10,5—11,76	65,36—73,05
Фрезерование кочек высотой до 15 см	ФБК-2; ФБН-1,5	5,25—5,9	32,68—36,53
Вспашка	Плуги ПБН-3-50; ПБН-100А	2,22—2,38	9,3—9,95
Разделка пласта и заделка удобрений	Бороны БДТ-3,0; БДТ-7,0	1,3	6,76

При подготовке закочкаренных и задерненных земель к залужению после уничтожения кочек и дернины проводится заделка

128. Технология освоения задерненных земель

Операция	Машина, орудие	Затраты труда, чел-ч/га	Себестоимость, руб/га
Обработка связной мощной дернины с наличием мелких камней и древесины в два следа дискованием	Борона БДТ-3,0	1,3—1,5	3,76—10,14
Вспашка почвы с мощным гумусовым слоем	Плуг ПБН-3-50	2—2,5	9,87—11,46
Вспашка трехъярусным плугом дерново-подзолистых почв и почв с низким гумусовым слоем	Плуг ПТН-40	5,55	12,76
Разделка пласта и заделка удобрений	Борона БДТ-3,0; БДТ-7,0	1,3—1,5	6,76—10,14
Обработка связной мощной дернины без камней и древесных остатков фрезерованием на глубину 5—7 см	Фрезы ФБН-1,5; ФБК-2	5,26	32,68
Фрезерование почвы с низким гумусовым слоем на глубину пахотного слоя и заделка удобрений	ФБН-1,5	5,26—5,88	32,68—36,5
Вспашка почвы с мощным гумусовым слоем	БДТ-3,0; БДТ-7,0	1,3—1,5	6,76—10,14

органических и минеральных удобрений (бороны БДТ-3,0 и БДТ-7,0, затраты труда 1,02 чел-ч/га, себестоимость 3,38 руб/га), выравнивание и уплотнение почвы перед посевом катком (затраты труда 0,8 чел-ч/га и себестоимость 3,2 руб/га).

В таблице 129 приведены показатели качества культуртехнических работ.

129. Критерии оценки качества культуртехнических работ

Показатель	Допустимое отклонение	
	минимальное	максимальное
Первичная вспашка:		
глубина, см	±2	±6
оборот пласта (дерна), град.	170	145—169
Дискование — куски дерна и грунта диаметром, см	4	7
Неровности поверхности, см	±4	±7
Остатки древесины, шт.	4	8
Остатки камней диаметром 12—15 см, шт.	2	5

Если допустимые отклонения составляют 50%, то культуртехнические работы оценивают «удовлетворительно», 26—50% — «хорошо» и менее 25% — «отлично».

ПЛАНИРОВКА ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ

Выровненность поверхности поля определяет условия создания однородного водного режима почвы, эффективность использования сельскохозяйственной техники, предотвращения водной эрозии, применения приемов осушения и орошения земель. Поверхность спланированных участков не должна отличаться более чем на ±5 см, что проверяют наложением 4—5-метровой рейки в нескольких местах объекта.

Особое значение планировка имеет в орошаемых районах. Для полива по бороздам поле должно иметь вид однородной наклонной плоскости без обратных уклонов. Величина продольных уклонов должна быть по возможности 0,004—0,007, поперечные уклоны — не более 0,003—0,004. На таких полях можно равномерно увлажнять почву, поливая по длинным (300—350 м) бороздам поливным током до 70—80 л вместо 20 л при плохой планировке. Это повышает производительность труда поливальщиков в 3—4 раза при высоком качестве полива, экономит до 30—40% воды, увеличивает урожайность культур.

Для планировки поверхности почвы используют скреперы, бульдозеры, грейдеры и планировщики (табл. 130).

В зоне избыточного увлажнения проводят первичную строительную и эксплуатационную (ежегодную) планировку. Строительную планировку разделяют на предварительную (грубую) и отделочную (выравнивание микрорельефа). Ее выполняют мелиоративные строительные организации.

После проведения работ по расчистке осваиваемых земель от древесной и кустарниковой растительности, камней и кочек остаются неровности — ямы, блюдца, котлованы, насыпи и пр. Для их ликвидации и создания поверхности поля, пригодной для первичной обработки агрегатами на базе тракторов, а также для улучшения стока выпадающих осадков проводят *предварительную (грубую) планировку*. Ее выполняют бульдозерами (при перемещении грунта на расстояние до 150 м), грейдерами и скреперами; а мелкие неровности запахивают кустарниково-болотными плугами. Крупные траншеи и ямы засыпают грунтом, разрабатываемым экскаваторами в карьерах.

После предварительной планировки проводят первичную обработку почвы: разделку пласта, очистку от мелких древесных остатков и камней.

Отделочную, а также эксплуатационную планировку выполняют длиннобазовыми планировщиками после очистки и рыхления

х механизмов

	Грейдеры			
оворотные	прицепные		автогрейдеры	
15 Д-259А	Д-241	Д-206	Д-144	Д-426
—	—	—	—	—
—	0,30	0,30	0,20	0,40
4150	3000	3700	3700	3780
—	—	—	—	—
1100	—	—	—	—
С-100	ДТ-54	С-80	—	—
—	2800	4260	—	—
14 020	—	—	13 700	9200
Канат-ное	Ручное		Механи-ческое	Гидрав-личе-ское
	При перемещении грунта до 50 м:			
57—70	35—45	40—60	40—50	40—60

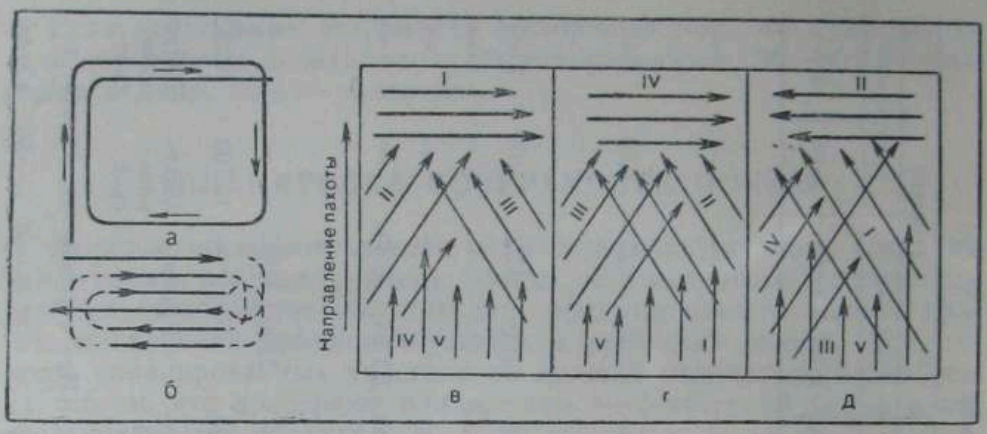


Рис. 38. Схемы движения планировщиков:

а — кольцевая; *б* — загонная; *в, г, д* — соответственно на первом, втором и третьем участках; I—V — направление проходов планировщика

верхнего слоя почвы (рис. 38). Они работают в зависимости от конфигурации поля по кольцевой схеме или загонным способом (рис. 38).

Количество проходов длиннобазовых планировщиков и качество их работы зависят от мощности гумусового слоя, степени выраженности микрорельефа, плотности грунта, которая может быть охарактеризована его водопроницаемостью (рис. 131).

131. Количество проходов длиннобазовых планировщиков

Водопроницаемость грунта	Толщина гумусового слоя, см	Степень выраженности микрорельефа	
		слабая	сильная
Хорошая и средняя (коэффициент фильтрации К>1 м/сут)	<20	—	2
	20—25	—	3
	>25	—	3
Низкая (К<1 м/сут)	<20	1	2
	20—25	2	3
	>25	3	4

Для повышения качества планировки почву рыхлят перед каждым проходом планировщика, а планировочные работы выполняют при оптимальной влажности.

Во избежание снижения плодородия почв планировку проводят способом буртования (перемещение верхнего слоя почвы в кучи-бурты с последующим разравниванием). При строительной планировке не допускается обнажение глеевых и подзолистых горизонтов, при отделочной — срезка гумусового слоя более чем на 50% его исходной толщины. Средняя плотность почвы после

планировки не должна превышать 1,2—1,4 г/см³. Точность выравнивания поверхности должна быть ±5—7 см. Работу по планировке поверхности сочетают с внесением органических удобрений, их принимают в зависимости от толщины срезки плодородного слоя. Максимальная величина срезки (засыпки) за один проход длиннобазового планировщика не должна превышать 3—4 см.

Норма внесения органических удобрений на каждый сантиметр срезки почвенного слоя в зависимости от его толщины составляет:

Толщина почвенного слоя, см	Доза удобрения, т/га
5	2—4
10	4—6
15	6—8

Качество работ по выравниванию полей зависит в значительной мере от влажности почв. Допускаются следующие предельные значения влажности почвы (% от абсолютно сухой массы): глинистые — 20—28, тяжелосуглинистые — 19—25, среднесуглинистые — 19—23, легкосуглинистые — 13—17, песчаные пылеватые — 12—16, лёссовые — 19—21.

В первые 1—2 года после планировки происходит интенсивная осадка насыпного грунта.

Послеосадочная планировка включает ликвидацию просадок по трассам коллекторов, засыпанных каналов, ям, карьеров и пр., а также выравнивание поверхности.

На орошаемых землях в задачу планировки входит создание условий для равномерного распределения воды на площади и ее экономного использования, поэтому характер планировки и требования к ней зависят от применяемой техники полива. Различают следующие виды планировки:

под горизонтальную поверхность для полива затоплением (рисовые системы);

под наклонную поверхность для полива по полосам, бороздам и дождеванием.

На орошаемых землях выполняют капитальную (строительную), эксплуатационную (ремонтную) и выборочную планировку.

Капитальную планировку применяют на землях со сложным рельефом по проектам. Целью ее является создание ровной поверхности поля с отметками, отклоняющимися от проектных в пределах ±5 см, а на рисовых системах ±3 см. Объемы планировочных работ достигают 3000 м³/га, дальность перемещения грунта — 50—400 м.

Эксплуатационную планировку выполняют один раз в 3—4 года на площадях с неровностями микрорельефа по ширине до 0,2—0,3 м длиннобазовыми планировщиками за несколько проходов в диагонально-перекрестных направлениях. Объемы планиро-

вочных работ достигают 400—600 м³/га. Для устранения неровностей с точностью ±5 см планировщик делает один — пять проходов (табл. 132).

132. Количество проходов планировщика

Размеры неровностей, м		Количество проходов планировщика с базой 15 м
ширина	высота	
30	0,2	5
30	0,1	3
20	0,3	5
20	0,2	3
20	0,1	2
10—12	0,3	3
10—12	0,2	2
10—12	0,1	1

Выборочную планировку проводят на землях со спокойным микрорельефом, объемы работ составляют 200—250 м³/га.

Особые условия для планировки создаются на сильнопросадочных грунтах (лёсс и др.), на которых через 4—5 лет после полива местные просадки могут составлять 10—30 см. В результате ухудшаются условия для поверхностного полива, усиливается эрозия почвы, возрастают потери воды. Поэтому планировку проводят с замачиванием поливных участков. В первые годы полив проводят по укороченным бороздам и малыми поливными нормами с максимальным использованием гибких шлангов для подачи воды и шланговых машин. Срок освоения просадочных земель в связи с этим составляет 3—5 лет.

В районах с многолетнемерзлыми породами (Магаданская обл. и др.) поверхность почвы планируют периодически по мере вытаивания подземного льда из верхнего слоя мелиорированного грунта для создания однородного сезонно-оттаивающего слоя почвы. Этот этап мелиоративного освоения продолжается не менее 3—4 лет.

Во всех зонах существенной проблемой при планировке является максимальное сохранение структуры и плодородного слоя почвы. Для этого необходимо уменьшить количество проходов машин, переброс почвогрунта и дальность перевозки, сократить время нахождения почвы в буртах и кучах. Имеется ряд способов планировки с сохранением плодородного слоя почвы (буртование, кулисный способ и др.). По данным ВНИИГиМ (А. И. Каныгин), наиболее эффективны последовательное перемещение почвогрунта, плантажная вспашка и кулисный способ, так как при этом отсутствуют складирование и переброска грунта, рас-

ширяется фронт для выполнения планировки и контроля за ее качеством. Эти способы экономичнее других в 3,5—7 раз (табл. 133).

133. Технико-экономические показатели способов планировки с сохранением плодородного слоя почвы в расчете на 100 м³
(по Б. Г. Штепе, 1983)

Способ планировки	Затраты времени, ч			Стоимость, руб.
	бульдозер мощностью 73,6 кВт	скрепер с вместимостью ковша 8 м³	плуг с трактором мощностью 73,6 кВт	
Буртование	0	4,44	0	19,4
Чередующиеся полосы	2,17	1,44	0	14,5
Маячно-полосовой	1,17	1,44	0	11,6
Последовательное перемещение почвы	0,87	0,61	0	5,5
Кулисный по 10-метровым полосам	0,97	0	0	2,9
С применением плантажной вспашки	0	0,29	0,34	2,4

При выполнении капитальной планировки земель длиннобазовые планировщики применяют после работы скреперов или бульдозеров для разравнивания грунта или окончательного выравнивания поверхности. Работу выполняют за два прохода.

Точность планировочных работ при использовании скреперов и бульдозеров должна быть в пределах ±5 см.

Технологический цикл работы планировщика состоит из следующих операций: из срезки грунта на повышенных местах, заполнения им ковша, перемещения к месту отсыпки, отсыпки и разравнивания грунта в понижениях.

Качество планировки (С) поверхности поля (выраженное в процентах) можно определить по формуле

$$C = \frac{n}{N} 100,$$

где n — количество точек с допустимыми отклонениями отметок от проектных;
N — количество точек на профиле.

Прогрессивное направление в планировке почвы — переход на мокрую планировку, выполнение работ в чеках, заполненных водой. В данном случае вода служит как бы нивелиром, при этом несколько уменьшается отрицательное влияние глубоких срезок на плодородие почвы, резко снижается засоренность почвы корневищными сорняками. Этот способ особенно эффективен на болотных и полуболотных почвах, осваиваемых под рис. Имеется опыт применения агрегатов на тракторе МТЗ-50 с ажурными ведущими колесами, со скрепером-волокушей (от длиннобазового планировщика ПА-3), ножом от бульдозера Д-579 и деревянным брусом

для выравнивания, а также навесных планировщиков с грейдерным ножом. По некоторым данным, затраты на планировку при этом могут снизиться в 5—6 раз.

ОКУЛЬТУРИВАНИЕ ПОЧВЫ

После осушения и культуртехнических работ обязательно проводят известкование и фосфоритование кислых почв и единовременное внесение органических удобрений.

При очень низком содержании подвижного фосфора (0—2,5 мг/100 г почвы по Кирсанову) дозы фосфоритной муки (P_2O_5 составляют, кг/га д. в.: на песчаных и супесчаных почвах — 230, легко- и среднесуглинистых — 285, тяжелосуглинистых — 380, торфоглеевых, торфянистых и торфяных — 285; при низком содержании подвижного фосфора (2,5—5 мг/100 г почвы) — соответственно 190, 230, 285 и 190.

Дозы внесения органических удобрений представлены в таблице 134.

134. Дозы внесения органических удобрений для окультуривания почв

Работа	Доза удобрений (т/га) при уровне плодородия почвы		
	низком	среднем	высоком
Строительство систематической осушительной и оросительной сети	30—45	20—30	15—20
Корчевание кустарника и мелколесья:			
редкого	30	20	10
среднего	45	30	15
густого	60	40	20
Раздельное удаление наземной части древесной растительности и корней при зарастности:			
редкой	15	10	5
средней	30	20	10
густой	45	30	15
Корчевание пней и деревьев диаметром более 12 см, шт/га:			
до 100	30	20	10
100—200	45	30	15
более 200	60	40	20
Корчевание и вывозка камней, $м^3$/га:			
до 20	15	10	5
20—50	30	20	10
более 50	45	30	15
Ликвидация профильных земляных сооружений (засыпка ям, канав и пр.), $м^3$/га:			
до 100	15	10	5
100—150	30	20	10
более 150	45	30	15

11. Структурные мелиорации

К этой категории мелиораций относят землевание (пескование, глинование) и перемешивание мелкозалежного торфа с подстилающим его грунтом для консервации содержащегося в нем органического вещества, землевание солонцовых пятен в лесостепных и степных районах и торфование песков. Все эти приемы направлены в первую очередь на улучшение структуры и физических свойств почвы.

ЗЕМЛЕВАНИЕ

Землевание — способ улучшения водно-физических, тепловых и агрохимических свойств осушаемых торфяных почв и солонцов путем внесения на их поверхность минерального грунта — песка, супеси, суглинка, глины или плодородной почвы. Наиболее распространено пескование и глинование торфа.

Внесение добавок минерального грунта повышает плотность и несущую способность торфа, улучшает проходимость тракторов и сельскохозяйственных машин, снижает кислотность пахотного слоя и содержание вредных для растений закисных соединений и полуторных окислов, улучшает питательный режим почвы (увеличивается содержание нитратов, кальция, магния, ряда микроэлементов, закрепляется в почве калий и фосфор), повышает устойчивость почвы к эрозии и дефляции, уменьшает опасность пожаров и ранневесенних заморозков.

Улучшение физических и тепловых свойств почвы и усиление ее биохимической активности способствуют развитию корневой системы растений, уменьшают полегание вегетативной массы, снижают засоренность посевов, все это ведет к повышению урожаев и улучшению качества продукции (накапливается больше протеина в травах, крахмала в картофеле, белка в зерне).

В таблицах 135—137 приведены результаты отдельных опытов по землеванию торфа.

Существенным достоинством землевания является то, что улучшается микроклимат почвы, удлиняется вегетационный период, почвы становятся доступными для более теплолюбивых культур.

Для землевания торфа применяют следующие три основных метода: смешанный, насыпной и метод глубокой вспашки. При

135. Влияние землевания на водно-физические свойства торфяных почв

Вариант	Горизонт, см	Средняя плотность, г/см³	Плотность, г/см³	Пористость, %
Торфяная почва (контроль)	0—15	0,21	1,54	86,0
	15—30	0,21	1,51	86,1
Торфяная почва и песок нормой 200 м³/га	0—15	0,34	1,71	80,3
	15—30	0,23	1,55	85,3
То же, нормой 400 м³/га	0—15	0,56	2,00	71,9
	15—30	0,22	1,56	85,6
То же, нормой 600 м³/га	0—15	0,68	2,26	70,0
	15—30	0,30	1,60	80,9
Торфяная почва и глина нормой 200 м³/га	0—15	0,39	1,88	79,3
	15—30	0,20	1,52	86,6

136. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от дозы внесения песка в торф, т/га

Вариант	Первый год, картофель	Второй год, яровая пшеница	Третий год, картофель	Четвертый год, яровая пшеница
Торфяная почва (контроль)	26,1	2,4	35,0	2,0
Пескование торфа дозой, м³/га:				
300	24,3	—	46,6	2,1
500	27,5	2,7	37,0	2,2
1000	29,0	3,0	38,5	2,4
1500	30,6	3,5	40,5	2,8

137. Влияние добавок минерального грунта на свойства торфяных почв и урожайность культур в Новгородской области
(по И. М. Емельяновой, 1986)

Вариант	Средняя плотность в слое 0—15 см, г/см³	Продолжительность периода с оптимальными температурами в почве, сут	Урожайность, т/га			
			однолетних трав (зеленая масса)	многолетних трав (сено)	моркови	капусты белокочанной
Контроль (торф без добавок)	0,25	24	22,2	4,31	34,5	42,2
Песок, м³/га:						
200	0,38	37	32,4	4,77	42,8	60,0
400	0,51	56	39,1	4,94	43,9	62,4
600	0,67	68	42,5	5,19	46,5	65,9
Глина, м³/га:						
200	0,50	44	33,1	5,74	39,8	56,9
400	0,61	58	30,0	5,90	43,1	60,6
600	0,70	60	30,5	5,96	43,7	65,5

смешанном методе песок завозят на торфяник, разравнивают его по поверхности бульдозером, грейдером или планировщиком, после чего дисковыми боронами перемешивают с торфом. Минимальные дозы песка составляют: для хорошо разложившихся торфов 200—300 м³/га, для слабо разложившихся — 300—400 м³/га.

По данным Х. Н. Старикова (1978), доза песка 400 м³/га является оптимальной для развития в почве основных групп микроорганизмов: бактерий, усваивающих органический и минеральный азот, нитрификаторов и микроскопических грибов. В зависимости от типа торфяной залежи и характера использования почвы дозы песка и глины изменяются (табл. 138).

138. Рекомендуемые добавки минерального грунта для торфяных почв в европейской части СССР, м³/га

Тип торфа	Песок	Глина
Низинный	400	200
Переходный	400—500	300
Верховой	500—600	400—500

На высокозольных (зольность более 20%) низинных и особенно на пойменных торфяниках минеральные добавки вносить нецелесообразно, здесь применим только насыпной метод.

Для землевания используют грунт однородного механического состава, свободный от вредных для сельскохозяйственных растений закисных соединений, обладающий нейтральной или близкой к ней реакцией. Он должен содержать минимальное количество гравия, щебня и древесных остатков.

Минеральный грунт доставляют на участок скреперами, самосвалами, а при расстояниях до 5 км и тракторами в любое время года. Его размещают равномерно по площади в кучах. Лучшее время для разравнивания грунта — начало зимы, когда почва промерзла, а снежный покров не превышает 15—20 см. Для равномерного разбрасывания грунта по поверхности торфяника можно использовать разбрасыватели органических удобрений. Работы проводят по следующей технологии (И. М. Емельянова и др.):

Технологическая операция	Машины, механизмы
Первичная обработка почвы	Кустарниково-болотные плуги ПКБ-75, ПБН-75, ПБН-100А; болотные фрезы ФБН-1,5, ФБН-2, ФБ-2,0
Дискование в два следа	Тяжелые дисковые бороны БДТ-3,0, БДНТ-2,2, БДНТ-3,5
Планировка	Планировщики П-2,8, П-4, Д-719, ПА-3
Привоз минерального грунта	Самосвалы КрАЗ-256Б, МАЗ-503А и др.

Разравнивание минерального грунта	Бульдозеры Д-493А, Д-694
Внесение извести	Разбрасыватели РУП-8, НРУ-0,5 и др.
Дискование в два-три следа или фрезерование в один след	Тяжелые дисковые бороны БДТ-3,0, БДНТ-3,5; дисковая борона БДН-3,0; фрезы ФБ-2,0, ФБН-1,5
Прикатывание	Катки ЗКВБ-1,5

При насыпном методе пескования вносимый песок повышенной нормы (1000—1500 м³/га) не перемешивают с торфом, а на песчаном слое возделывают сельскохозяйственные культуры. Для этой технологии применимы только крупнозернистые пески.

Обработку торфяников после пескования (глинования) при сельскохозяйственном использовании выполняют только дисковыми орудиями, один раз в 3—4 года проводят безотвальное рыхление плугами со снятыми отвалами.

На маломощных торфяниках (слой торфа более 40—60 см) минеральные добавки вносят за счет припашки минерального грунта, подстилающего торфяник. Для этого используют трехъярусный плуг ПЧЯ-3-50.

На Дальнем Востоке применяют специальную машину для глинования торфяников МГТ-1,1 конструкции ДальНИИГиМ. Ее навешивают на трактор Т-130Б. Дисковый ротационный рабочий орган машины извлекает с глубины до 1,1 м ленту глины и сбрасывает на торфяник. При рабочей скорости 3 км/ч за смену машина добывает 945 м³ глины. При норме внесения глины 400, 600 и 800 м³/га расстояние между параллельными проходами глинователя составляет соответственно 1,5; 1 и 0,75 м. Вынутый минеральный грунт разделывают тяжелой дисковой бороной (БДТ-3,0 и др.), в три-четыре следа в перекрестном направлении.

В Белорусской ССР имеется опыт глубокой вспашки (точнее запашки) мелкозалежного торфяника специальным двухлемешным плугом с оборотом пласта на 110—140°. В результате образуется новый почвенный профиль в виде песчаного слоя, содержащего 3—13% органического вещества, под которым залегают чередующиеся слои торфа и песка под углом около 45°. Такая обработка торфа обладает теми же достоинствами, что и пескование, позволяет резко сократить сработку органического вещества торфа и обеспечивает значительную прибавку урожая (табл. 139).

Трансформацию мелкозалежных торфяников в новую (антропогенную) почву осуществляют двухъярусным плугом ПТН-0,9 в агрегате с трактором Т-130БГ-3 производительностью 100 га в год.

Срок окупаемости затрат по землеванию торфа зависит от вида возделываемых культур, урожайности, дальности перевозки грунта и других факторов и обычно не превышает 1—4 лет. По-

139. Урожайность сельскохозяйственных культур на мелкозалежных торфяниках после их перемешивания с песком в среднем за 5 лет, т/га

(по В. И. Белковскому и А. И. Мурашко, 1986)

Культура	Мелкозалежный торф (контроль)	Новая почва	Прибавка урожая, %
Люпин кормовой (зеленая масса)	37,3	40,3	8,0
Озимая рожь	3,37	4,02	19,2
Картофель	25,1	30,0	19,5
Ячмень	3,65	4,41	20,8
Кукуруза на силос	36,4	59,6	63,5
Многолетние травы (сено)	9,27	8,06	—13,7
Люцерна (сено)	7,77	7,95	2,3
Озимый рапс (пожнивно)	11,00	15,1	36,5

ложительное влияние пескования и глинования на почву прослеживается до 30—40 лет и более.

Землевание также входит в комплекс мелиорации солонцов. Его применяют при пятнистом засолении почв, на степных солонцах Черноземной зоны. Солонец покрывают плодородной почвой (черноземная, каштановая) слоем 10—25 см. На гидроморфных солонцах в лесостепи, на которых грунтовые воды залегают на глубине 1—3 м, землевание без дренажа и других мелиоративных мероприятий неэффективно.

ТОРФОВАНИЕ

Торфование — внесение торфа на песчаные и супесчаные почвы, обладающие высокой водопроницаемостью, малой водоподъемной и водоудерживающей способностью и содержащие малое количество перегноя, глинистых и илистых частиц. При внесении больших доз торфа повышается влагоемкость, улучшаются водно-физические, агрохимические и биохимические свойства почвы, активизируются микробиологические процессы, несколько улучшается пищевой режим и повышается продуктивность культур. На почвах глинистого и суглинистого состава этот прием не эффективен.

Более половины всех торфяных запасов страны находится в Сибири — 67% и 21,6% (36 млрд. т) — в Нечерноземной зоне РСФСР.

Удобрительная ценность торфа невысокая, поэтому использовать его в чистом виде неэффективно. Торф беден фосфором, калием и микроэлементами, а азот торфа используется слабо, поскольку 75—90% общего его содержания находится в труднодоступной для растений форме. Для ускорения микробиологического разложения устойчивых соединений (лигнин, битумы) в торф целесообразно вносить навоз.

По данным Мещерского филиала ВНИИГиМ, внесение торфа с добавлением навоза и органо-минеральной смеси на песках дает эффект в течение ряда лет. Прибавка урожая картофеля составляет 88—160, сена многолетних трав — 7,1—30,5 ц/га.

Расчет прибыли на 1 руб. затрат, связанных с заготовкой и внесением торфа, показал, что максимальную прибыль (2,8 руб.) обеспечивает доза торфа 50 т/га, минимальную (1,4 руб.) — 250 т/га.

В нормативный срок (10 лет,) окупаются затраты при транспортировке торфа автомобилями на расстояние до 7 км при норме 120 т/га, до 6 км — 240, до 4 км — 360 и 1 км — 480 т/га. При транспортировке тракторами окупаемость затрат еще более низкая. Торф на песчаных почвах минерализуется в среднем на 2—3% в год, продолжительность его действия составляет около 30 лет.

Научные результаты и производственный опыт свидетельствуют о том, что в чистом виде целесообразно использовать только торф, богатый вивианитом (для фосфоритования почвы) или карбонатный (для раскисления почвы). Для повышения питательной ценности торфа предложены технологические схемы его аммонизации с получением торфогуминовых удобрений.

Добыча торфа. Торф добывают в основном на глубокозалежных торфяниках. Необходимая влажность торфа в верхнем разрабатываемом слое достигается при норме осушения 0,6—0,7 м в начале сезона его добычи.

В состав осушительной системы для добычи фрезерного торфа входят: магистральный канал глубиной 3—3,5 м (проводят по тальвегу минерального дна болота); валовые каналы (размещают через 250—1000 м под прямым углом к магистральному каналу) глубиной 2,5—2,8 м; картовые каналы (через 20—40 м, перпендикулярно валовым каналам), нагорные и ловчие каналы. Картовые каналы устраивают глубиной 1,7—2 м, шириной по дну 0,3—0,6 м без уклонов, заложение откосов их в торфе 0,25. Уклоны магистральных каналов — 0,0003—0,0008, валовых — 0,003—0,01.

Для осушения применяют также щелевой и ограниченно закрытый пластмассовый дренаж. Предварительное осушение верховых болот начинают за 3—4 года и завершают за год до добычи. Из-за деформации каналов до проектных глубин их доводят забоями за 4—5 лет. Для ускорения сушки торфа проводят глубокое рыхление и перемешивание разных слоев торфа. За сезон срабатывают 0,1—2-метровый слой торфяной залежи.

Площадь мелкозалежных торфяников (со средней толщиной залежи менее 1 м) в РСФСР составляет 8,14 млн. га. Эти торфяники и высокозольные месторождения (зольность торфа более 35%) рекомендуется использовать для сельскохозяйственных целей, без добычи торфа на какие-либо нужды.

Производство торфяных удобрений. Для удобрения торф используют в виде торфокомпостов, торфоминерально-аммиачных удобрений (ТМАУ) и торфяной подстилки с животноводческих ферм.

Для удобрения заготавливают торф влажностью не более 60%, для приготовления торфонавозных компостов — любой торф влажностью 55%. Для торфофекальных и торфожижевых компостов более пригоден верховой торф влажностью 40—50%, обладающий высокой водопоглощающей способностью.

Торфокомпосты приготавливают на осушенных и обработанных болотах путем внесения на их поверхность фосфорных и калийных удобрений, навозной жижи или фекалия. Всю эту массу перемешивают с торфом и по мере просыхания сгребают в валы и вывозят на поля.

Внесение 1 т качественного компоста, приготовленного на основе торфа, дает прибавку урожая всех культур в севообороте около 1 ц/га в пересчете на зерно.

Получили распространение торфонавозные, торфожижевые и торфопометные компосты.

Торфонавозные компосты готовят следующим образом: на площадку отсыпают торфокрошку слоем 30—40 см, на нее укладывают слой навоза, далее опять крошку, сочетая одну часть навоза с одной — тремя частями торфа. Высота штабеля — до 2 м, ширина — 3—4 м, длина — не менее 6 м. Сверху штабель покрывают торфом. Для обогащения компоста в него вносят фосфорные и калийные удобрения. Зимой штабель закладывают сразу на всю высоту, во избежание промерзания навоза.

На птицефабриках на основе торфа готовят высококачественные торфопометные компосты. Технология их приготовления включает смешение на дозирующе-смесительной установке торфа (верхового или низинного), птичьего помета, фосфорных и калийных удобрений. Производительность установки — 10—12 т/ч. Смесь выдается за 1—2 месяца перед внесением компоста в почву.

Торфоминерально-аммиачные удобрения (ТМАУ) приготавливают также на основе фосфорных и калийных удобрений. Собранную в валы массу обрабатывают аммиачной водой, добавляют фосфоритную муку или суперфосфат, калийную соль или хлористый калий.

Для этих видов удобрений используют низинные и переходные торфяники. Их приготавливают непосредственно на участках добычи торфа.

Для *торфяной подстилки* используют слаборазложившийся торф верховых и переходных болот, обладающий высокой влагоемкостью и поглотительной способностью к газам. Он хорошо впитывает влагу и очищает воздух в животноводческих помеще-

ниях, что способствует улучшению микроклимата и санитарно-гигиенических условий.

Основные требования к торфу для подстилки следующие: он должен быть сухим, обладать высокой влагопоглотительной способностью и не пылить. Торфяную крошку для подстилки используют диаметром около 3 см, во избежание пыления количество частиц диаметром менее 2 мм должно быть не более 3%. Максимальная влагопоглощаемость фрезерного торфа составляет 600—700%. При хранении торфа происходит его намокание и самонагревание. В среднем влагопоглотительная способность торфа составляет: сухого — 300—400%, намокшего — 130—300 и самонагретого — 150—290%.

Во избежание намокания торф хранят в торфохранилищах или на бетонированных площадках около коровников в небольших штабелях высотой до 3—3,5 м и шириной до 7 м (во избежание самонагревания).

Оптимальная потребность в торфяной крошке на подстилку одной корове составляет 3—6 кг в сутки. При этой норме в год от одной коровы получают 8—20 т твердого навоза.

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПРОПЕЛЯ

Сапропель — донные отложения пресноводных водоемов. Он образуется в результате накопления и химико-биологической переработки остатков населяющих озера растительных и животных организмов и минеральных примесей, поступающих с поверхностным стоком, речными водами и пылью.

Запасы сапропеля в РСФСР составляют около 230 млрд. м³ (92 млрд. т), из них карбонатных сапропелей, пригодных для известкования почвы,— около 5%.

Сапропель обычно подразделяют на органический, или малозольный (зольность менее 30%), и многозольный (зольность 30—85%). Последний подразделяют на известковый, или карбонатный (содержание в золе окиси кальция более 30%), кремнеземистый (более 50% кремнезема) и смешанный. В таблице 140 приведена характеристика основных видов сапропеля.

Удобрительная ценность сапропеля убывает от органического до известкового, который как удобрение интереса не представляет, а может использоваться для раскисления почв (химическая мелиорация).

Сапропель содержит значительное количество микроэлементов — йод, кобальт, медь, марганец, молибден, бор, бром и др.

Содержание сухого вещества в сапропеле в зависимости от его влажности ориентировочно характеризуется следующими цифрами:

Влажность, %	Содержание сухого вещества, т/м³
50	0,64
60	0,48
70	0,34
80	0,20
90	0,10

140. Агрохимические свойства сапропеля Нечерноземной зоны РСФСР
(по данным Е. Д. Ильиной)

Свойство, состав	Сапропель				
	органический	органо-глинистый	органо-песчаный	органо-известковый	известковый
Влажность, %	93,3 82,5—97,4	89,5 70,8—98,1	86,4 81,2—95,0	84,7 64,2—96,0	73,2 50,0—93,1
Кислотность, pH	3,2—8,2	3,0—8,0	2,4—7,2	6,0—8,5	6,6—8,5
Содержание, % на сухое вещество:					
органического вещества	2,9 2,0—4,5	2,1 0,6—3,7	2,2 0,7—2,9	1,3 0,6—4,0	1,3 0,4—2,6
золы	20,5 4,2—30	46,5 30—65	50,2 31—65	45,8 20—65	56,1 39,7—85
в том числе:					
CaO	2,1 0,1—8	2,6 0,1—8	3,6 0,8—8	18,2 8,1—30	36,6 30—51,8
Fe_2O_3	1,6 0,1—5	2,7 0,3—5	2,3 0,5—4,8	3,8 0,3—10	1,8 0,1—7,5
Al_2O_3	1,7 0,1—5,1	3,4 0,1—8,2	2,2 0,3—3,7	1,8 0,1—7,1	1,7 0,2—5,5
P_2O_5	0,18 0,01—2,53	0,24 0,02—0,87	0,19 0,07—0,67	0,43 0,03—3,9	0,18 0,01—0,66
SO_3	0 0,1—2,53	1,2 0,1—5,8	—	1,6 0,2—9,8	1,2 0,1—3,4
SiO_2	11,8 1,1—22,9	36 13,5—58,7	39,3 11,3—55,0	9,5 0,3—40,4	3,9 0,2—35,7

Примечание. В числителе — средние значения; в знаменателе — предельные.

Помимо использования на удобрение, сапропель в последние годы стали применять для мелиорации почв низкого естественного плодородия, особенно песчаных и супесчаных методов намыва.

Опыт намыва сапропеля в Ярославской (озеро Неро) и Псковской областях, а также в других районах показал, что урожайность культур на малопродуктивных почвах повышается в 1,4—2,2 раза, срок окупаемости затрат составляет 2—4 года. Намыв сапропеля на поля примерно в 2 раза дешевле, чем его добыча с последующей переработкой на удобрения.

При использовании сапропеля следует учитывать важный экологический эффект, связанный с очисткой и углублением озер. При мелиорации озер намыв сапропеля на поля является средством его утилизации.

ТЕХНОЛОГИЯ НАМЫВА САПРОПЕЛЯ

Для добычи сапропеля из озера применяют средства гидромеханизации. Наиболее перспективны технологии, разработанные ВНИИГиМ (А. И. Фомин и др.), с использованием землесосных снарядов 8-ПЗУ-3М и ЗРС-2 производительностью 800—1400 м³/ч пульпы, а на больших озерах — землесосов типа 150-45Т, 200-50Т, 300—40Т, 350—50Т производительностью 1600—4000 м³/ч

Сапропелевую пульпу от места добычи до поля транспортируют по трубам. В зависимости от дальности подачи сапропеля (пульпу подают на поле грунтонасосом земснаряда) можно использовать многоступенчатые транспортные системы, включающие последовательно соединенные трубопроводы с подкачивающими станциями. Допустимую дальность подачи сапропеля устанавливают технико-экономическим расчетом.

Намыв сапропеля осуществляют по двум основным технологиям: по чекам и поперек борозд. При использовании первой технологии улучшаемую площадь делят на чеки, ограниченные дамбами высотой до 0,7—1 м. Пульпу в чек подают в наиболее высокой (командной) части чека. Этот способ применяют при уклонах поверхности менее 0,005. К недостаткам его относится неравномерность намыва сапропеля.

Намыв сапропеля на поля поперек борозд осуществляют следующим образом: сапропелевую пульпу выпускают в верхней части участка с нарезанными поперек уклона бороздами. Она растекается, переливаясь по склону через валики борозд, и заполняет постепенно все борозды (рис. 39, *а*)

На заиленных озерах с малым объемом воды сапропель естественной влажности (75—90%) намывают передвижными установками — плавучим агрегатом типа ЭТП-1 с распределителем ТСР-2 слоем 0,1—1 м. Этот способ применяют при удаленности мест намыва до 500 м от озера.

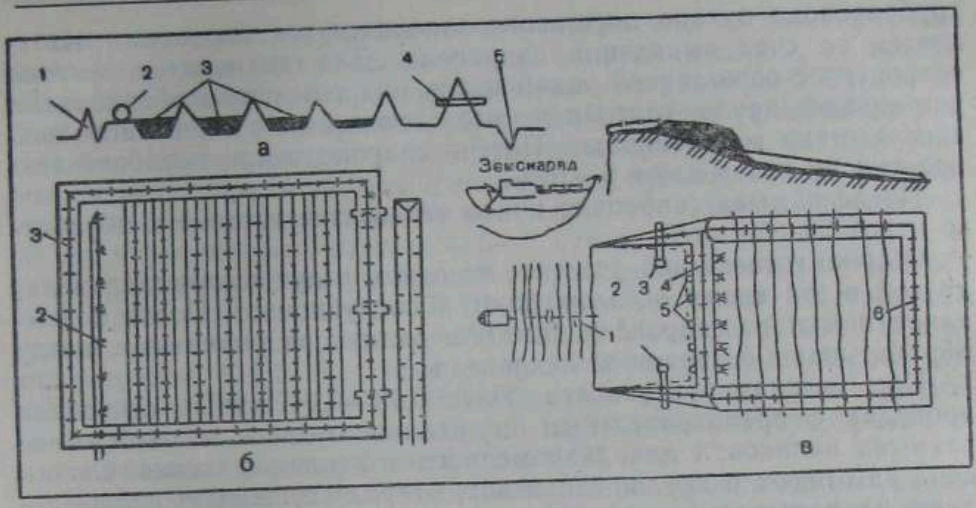


Рис. 39. Технологические схемы намыва сапропеля:

а — поперек борозд: *1* — дамбы обвалования; *2* — распределительный пульпопровод; *3* — борозды; *4* — водосборные трубы; *5* — канава; *б, в* — сгущенной пульпой: *1* — земснаряд с пульпопроводом; *2* — пруд-отстойник; *3* — водосбросные колодцы; *4* — дамба пруда-отстойника; *5* — пульповыпускные трубы; *6* — дамбы обвалования участка намыва

При всех способах намыва сапропеля поверхность участка предварительно готовят: удаляют кустарник и крупные камни, засыпают ямы и ложбины, срезают бугры.

При намыве с использованием борозд после грубой планировки нарезают борозды плугами (ПБН-75, ПКЛ-70, ПН-4-35), бороздоделателями (КБН-0,35) или валикоделателями (ВПУ-0,7) в зависимости от доз внесения сапропеля.

Следующая операция — разбивка массива на участки путем обвалования дамбами высотой 0,5—0,7 м с уплотнением в них грунта. В нижнем по рельефу валу через 20—30 м размещают на уровне гребней последних валков сбросные трубы для рассредоточенного отвода осветленной воды (см. рис. 39, *а*). Размеры участков намыва сапропеля принимают в зависимости от рельефа и расхода подаваемой пульпы:

Длина участка, м	Уклон поверхности
400—600	0,005—0,01
300—400	0,01—0,02
200—300	0,02—0,04

При сложном рельефе, когда борозды без уклона трудно нарезать, участок делят на отдельные полосы разделительными дамбами.

В верхней части участка по всей его ширине размещают горизонтально распределительный пульповод с отверстиями, оборудованными гасителями струй. Для управления пульпой на нем предусматривают задвижки. Вытекающая из распределительного

трубопровода пульпа постепенно заполняет все борозды и осветляется за счет выпадения сапропеля. Для уменьшения выноса сапропеля с осветленной водой вдоль нижней дамбы обвалования устраивают прудок-отстойник, осаждающийся в нем сапропель впоследствии разравнивают. Потери сапропеля при подобной технологии не превышают 5—10%.

После намыва сапропеля почва становится готовой к обработке через 20—30 дней.

Обычно готовят два участка: на одном ведут намыв сапропеля, другой в это время обезвоживают и подсушивают. После подсыхания намытого сапропеля дамбы и валики разравнивают, почву обрабатывают с запашкой сапропеля.

При уклонах поверхности более 0,03—0,04 намыв сапропеля проводят с предварительным сгущением пульпы во избежание размыва валиков и для равномерного его распределения. Сапропель намывают в прудок-отстойник, откуда сгущенную пульпу подают на намываемую площадь (см. рис. 39, *б*). Довести консистенцию пульпы с 3 до 8% можно в течение 1,5 ч при толщине слоя воды 1—1,2 м. Такая пульпа не вызывает размывов (В. И. Хохлов и др., 1986).

При окультуривании почвы сапропель намывают за один прием в течение года по чекам или бороздам слоем от 5 до 15—20 см. При слое сапропеля более 15 см обработку ведут только после зимнего промораживания путем фрезерования и глубокой (на 35 см) вспашки с последующим фрезерованием и прикатыванием. При намыве меньшим слоем при высоте валков 15—20 см обработка включает дискование в два-три следа и вспашку, при высоте 20—25 см — перекрестную планировку, фрезерование, глубокую вспашку с последующим фрезерованием и прикатыванием тяжелыми катками. При удобрительном внесении сапропеля его запахивают.

ПЕРЕРАБОТКА САПРОПЕЛЯ НА УДОБРЕНИЯ

В настоящее время имеется несколько рекомендаций по переработке сапропеля на удобрения. В зависимости от зоны технология добычи и переработки сапропеля изменяется и корректируется с учетом погодных условий и других факторов.

Для приготовления удобрений из сапропеля используют следующую технологическую схему: сапропелевую гидромассу подают в отстойники, где она обезвоживается за счет сброса отстойных вод, испарения и фильтрации, после промораживания на следующий год сапропель измельчают в крошку фрезерными машинами, применяемыми в торфяной промышленности, сушат и складируют в штабели. Готовая продукция — сапропель в виде мелкой крошки с преобладанием частиц диаметром 1—3 мм и влажностью 50%.

Отстойники — это участки земли, ограниченные дамбами. Высота их должна обеспечивать намыв сапропеля слоем, не превышающим глубину промерзания. Обычные их размеры 200×200 м. Дно отстойника (поверхность земли) делают с уклоном от выпускного трубопровода к водосбросным колодцам. Намыв сапропеля ведут циклами: при консистенции пульпы 25—40 г/л толщина одновременно намываемого слоя не должна превышать 20 см, периодичность намыва — 5—7 суток.

При приготовлении удобрений сапропель измельчают в отстойнике фрезерным барабаном МТФ-12, для ускорения естественной сушки применяют ворошилку МТФ-21. Высохшую крошку валкуют машиной МТФ-31, валки убирают бункерными уборочными машинами МТФ-42 и МТФ-43А. За сезон проводят до 40 циклов (однодневных и двухдневных) по приготовлению удобрений с максимальным сезонным сбором до 4000 т/га.

Используемые на удобрение сапропели должны иметь влажность не выше 60%, зольность — до 65% на сухое вещество, pH — не менее 5,5. В зависимости от свойств и плодородия почвы готовые удобрения применяют в следующих дозах (табл. 141).

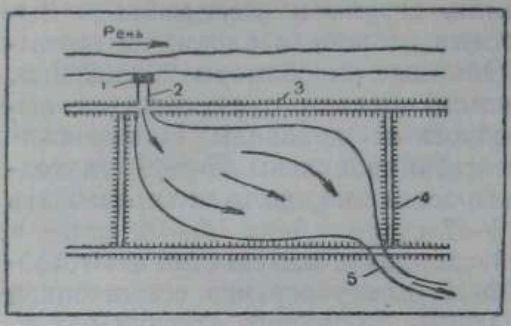
141. Дозы внесения сапропеля, т/га

Механический состав почвы	Уровень плодородия	При окультуривании почвы (в пересчете на 60%-ную влажность)	Для удобрения
Песчаная	Низкий	1000—1300	160—180
	Средний	До 1000	120—140
Супесчаная	Низкий	До 1000	140—180
	Средний	600—800	120—140
	Высокий	—	60—80
Суглинистая	Низкий	600—800	100—120
	Средний	400—500	80—100
	Высокий	—	40—50

КОЛЬМАТАЖ

Под кольматажем понимают метод повышения поверхности земли путем кольматирования — осаждения речных наносов или подаваемого средствами механизации разжиженного грунта.

Кольматаж взвешенными в речной воде наносами эффективен только на предгорных территориях, где реки имеют высокие скорости течения и содержат много наносов. Прилегающую к реке кольматируемую территорию разбивают на чеки или бассейны дамбами, высота которых должна быть выше уровня воды в чеке не менее чем на 0,5 м (рис. 40). Размеры чека назначают, исходя из крупности взвешенных в воде частиц, которые необходимо осадить. Гидравлическая крупность частиц (W, м/с) должна быть больше скорости потока V, умноженной на коэффициент α,



40. Схематический план кольматационного бассейна:

1 — водозаборный головной регулятор; *2* — подводящий канал; *3* — дамба; *4* — траверса; *5* — водосбросной канал со шлюзом

учитывающий долю наносов, осаждаемых в бассейне — ($\alpha = 0{,}05$—$0{,}1$): $W > V\alpha$.

На рисунке 40 приведена схема кольматажа: вода из реки подается каналом.

Продолжительность кольматажа (Т, лет) определяют по формуле

$$T = \frac{Fh\gamma}{\Sigma(Qt)\alpha\rho},$$

где F — площадь участка, га;
h — необходимое среднее повышение его поверхности, м;
γ — объемная масса осаждаемых наносов, т/м^3;
Q — расход воды, проходящей через бассейн, м^3/с;
t — продолжительность кольматации в году, с;
α — коэффициент, учитывающий долю наносов, осаждаемых в бассейне;
ρ — мутность воды, т/м^3.

Вода в чеке (бассейне) при периодическом кольматировании стоит 0,5—2 суток, после чего, осветленная, она самотеком сбрасывается в реку, а через шлюз из реки поступает вода с взвешенными наносами. Этот вид кольматажа обеспечивает наращивание поверхности земли на 5—10 м и до 20—30 см в год.

С применением средств гидромеханизации используют два способа — мониторный и рефулерный. При мониторном способе грунт в карьере размывают струей воды со скоростью 20—60 м/с, образующаяся пульпа подается насосной станцией по лотку (каналу) в бассейн, где твердые частицы выпадают, а осветленная вода сбрасывается в реку.

Потребное количество гидромониторов (N) связано с производительностью насосной станции следующей зависимостью:

$$N = \frac{qVK_{н}K}{Q_{г}TK_{в}},$$

где q — объем воды, требуемый для перемещения 1 м^3 грунта, м^3 (5—14 м^3 воды на 1 м^3 грунта);
V — объем выемки, м^3;
$K_{н}$ — коэффициент неравномерности, $K_{н} = 1{,}1$—$1{,}2$;

K — коэффициент, учитывающий условия работы, $K=0,27-1,08$;
$Q_г$ — расход воды одного гидромонитора, м³/с;
T — срок производства работ, ч;
$K_в$ — коэффициент использования рабочего времени, $K_в=0,7-0,9$.

При рефулерном способе грунт разрабатывают земснарядами обычно со дна реки или озера, затем пульпу подают по напорным трубопроводам на кольматируемую территорию в чеки, ограниченные дамбами высотой до 1,5 м. Пульпу разливают слоем до 50—60 см.

При кольматаже болот на них предварительно нарезают параллельные каналы с уклоном к реке, намыв пульпы ведут на карты, ограниченные отвалами торфа, которые впоследствии разравнивают.

12. Химические мелиорации

В состав химической мелиорации входят мероприятия по регулированию кислотности и щелочности почвы, ее оструктуриванию и обогащению элементами питания растений.

ИЗВЕСТКОВАНИЕ

Вновь осваиваемые для сельского хозяйства земли в Нечерноземной зоне характеризуются высокой кислотностью, что обусловлено промывным водным режимом и длительным переувлажнением почвы, способствующим накоплению кислого гумуса и закисных соединений и выносу соединений кальция и магния при инфильтрации атмосферных осадков. Для этих почв характерна слабая насыщенность основаниями и высокая гидролитическая кислотность с высоким содержанием в составе поглощающего комплекса вредных для растений алюминия и закисного железа. Площадь кислых почв в СССР составляет 66 млн. га и, несмотря на проводимую работу по раскислению, практически не уменьшается. Площадь сильнокислых почв (pH<4,5) превышает 15 млн. га. Используемые почвы постоянно подкисляются за счет применения физиологически кислых удобрений.

Повышенная кислотность почв ведет к снижению урожаев, гибели зерновых и трав при перезимовке, снижению содержания белка в кормах и зерне, ослабляет эффективность минеральных удобрений. Поэтому известкование проводят на всех землях, имеющих кислую реакцию среды.

По отношению к кислотности почвы и по требованиям к известкованию сельскохозяйственные культуры, плодовые деревья и кустарники подразделяют на пять групп:

чувствительные к кислотности и отзывчивые к известкованию: свекла, клевер луговой, люцерна, донник, конопля, горчица, лук, чеснок, перец, шпинат;

чувствительные, требующие слабокислой реакции среды и отзывчивые на известкование: яровая и озимая пшеница, ячмень, кукуруза, горох, вика, кормовая и цветная капуста, салат, фасоль, огурец, яблоня, вишня, слива;

слабочувствительные к кислотности и отзывчивые на известкование: рожь, овес, гречиха, тимофеевка;

слабочувствительные к кислотности и не переносящие избытка кальция: лен, подсолнечник, картофель, морковь, петрушка, томат, кабачок, табак, арбуз, репа, редька, малина, земляника, крыжовник, груша;

устойчивые к кислотности почвы и малонуждающиеся в известковании: люпин, щавель.

Оптимальные интервалы реакции среды (pH) по этим группам соответственно следующие: 6,8—7,1; 6—7,5; 5—7; 5,5—6,5 и 4,5—6.

Известкование, кроме снижения кислотности почвы, улучшает азотное и фосфорное питание растений, доступность калия и ряда микроэлементов, устраняет вредное действие алюминия и марганца, повышает эффективность вносимых удобрений, способствует оструктуриванию и ускоряет окультуривание почвы.

Расчетную норму внесения извести ($CaCO_3$, т/га) на полную нейтрализацию гидролитической кислотности определяют по формуле

$$Д = 51 Г t \gamma,$$

где $Г$ — гидролитическая кислотность, мг·экв/100 г почвы;
t — толщина известкуемого слоя, м;
γ — средняя плотность почвы, г/см^3.

Затем нормы $CaCO_3$ пересчитывают в физические дозы известкового материала с учетом его влажности и крупности помола по формуле

$$Д_ф = \frac{Д \cdot 10^6}{К(100-В)(100-\alpha)},$$

где Д — физическая норма извести, т/га;
К — содержание $CaCO_3$, %;
В — содержание влаги, % на сухую навеску;
α — содержание частиц крупнее 1 мм, %.

Содержание $CaCO_3$ в обычно применяемых известковых материалах следующее, %:

Известняковая и доломитовая мука	80—100
Сланцевая зола:	
пылевидная	70—80
колосниковая	60—70
Цементная пыль	60—85
Мел	90—100
Известковый туф:	
1-го сорта	80
2-го сорта	70
3-го сорта	60
Известковый сапропель	50—75
Озерная известь (гажа)	80—100
Дефекат	40—60

Пересчет нормы $CaCO_3$ в физическую величину стандартного известкового материала может быть выполнен приближенно по данным таблицы 142.

142. Физические нормы известковых удобрений (т/га) в зависимости от норм, выраженных в действующем веществе

Известковое удобрение	Класс / сорт	Норма $CaCO_3$, т/га					
		0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	10,0
Мука известняковая (ГОСТ 14050—78, пылящая)	1/1	0,6	1,2	3,6	6,0	9,6	12,0
	1/2	0,7	1,4	4,2	7,0	11,2	14,0
	2/1	0,6	1,2	3,6	6,0	9,6	12,0
	2/2	0,7	1,3	3,9	6,5	10,4	13,0
Мука известняковая (слабопылящая)	1/1	0,7	1,3	3,9	6,5	10,4	13,0
	1/2	0,8	1,5	4,5	7,5	12,0	15,0
	2/1	0,7	1,3	3,9	6,5	10,4	13,0
	2/2	0,7	1,3	3,9	6,5	10,4	13,0
Мука известняковая (ТУ 400... — 77)	—	1,2	2,3	6,9	11,5	18,4	23,0
Мука известняковая (ТУ 21... — 78)	—	1,2	2,0	6,0	10,0	16,0	20,0
Мука доломитовая	—	0,9	1,7	5,1	8,5	13,6	17,0
Зола сланцевая	—	0,9	1,7	5,1	8,5	13,6	17,0
Туф известковый	—/1	1,1	2,1	6,3	10,5	16,8	21,0
Известь озерная	—	1,4	2,8	8,4	14,0	22,4	28,0
Мел рыхлый	—	0,9	1,7	5,1	8,5	13,6	17,0
Мергель луговой	—	1,4	2,7	8,1	13,5	21,6	27,0

Нормы внесения извести для минеральных почв в зависимости от pH приведены в таблице 143.

143. Средние нормы внесения извести для осваиваемых минеральных почв, т/га

pH (солевой вытяжки)	Почва				
	песчаная	супесчаная, легкосуглинистая	среднесуглинистая	тяжелосуглинистая	глинистая
4,0—4,1	4,5—5,5	6,5—9,0	9,5—10,5	11,0—13,0	12,0—14,0
4,2—4,3	4,0—5,0	5,6—8,0	8,0—9,0	10,0—11,0	12,0—13,0
4,4—4,5	3,5—4,5	4,5—7,0	7,0—8,0	9,0—10,0	10,0—11,0
4,6—4,7	3,0—4,0	4,0—6,5	6,5—7,5	8,0—9,0	8,5—9,5
4,8—4,9	2,5—3,5	3,5—6,0	6,0—7,0	7,0—8,0	7,5—8,5
5,0—5,1	2,0—3,0	3,0—5,5	5,5—6,5	6,0—7,0	7,0—8,0
5,2—5,3	1,5—2,5	2,5—5,0	5,0—6,0	5,5—6,5	6,0—7,0
5,4—5,5	1,0—2,0	2,0—4,5	4,0—5,0	5,0—6,0	5,5—6,5
5,5—5,7	1,0—2,0	1,5—4,0	3,5—4,5	4,0—5,0	4,5—5,5
5,8—5,9	—	1,0—3,5	3,0—4,0	3,5—4,5	4,0—5,0

Потребность в извести на тяжелых почвах больше, чем на легких. На песчаных, супесчаных, легкосуглинистых и среднесу-

глинистых почвах при pH>5,8—6 известкование не требуется, на остальных почвах при этих значениях pH нормы извести составляют 2—4,5 т/га. Примерные дозы извести для болот составляют 4—5 т/га при pH 4—5 и 2—3 т/га — при pH 5—5,5.

На легких почвах и при возделывании культур, чувствительных к недостатку магния, предпочтительнее использовать доломитовую муку, доломитизированные известняки, мартеновские шлаки, сланцевую золу, дефекат.

Вновь осваиваемые земли известкуют после строительной планировки, на пойменных землях — после прохождения паводка. На кислых почвах известкование является опережающим агротехническим приемом.

Нормы извести более 6 т/га вносят в два приема (⅔ под дискование). Сроки повторного известкования устанавливают по картограммам кислотности почв. Агрохимическое обследование проводят обычно через 3—4 года. Периодичность известкования мелиорируемых земель составляет 5—6 лет.

Для улучшения структуры кислых почв известь вносят на глубину 50—70 см при помощи агрегата РНГ-80 или рыхлителя РГ-0,8 с устройством для внесения порошкообразных химических мелиорантов.

Норма внесения извести при рыхлении на глубину 60 см составляет: на среднесуглинистых почвах — 13—20, на тяжелосуглинистых — 17—24, на глинистых — 21—30 т/га (первые цифры при pH 5,1—5,5, вторые — при pH<4,5). Для приближенного определения потребного количества извести в зависимости от механического состава (по классификации ГДР), кислотности, мощности слоя почвы и вида извести используют номограмму (см. рис. 34)

Технологию внесения извести принимают в зависимости от расстояния перевозки, вида известковых материалов и наличия машин.

Слабопылящие материалы вносят тремя способами:

перевалочным — транспортировка автосамосвалами, выгрузка в пути, погрузка в прицепы и внесение в почву;

с перегрузкой — транспортировка автомобилями-перегружателями, перегрузка на поле в прицепы-разбрасыватели и внесение в почву;

прямоточным — перевозка и внесение извести в почву разбрасывателями. Этот способ применим в сухую погоду.

При перевалочном способе применяют автомобили-самосвалы или трактор К-700 с прицепами, погрузчики.

Для внесения слабопылящих известковых материалов используют разбрасыватели РУМ-8; 1РМГ-4; КСА-3 и др.

Пылящие материалы (цементную пыль, сланцевую золу) вносят автомобильными разбрасывателями АРУП-8 и агрегатами РУП-8.

Для эффективной работы разбрасывателей определяют длину гона L, которая зависит от размеров поля и направления движения агрегата, и длину пути разбрасывания $L_р$, м (путь, на котором прицеп опоражнивается) по формуле

$$L_р = \frac{P \cdot 10^4}{Д_ф B_р},$$

где P — масса удобрений в кузове разбрасывателя, т;
$Д_ф$ — норма внесения извести, т/га;
$B_р$ — ширина разбрасывания, м.

Для равномерного внесения извести и эффективного использования техники важно правильно определить места размещения куч с известковыми материалами. При этом в зависимости от длины гона могут быть разные варианты. При длине гона меньше пути разбрасывания кучи располагают вдоль одной из поперечных границ поля (рис. 41). Расстояния между кучами принимают в зависимости от отношения длины гона к пути разбрасывания:

Отношение длины гона (L) к пути разбрасывания ($L_р$)	Расстояние между кучами извести, м
1 : 2	200—400
1 : 3	250—450
1 : 4	300—500
1 : 5	350—550
1 : 6	400—600

Принятое расстояние должно быть кратно ширине поля.

Объем (массу) куч извести (Q, $м^3$) подсчитывают по формуле

$$Q = \frac{a L_р Д_ф}{10^4 n},$$

где n — принятое расстояние между кучами, м;
a — число, показывающее отношение длины гона к пути разбрасывания; остальные обозначения даны выше.

При длине гона, равной длине пути разбрасывания, поле делят пополам и разбивают по ширине на четыре загона. На длинных полях кучи располагают вдоль продольных границ поля на расстояниях $L_р$ одна от другой. Возможные схемы разметки поля и движения разбрасывателя показаны на рисунке 41.

Способ работы с перегрузкой применяют при дальности перевозки известковых материалов не менее 3—15 км и при наличии достаточного количества перегружателей. Для этого используют автомобили-самосвалы с предварительным подъемом платформы и загрузчиком ЗСА-40. Вместимость кузова перегружателя должна соответствовать вместимости прицепа разбрасывателя.

Разбрасыватели работают челночным способом, если автомо-

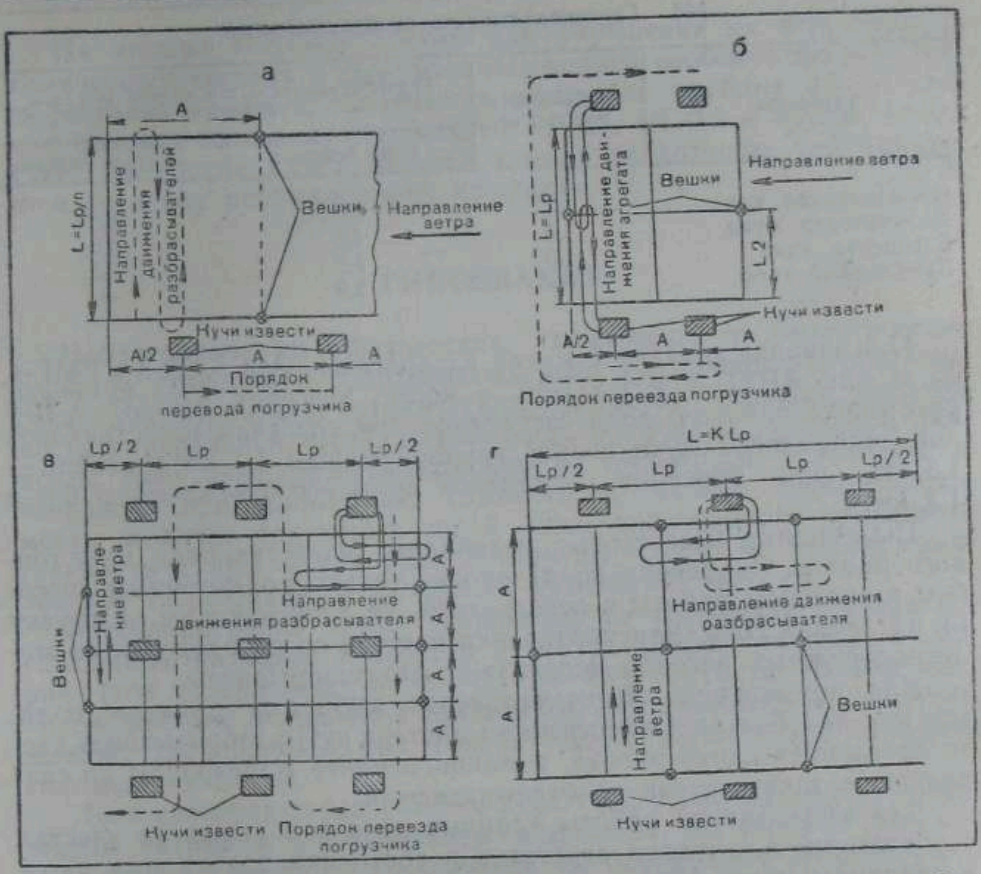


Рис. 41. Схемы разметки поля, расположения куч извести и движения разбрасывателей:

а — при $L \leqslant Lp$; *б* — при $L = Lp$; *в* — при $L \geqslant Lp$ и $B \leqslant 500$ м; *г* — при $L > Lp$ и $B > 500$ м; L — длина поля; Lp — длина пути разбрасывания; A — расстояние между кучами; B — ширина поля (по Е. Н. Ельцову, 1981)

биль-загрузчик может передвигаться по полю. Если это невозможно, агрегаты заправляют на концах поля.

Прямоточный способ по сравнению с перевалочным способствует повышению качества рассева извести на поле, снижению себестоимости работ в среднем на 30% и повышению производительности труда до 15%.

Перевозка автомобильными и другими разбрасывателями экономически оправдана на следующие расстояния: РУП-8 — до 10—15 км, КСА-3 — 20—30, АРУП-8 — 80—120 км.

Разбрасыватели КСА-3 и 1ПМГ-3 имеют грузоподъемность 4 т и вместимость кузова 3,2 м³, разбрасыватели АРУП-8 и РУП-8А — соответственно 8 т и 7,15 м³. В зависимости от вида известковых материалов грузоподъемность машин изменяется (табл. 144).

144. Грузоподъемность разбрасывателей

Удобрение	Объемная масса, т/м³	Грузоподъемность при полной загрузке кузова, т	
		1РМГ-4; КСА-3	АРУП-8; РУП-8А
Известняковая мука	1,7	4,0	8,0
Доломитовая мука	1,5	4,0	8,0
Сланцевая зола	1,0	3,2	7,2
Известковый торф	0,9	2,9	—

При ширине захвата 7 м для разбрасывателей КСА-3 и РМГ-4, 12 м для АРУП-8 и РУП-8А и норме внесения извести 5 т/га расстояние рабочего хода составляет при внесении известняковой или доломитовой муки первой группой машин 1,1 км и второй — 1,3 км, при внесении сланцевой золы — соответственно 0,8 и 1,2 км.

Пылевидные известковые материалы (известняковая мука тонкого помола, сланцевая зола) вносят только прямоточным способом и способом работы с перегрузкой, не допускающим разгрузку их на землю. Для транспортировки извести со складов или из железнодорожных вагонов используют автоцементовозы.

Для применения автоцементовозов выбирают длинные поля, так как при большой вместимости цистерн путь разбрасывания часто превышает длину загона, а машины менее маневренны по сравнению с тракторными разбрасывателями.

Для эффективной работы длинные поля разбивают на участки с учетом мест заправки агрегатов и состояния подъездных путей к границам поля. Агрегаты работают по челночной схеме.

Эффективность известкования определяют на основе показателей урожайности сельскохозяйственных культур с учетом затрат на технологические операции, связанные с перевозкой, складированием и разбрасыванием известковых материалов.

Прибавка урожая зерновых культур от внесения извести по полной гидролитической кислотности на осушаемых землях составляет: зерновых — 2—4 ц/га, картофеля — 15, белокочанной капусты — 70, корнеплодов — 55, силосных культур — 45, сена многолетних трав — 15 ц/га. В связи с более высокой кислотностью осушаемых почв прибавка урожая на них на 10—20% выше, чем на неосушаемых (нормально увлажненных).

При расстоянии перевозки извести от места складирования до поля 5 км, норме внесения ее на 1 га 5 т затрачивается 0,07 машино-ч, а стоимость работ составляет 0,43—0,54 руб.; при расстоянии 10 км — соответственно 0,10—0,13 машино-ч и 0,6—0,81 руб. При расстоянии 20 км затраты труда и средств на внесение извести возрастают в 2 раза, а при увеличении нормы извести до 10 т — в 4 раза.

На кислых тяжелых почвах для улучшения их структуры и химического состава в зоне развития корней, особенно при pH < 4,5, эффективно глубокое внесение извести (на глубину 40—60 см) при помощи объемных рыхлителей РГ-0,8; РГ-0,5 и других (опыт ГДР, Литовской ССР). В этом случае кислотность нейтрализуется по всему разрыхленному профилю.

ГИПСОВАНИЕ

Неблагоприятные физические, химические и биологические свойства солонцов и солонцеватых почв (щелочная реакция, высокая растворимость органического вещества, большая дисперсность минеральной части, подвижность коллоидов, связность, липкость, набухание при увлажнении и чрезмерное уплотнение и твердость при высыхании, глыбистость, низкая водопроницаемость, наличие токсичных солей ниже маломощного гумусового горизонта и др.) могут быть устранены только на основе комплексной мелиорации, включающей химические приемы.

Рассолонцевание почвы направлено на изменение состава поглощенных катионов и свойств путем замещения обменного натрия (его содержание от 15—30 до 40% емкости поглощения) ионом кальция и удаления промывкой (естественной или искусственной) легкорастворимых солей. Достигается это в основном гипсованием почвы.

Доза внесения гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$ (Д, т/га) зависит от содержания натрия в поглощающем комплексе, толщины и емкости поглощения солонцового горизонта. Ее определяют по формуле

$$Д = 0{,}086\,(C - 0{,}05E)\,h\gamma,$$

где C — содержание поглощенного натрия, мг·экв/100 г почвы;
E — емкость поглощения солонцового горизонта, мг·экв/100 г почвы;
h — толщина солонцового горизонта, м;
γ — средняя плотность этого горизонта, г/см³.

Для нейтральных почв

$$Д = 0{,}086\,(C - 0{,}05E)\,\gamma h;$$

для слабощелочных почв

$$Д = 0{,}086[(C - 0{.}05E) + (S - 0{,}7)]\gamma h;$$

для сильнощелочных (содовых) почв

$$Д = 0{,}086[(C - 0{,}05) + (K - 0{,}7)]\gamma h,$$

где S — содержание токсичной щелочности в водной вытяжке, мг·экв/100 г почвы;
K — содержание карбоната натрия в водной вытяжке, мг·экв/100 г почвы.

Рассчитанная доза гипса позволяет снизить содержание натрия в поглощающем комплексе до 5% емкости поглощения.

Для рассолонцевания почвы применяют гипс сыромолотый, фосфогипс и глиногипс с содержанием $CaSO_4$ соответственно 71—73, 70—75 и 63—92%. С учетом этого физическую норму (т/га) гипсосодержащего материала определяют по формуле

$$Д_ф = \frac{Д \cdot 10^4}{К(100-В)},$$

где К — содержание $CaSO_4$, %;
В — содержание влаги в материале, % на сухую навеску.

Для повышения эффективности гипса его вносят в хорошо измельченном виде и равномерно распределяют по всему почвенному профилю.

Норма внесения гипса изменяется от 2—3 т/га на солонцеватых почвах до 8—10 т/га и более (до 25 т/га) на солонцах:

Солонцы	Примерные дозы гипса, т/га
Корковые (начинаются с глубины 5—7 см)	8—10 и более При слабой щелочности снижают до 3—4
Корковые содовые	8—15
Среднестолбчатые (начинаются с глубины 8—12 см) в зоне черноземных почв	3—4, при наличии соды 5—10
Глубокостолбчатые (начинаются с глубины 12—15 см) в зоне каштановых и бурых почв	3—5

Большие нормы гипса вносят в течение 2—3 лет равными долями.

Гипсование проводят осенью под зяблевую вспашку: половину нормы вносят в почву, а $^1/_2$ распределяют по поверхности и затем заделывают боронами. Образующиеся при обменной реакции сульфаты натрия (вместо карбонатов и бикарбонатов натрия) легкорастворимы и интенсивно выносятся инфильтрационными и промывными водами в дрены. В сухой почве реакция замещения совершается очень медленно.

Гипсование эффективно в черноземной зоне; в зоне сухих степей с каштановыми и бурыми почвами оно не дает большого эффекта, если проводится в богарных условиях. На орошаемых землях благодаря растворению кальция в гипсе эффект от гипсования резко возрастает. Для удаления растворенных солей наряду с гипсованием проводят глубокое мелиоративное рыхление (на глубину 0,5—0,8 м) и промывку. Проходит научную апробацию в Заволжье новая технология с применением гипсования и разовой промывки.

Эффективно внесение гипса с промывной водой: результат получается такой же, как при внесении повышенных (в 1,5—3 раза) доз гипса. Для этих целей используют гидроподкормщики.

Гипсование также хорошо сочетать с объемным рыхлением на паровом поле, так как в почве накапливается много влаги. Для ускорения и улучшения качества промывки почв на тяжелых сильнозасоленных почвах помимо глубокого рыхления эффективно щелевание. Его проводят на фоне вспашки щелерезной машиной (ЭЩ-4М и др.) или кабелеукладчиком. Глубина щелей — 0,8—1,5 м, ширина — 10—20 см, расстояние между ними — 5 м. Щели заполняют песком.

Наряду с гипсом применяют также фосфогипс — отход производства экстракционной фосфорной кислоты, используемой для выработки фосфорных удобрений.

В зависимости от сырья он содержит 80—90% и более двухводного гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Согласно ТУ 6—08—207—71 фосфогипс для сельскохозяйственного использования должен содержать не менее 80% сульфата кальция и не более 15% свободной влаги (иначе слеживается и теряет дисперсность). Толщина помола должна быть не более 0,25 мм, растворимость — такая же, как у гипса,— 2,1 г/л.

Фосфогипс содержит примеси фосфата кальция, фосфорной кислоты, соединений фтора и стронция (стабильного). Его преимущество перед гипсом заключается в том, что при внесении в дозе 10—15 т/га в почву поступает 120—200 кг д. в. P_2O_5, что позволяет не вносить в первые годы фосфорные удобрения. Однако наличие водно-растворимого фтора не должно превышать 0,3%.

Недостаток фосфогипса заключается в том, что при его использовании необходим контроль за содержанием стронция с точки зрения охраны окружающей среды.

Распространенные в лесостепной и степной зонах среди черноземов и серых лесных почв и южнее в сухих и полупустынных зонах с каштановыми и бурыми почвами в замкнутых понижениях на равнинах солоди не гипсуют. Их реакция в верхних горизонтах — от нейтральной до кислой, в нижних — слабощелочная. Их мелиорируют внесением извести $Ca(OH)_2$ для замещения водородного иона кальцием, повышенных доз органических удобрений, а также приемами землевания.

Затраты на гипсование почвы окупаются за 2—3 года, действие гипса прослеживается более 10 лет.

КИСЛОВАНИЕ

Кислование — способ мелиорации содовых солончаков и солонцов с очень высокой щелочностью (pH 9—11) путем внесения кислых химических веществ (серная кислота, сера, сульфат желе-

за, сульфат алюминия, сернокислое железо, хлористый кальций, фосфогипс, дефекационная грязь, или дефекат,— отходы сахарных заводов, отработанные минеральные кислоты и др.).

Содовые солончаки характеризуются наличием в большом количестве гидролитически щелочных солей натрия (в основном в виде карбоната), которые угнетающе действуют на растения. Они, в отличие от хлоридных и сульфатных солончаков, имеют сильнощелочную реакцию.

Кислование позволяет нейтрализовать щелочность почвы (снизить содержание ионов CO_3^{-2} и HCO_3^{-1}), вытеснить поглощенный натрий и одновременно ускорить коагуляцию гидрофильных коллоидов. Все это повышает водопроницаемость почвы, улучшает состав поглощенных оснований, ускоряет промывку почвы.

Применение на солонцах — солончаках обычных для химической мелиорации веществ (гипс, мел, фосфогипс, хлористый кальций и др.) не дает эффекта даже при высоких нормах внесения (гипс — 100—150 т/га) из-за слабой их растворимости в щелочной среде.

Выбор того или иного химического мелиоранта определяют по реакции почвы после его внесения и обосновывают технико-экономическими расчетами. Кислоты и кислотообразующие вещества эффективны на почвах, содержащих карбонат кальция; в этих условиях подвижный кальций мобилизуется из него в виде хлорида и сульфата кальция и вытесняет натрий из поглощенного комплекса. Для устранения щелочной реакции на содовых солонцах с высоким значением pH (pH>9) применяют кислоты или кислые виды химических мериорантов. Дозы их устанавливают, исходя из необходимости замещения доли поглощенного натрия, превышающей 10% емкости поглощения.

В качестве основных мелиорантов применяют серную кислоту, серу и железный купорос.

Внесение серной кислоты на карбонатных солонцах приводит к образованию в почве гипса и углекислоты, которая способствует растворению карбонатов кальция и магния и вытеснению натрия из поглощающего комплекса. Применяют слабый (0,8—1%-ный) раствор серной кислоты. Образующийся легкорастворимый сульфат натрия вымывается промывной водой.

При внесении в почву серы последняя под влиянием серобактерий окисляется до серной кислоты, обеспечивая тот же эффект. Внесение железного купороса способствует образованию при кислом гидролизе свободной серной кислоты и гидрозакиси железа. Эффект от серной кислоты тот же; гидрозакись железа при взаимодействии с углекислотой окисляется в гидроокись, приобретая высокую энергию коагуляции почвенных коллоидов, что повышает агрегированность почвы. Железный купорос, вступая в химические реакции с содой, карбонатами и бикарбонатами кальция и магния, ускоряет вынос сульфатов натрия. Железный купорос по

сравнению с серной кислотой значительно улучшает структуру и водопроницаемость почвы.

Кислование включает следующие комплексы работ: подготовительные, планировку, нарезку промывных чеков, внесение химических мелиорантов, промывку почв.

Мелиоративный период включает три этапа:

строительство коллекторно-дренажной и оросительной сети, капитальную планировку, внесение химических мелиорантов и промывку почвы. После этого устанавливают степень рассоления почв и их пригодность под сельскохозяйственные культуры. Продолжительность этапа — до 2 лет;

выявление и устранение недостаточно мелиорированных участков под озимой пшеницей и люцерной, дальнейшее рассоление и рассолонцевание почвы за счет промывного режима орошения, подготовка и сдача земель пользователям. Продолжительность этапа — до 3—4 лет;

полное рассоление почвенно-грунтового слоя мощностью до 3 м (до УГВ), окультуривание и сельскохозяйственное использование земель с получением проектной урожайности (к 4—5-му году).

Технология работ по орошению, дренажу и планировке полей освещена в разделах по оросительным мелиорациям.

Конфигурацию и размер чеков устанавливают исходя из рельефа местности. При уклонах менее 0,005 чеки делают прямоугольными длиной до 200 м (по уклону) и шириной 50—70 м. Площадь чеков обычно 1—1,5 га, в благоприятных условиях (малая лесстрота засоления) — до 4 га. Разница в отметках между сторонами чека допускается не более 7—10 см.

После планировки почву рыхлят на глубину 50—100 см, прикатывают по трассам оградительных валиков до их нарезки, перепахивают. Оградительные валики нарезают высотой 0,7 м, шириной у основания 1,2 м валикоделателем, при этом одновременно трамбуют и закрепляют их откосы.

После нарезки чеков на каждом из них отбирают образцы почвы на глубину 1 м через 25 см в девяти точках, в одной из них — до УГВ для определения доз мелиорантов и промывных норм.

Дозу мелиоранта (S, т/га) рассчитывают по формуле

$$S = \frac{0{,}049\,(M - d)\,\gamma_{об} h}{n},$$

где M — сумма ионов HCO_3 и поглощенного натрия, мг·экв;
d — допустимое содержание поглощенного натрия, $d = 3$ мг·экв;
$\gamma_{об}$ — объемная масса почвы, г/см³;
h — мощность мелиорируемого слоя, см;
n — процентное содержание кислоты.

Для нейтрализации в метровом слое почвы 1 мг·экв щелочности и вытеснения из поглощающего комплекса почвы 1 мг·экв об-

менного натрия при использовании 100%-ной серной кислоты на разных почвах требуется серной кислоты (т/га): супесь, легкий суглинок — 6,37; средний и тяжелый суглинок — 6,62; глина — 6,86. При использовании железного купороса — соответственно 18,08; 18,77; 19,47 т/га.

При иной концентрации серной кислоты проводят пересчет с использованием коэффициентов:

Концентрация кислоты, %	100	98	95	92	90	88	85	83	80
Коэффициент	1,00	1,02	1,05	1,08	1,10	1,12	1,15	1,17	1,20

Потребность в серной кислоте определяют, исходя из максимальной степени засоления и солонцеватости почвы в чеке (по одному из девяти пунктов), потребность в железном купоросе — дифференцированно по каждому пункту. Ориентировочные значения следующие: серная кислота — 100 т/га, железный купорос — 280 т/га, промывная вода — 50 тыс. м³/га.

Серную кислоту доставляют переоборудованными автобензовозами и сливают в большегрузные (50—100 т) емкости, установленные на земляных насыпях высотой 0,5—1 м у оросительных каналов. В промывные чеки подают 0,8—1%-ный раствор кислоты, устанавливаемый дозатором ДСК-4. Разбавленную водой серную кислоту подают на поле по трубчатым водовыпускам за три — пять приемов.

Дефицит серной кислоты не позволяет ее широко использовать для химической мелиорации. Применение для этой цели отработанной серной кислоты не всегда допустимо из-за наличия токсичных или труднорастворимых примесей, могущих испортить почву. В последнее время предложена технология получения сернокислотного мелиоранта из диоксида серы, выбрасываемого в атмосферу промышленными предприятиями. Мелиорант более эффективен, чем серная кислота. Опыты в Ростовской области показали, что внесение 1—2% раствора мелиоранта в почву с последующей ее промывкой обеспечивает эффективное рассоление содово-засоленных почв.

Железный купорос на поле размещают кучами через 12—35 м в ряд, расстояние между рядами — 10—25 м. В куче не должно быть более 5 т мелиоранта. Его вносят роторным разбрасывателем РУМ-3. С верхним (30 см) слоем почвы мелиорант перемешивают роторным перемешивателем ПР-1. После этого почву рыхлят на глубину 50—100 см (бóльшая цифра — для тяжелых почв) и нарезают валики. После этого для глубокого проникновения растворов мелиорантов проводят рыхление почвы и щелевание на глубину 70—80 см.

Промывную норму ($М_{пр,}$) при кисловании почв (для слоя 10 см) рассчитывают по формуле

$$M_{пр} = \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 (X + X_1) \Pi_4 \pm 2000,$$

где Π_1 — коэффициент, зависящий от механического состава почвы: 0,5 — супеси и легкие суглинки; 1 — средние и тяжелые суглинки; 1,5 — грунты с прослойками глины; 2 — глины;

Π_2 — коэффициент, зависящий от УГВ; $\Pi_2 = 2{,}5$ при УГВ 3 м и $\Pi_2 = 6$ при УГВ 1,5 м;

Π_3 — коэффициент, учитывающий минерализацию грунтовых вод; при минерализации до 10 г/л $\Pi_3 = 1$;

X — содержание солей в мелиорируемом слое почвы, %;

X_1 — содержание солей, внесенных в почву с мелиорантами и образованных за счет обменных реакций, %;

Π_4 — коэффициент, учитывающий напорность грунтовых вод; при отсутствии напорности $\Pi_4 = 1$; при наличии — $\Pi_4 = 1{,}5$ и более.

Разовые промывные нормы принимают в пределах 3—3,5 тыс. м³/га (редко 4). Высота слоя воды в чеках не должна превышать 30—35 см. Промывку временно прекращают при повышении УГВ до 1,8—2 м; промывку начинают с середины междренного расстояния, в первую очередь промывают наиболее засоленные и тяжелые почвы.

Во избежание загрязнения подземных и поверхностных вод на землях с наличием гравия химические мелиоранты не применяют.

Для химической мелиорации засоленных карбонатных почв с очень низкой проницаемостью применяют соляную кислоту 0,5%-ной концентрации. Доза соляной кислоты для слоев почвы 0,5; 1 и 1,5 м составляет соответственно (т/га): 13—20, 27—34 и 47—54.

Первый этап химической мелиорации длится 6—7 месяцев, после этого возделывают озимую пшеницу и в течение 3—4 лет — люцерну.

Посев сельскохозяйственных культур проводят после полной нейтрализации соды в метровом слое почвы (pH 7,8—8,2), снижения концентрации поглощенного натрия и суммы солей по плотному остатку (за вычетом новообразованного гипса) соответственно до 3 мг·экв и 0,3—0,4%. Нормы высева повышают на 25%. Полив ведут напуском по широким полосам; дождевание и полив по полосам применяют после окончательного рассоления почвы.

Мелиорированные почвы в течение 10—12 лет после промывки содержат достаточно легкорастворимого фосфора и калия, поэтому перед посевом вносят только азотные удобрения.

Во второй период возделывают плодовые, а также овоще-бахчевые культуры. Затраты на химическую мелиорацию окупаются при возделывании плодовых за 3—4 года, овоще-бахчевых — за 5—6 лет.

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ МЕЛИОРАНТОВ

Для уменьшения плотности и соленакопления, повышения водопроницаемости и водоотдачи почвы, закрепления гумуса и борь-

бы с эрозией применяют различные химические вещества — химические мелиоранты, или структоры. Широкого практического применения этот способ мелиорации не получил из-за отсутствия пока надежных структоров: дешевых, стабильных и водопрочных, устойчивых к выщелачиванию, долговременно действующих и не влияющих отрицательно на природу.

Стабилизация почвенной структуры может быть достигнута применением азотсодержащих химических мелиорантов, мелиорантов на основе поликомплексов, а также извести (см. раздел «Известкование»).

Азотсодержащие химические мелиоранты — жидкий аммиак или мочевинно-формальдегидные конденсаты — вносят одновременно с глубоким рыхлением почвы на глубину 40—70 см. Мелиоранты обеспечивают хорошее оструктуривание почвы (изменяется агрегатный состав почвы, повышаются коэффициент фильтрации и влагоемкость, улучшается использование влаги растениями). При разложении мелиоранта азотсодержащие компоненты используются корнями растений как питательные вещества, при этом повышается интенсивность развития корней и урожайность культур.

Поликомплексы — высокомолекулярные вещества, которые получают путем смешения двух растворов компонентов поликомплекса одновременно с глубоким рыхлением. Образующийся при их смешении поликомплекс нерастворим в воде, что обеспечивает водопрочную структуру почвы. Срок сохранения мелиоративного эффекта глубокого рыхления при использовании поликомплексов составляет не менее 7 лет. Их рекомендуется применять на глинистых и суглинистых почвах, характеризующихся коэффициентом фильтрации менее 0,1 м/сут, при содержании физической глины (частиц диаметром менее 0,01 мм) 30% и более. Оструктуривание проводят при влажности разрыхляемого слоя почвы не выше 0,7 ППВ (примерно 25% по массе на глинистых почвах). Норма внесения рабочих растворов в зависимости от вида поликомплексов составляет 3600—4500 л/га.

Поликомплексы применяют двух видов:

на основе полимеров органического синтеза (полиакриловая кислота, водорастворимые полиэлектролиты, карбамидная смола);

на основе технических лигносульфонатов (растворы сульфатно-дрожжевой бражки и катионные электролиты, табл. 145).

Оптимальные расходы композиций поликомплексов для группы А составляют (% от массы воздушно-сухой почвы):

ПАК+КС-70—0,02—0,004;
Г-10+КС-70—0,02—0,07;
Г-10+ПДА-1—0,006—0,01;
Г-4+ПДА-1—0,006—0,01;

для группы Б:

СДБ+ПДА-1—0,086—0,041;

145. Исходные вещества для поликомплексов

Название вещества	Марка	Содержание основного вещества, %	Характеристика
А. Поликомплексы на основе полимеров органического синтеза			
Полиакриловая кислота	ПАК	30%-ный водный раствор	Слегка желтоватая вязкая жидкость
Карбамидная смола	КС-70	65—72	Малотоксичная, с малым содержанием формальдегида (0,16—0,8%) однородная суспензия желтого цвета
Полиэлектролит катионный	ПДА-1	30—38	Однородная вязкая жидкость желтого цвета
	Г-10	10—15	То же
	Г-4	8—16	Густая тестообразная масса
Б. Поликомплексы на основе технических лигносульфонатов			
Концентрат сульфатно-дрожжевой бражки	СДБ	50	Густая жидкость темно-коричневого цвета
Полиэлектролит катионный	ПДА-1	30/38	Однородная вязкая жидкость желтого цвета
	А-80	80—100	Порошок белого цвета, сыпучий, с величиной частиц 10—50 мм
	П-100	100	Масляная жидкость от светло-желтого до бурого цвета

СДБ + А-80—0,047—0,059;
СДБ + П-100—0,049—0,062.

Растворителем полимеров является вода.

Технология внесения поликомплексов разработана ВНИИВодполимер и ВНИИГиМ, рекомендации по их применению совместно с ГДР изданы в 1987 г.

На тяжелых переувлажненных землях прошел испытания разработанный ГрузНИИГиМ *поликомплекс СДБ-М* на основе лигниносодержащих отходов целлюлозно-бумажной промышленности (сульфатно-дрожжевая барда). В состав поликомплекса входят: СДБ, карбамидно-формальдегидная смола марки КФ-МТ и суперфосфат. Поликомплекс СДБ-М взаимодействует с поверхностями глинистых частиц, что способствует агрегатированию почвы за счет увеличения межмолекулярных сил взаимодействия между частицами и клеющей способности его компонентов.

Обработка почвы поликомплексом дозой 1% от массы почвогрунта способствовала образованию водопрочных агрегатов диаметром более 2 мм до 80%, повысила коэффициент фильтрации с 0,02 до 0,85 м/сут, при этом снизилась набухаемость почвы с 27 до 18% и липкость с 3,5 до 1,8 н/см^2. Урожай кукурузы повысился на 11—16%.

Внесение поликомплекса в почву осуществляется одновременно с ее рыхлением фрезерной машиной МНФ-500 на глубину 0,5—0,6 м. Для распределения структора по всей ширине обработки над фрезерующим барабаном смонтировано разбрызгивающее устройство. Поликомплекс готовят на месте в автоцистерне.

Применение СДБ-М позволяет улучшить почву, повысить эффективность работы дренажа и одновременно утилизировать ненужные отходы гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности.

Имеется опыт использования лигносульфонатов в качестве удобрений в дозах 4—20 т/га.

Для мелиорации тяжелых почв используют *пенопласты* на основе полистирола и мочевино-формальдегидных смол. Полистирольную пену (стиромуль) вносят в виде хлопьев или гранул размером 4—12 мм слоем 1—6 см и запахивают. Прибавка урожая достигает 30%. Стиромуль применяют в виде блоков для устройства закрытых собирателей при осушении.

При мелиорации песчаных почв для повышения их водоудерживающей способности применяют мочевинно-формальдегидные пенопласты, содержащие до 70% открытых пор, которые могут заполняться впитывающейся в почву влагой. Входящий в их состав азот при распаде пенопласта используется сельскохозяйственными растениями.

Для повышения водопроницаемости почв применяют *полиакриламид*. Внесение его в дозе до 450 кг/га на луговых солонцах повышает коэффициент фильтрации в 30 раз. Частично гидролизованный *полиакрилонитрил (К-4)* повышает водопроницаемость светло-каштановых почв в 6 раз.

Для закрепления гумуса и оструктуривания почвы УкрНИИ почвоведения предложил *органо-минеральный комплекс* следующего состава: железный купорос (60—80%), карбонат кальция (20—25%), хлористый кальций (4—6%) и медный купорос (0,4—0,6%). Норма внесения — 4,5—5,5 т/га, повышение урожая — на 20—40%.

Для задержания в почве воды после дождей и поливов эффективны мелиоранты на основе полимеров, обладающие высокой адсорбирующей способностью; после дождя их масса может увеличиваться в 30 раз, накопленная вода расходуется в соответствии с потребностями растений.

Особую группу составляют химические мелиоранты для уменьшения испарения с поверхности почвы. При этом экономится вода и ослабляется процесс соленакопления в почве. В качестве депрессоров испарения используют *поверхностно-активные вещества (ПАВ)* — отходы нефтеперерабатывающей промышленности, синтетические жирные кислоты, высшие жирные спирты и полимеры-латексы. Особенно эффективны последние, при внесении которых

на поверхности обработанных участков образуется пленка, при этом испарение снижается до 90% и более.

Полимерные мелиоранты эффективны для борьбы с эрозией: внесение их в дозе до 200 кг/га обеспечивает после смешения с почвой образование на ее поверхности корки, проницаемой для воды и воздуха. Они особенно эффективны при освоении пустынных земель, креплении берегов каналов и рек.

Для химической мелиорации почв, сформировавшихся на монтмориллонитовых породах с удельной поверхностью более 200 м²/г, применяют *водно-растворимый полимер К-9* в виде рабочего раствора 0,5%-ной концентрации. Его вносят дождевальными машинами в дозе 150 м³/га.

Раствор приготовляют в цистернах, оборудованных гидромешалками, из расчета 1 часть 10%-ного водно-растворимого полимера на 20 частей воды. После внесения полимера и подсыхания почвы проводится повторное боронование.

Одним из приемов химической мелиорации является **электромелиорация**. Пропуск постоянного электрического тока через засоленные и осолонцованные почвы как через электролит изменяет состав и структуру твердой фазы почвы и солевой состав почвенного раствора, повышает растворимость некоторых солей. Под влиянием электрического тока происходит коагуляция коллоидов, образование структурных агрегатов, растворение водонепроницаемых слоев. Почвы рассолонцовываются, резко повышается их водопроницаемость, уменьшается набухаемость. Применение электромелиорации позволяет ускорить в 3—4 раза промывку наиболее сложных почв и одновременно экономно (в 1,5—2 раза) использовать воду.

Для электромелиорации почвы катоды располагают в дрене, а аноды — на середине междренной полосы. Плотность тока составляет 0,5—1 мА/см², затраты электроэнергии — 2—8 тыс. кВт·ч/га.

Опыт применения электромелиорации имеется в Азербайджанской ССР и в Ростовской области.

13. Агролесомелиорации

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Агролесомелиорация — система мероприятий по борьбе с эрозией почвы, засухой и суховеями. Она включает создание защитных лесных насаждений на оврагах, балках, рекультивируемых и других землях, агротехнические, гидротехнические и организационно-хозяйственные мероприятия.

Комплексное выполнение противоэрозионных работ, включая почвозащитное земледелие, сохраняет и повышает плодородие почвы, ослабляет вредное воздействие засух, повышает урожайность сельскохозяйственных культур и продуктивность естественных кормовых и охотничьих угодий, а также улучшает природную среду. Под защитой лесных полос урожай зерновых культур в среднем на 4—6 ц/га выше.

Агролесомелиорации проектируют, как правило, в границах водосборного бассейна (иногда отдельного хозяйства), а на орошаемых и осушаемых землях — в пределах всей гидромелиоративной системы. Проектирование выполняют в два этапа: сначала разрабатывают схему (генсхему) агролесомелиоративных мероприятий области (края), республики и водосбора реки, а затем рабочий проект со сметой на защитные лесонасаждения. Агролесомелиоративный проект является составной частью проекта внутрихозяйственного землеустройства или проекта мелиоративного строительства. Составлению проекта предшествует изучение природно-хозяйственных условий территории и местного опыта лесоразведения, проведение почвенно-эрозионных, геоботанических, гидрологических, гидрогеологических и других изысканий, а также совместно с ними агролесомелиоративного обследования территории с описанием лесомелиоративных выделов.

На основе обследования принимают оптимальный вариант проекта по видам и структуре лесонасаждений, ассортименту пород, схемам смешения, агротехнике закладки и технологии их выращивания. В проекте обосновывают потребность в материалах, рабочей силе и механизмах, план выполнения работ, их экономическую эффективность и рентабельность с учетом снижения ущербов от эрозии, засух и суховеев, а также потерь земли под насаждениями.

Почвозащитный агрокомплекс на склоновых землях включает: контурное земледелие, почвозащитную водопоглотительную обработку почвы и другие приемы охраны почв.

Основным элементом агролесомелиорации являются лесные полосы. Полосные насаждения характеризуют следующие показатели:

конструкция лесополосы — продуваемые, ажурные и непродуваемые (плотные);

форма — простые одноярусные и сложные — двух- и трехъярусные;

состав насаждений определяет выделы;

способ посадки или посева — рядовой, гнездовой, шахматный и др.;

происхождение — искусственные и естественные, семенные и порослевые;

возраст — если главная порода различается на один класс или более (продолжительность класса возраста в лесной, лесостепной и степной зонах для всех пород, кроме тополя и ивы, составляет 10 лет, в сухостепной и полупустынной зонах, а также для тополя и ивы во всех зонах — 5 лет);

высота — если участки отличаются не менее чем на 20%;

степень сомкнутости крон — если общая сомкнутость деревьев без учета кустарников изменяется не менее чем на 20%;

ширина — если полосы различаются на одно или более междурядий;

рядность — при различии на один и более рядов.

К сложным относят насаждения, в которых средняя высота первого или второго яруса отличается от средней высоты следующего яруса на 20% и запас второстепенного яруса составляет не менее 30 м³/га при полноте не менее 0,3. Нижний полог выделяют как ярус, если его высота не менее $^1/_4$ высоты первого. Если высота нижнего яруса менее 4 м, его таксируют как подрост.

Выделы назначают, если насаждения различаются по участию древесных пород второго яруса в насаждениях на пахотных землях. При проектировании выделы выделяют в зависимости от лесорастительных условий почв, изменения минерализации грунтовых вод, засоренности или зараженности почв вредителями и т. п. Минимальный размер выдела при обследовании земель — 100 м по протяженности полос или 0,1 га по площади. Участки с сомкнутостью крон менее 0,3, а также вырубки относят к незанятым лесонасаждениями площадям.

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Выбор древесных и кустарниковых пород для защитного лесоразведения зависит от конкретных условий природно-хозяйственных зон. В соответствии с агролесомелиоративным районированием РСФСР выделены семь почвенно-биоклиматических областей (Русская равнина, Западная Сибирь и др.), каждая из которых

имеет зоны (лесная, лесостепная, степная и полупустынная) и районы.

Биологические свойства деревьев и кустарников характеризуются показателями их морозостойкости, засухоустойчивости, солевыносливости, требовательности к плодородию почвы, быстротой

146. Основной ассортимент древесных и кустарниковых пород для защитного лесоразведения (по ВНИАЛМИ, 1982)

Почвы	Рекомендуемые породы		
	главные	сопутствующие	кустарники
1	2	3	4
Центрально-Черноземная зона и правобережье Волги			
Серые лесные оподзоленные выщелоченные и типичные черноземы	Береза плакучая (бородавчатая), дуб черешчатый, ива древовидная, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополь (бальзамический, берлинский дельтовидный, китайский, осокорь), ясень обыкновенный	Вяз обыкновенный, груша лесная, клен остролистный и серебристый, липа крупнолистная и мелколистная, рябина обыкновенная, яблоня лесная	Акация желтая, бузина красная, бирючина, боярышник, клен татарский, лещина, лох, облепиха, смородина золотая, терн, шиповник
Обыкновенные и южные черноземы	Береза плакучая (бородавчатая), дуб черешчатый, ива чревовидная, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополь (бальзамический, берлинский), ясень обыкновенный	Вяз обыкновенный, груша лесная, клен остролистный, липа мелколистная, орех черный	Бирючина, клен татарский, боярышник, ирга, кизильник, лещина, облепиха, свидина, смородина золотая, терн
Северный Кавказ			
Типичные обыкновенные и южные черноземы	Акация белая, гледичия, дуб черешчатый, ива древовидная, орех грецкий, сосна (крымская, обыкновенная), тополь (бальзамический, берлинский, дельтовидный, пирамидальный, осокорь)	Груша лесная, клен (остролистный, полевой), явор, шелковица, липа крупно- и мелколистная	Алыча, бирючина, жимолость (обыкновенная, татарская), кизильник, облепиха, свидина, ирга, клен татарский, смородина золотая, скумпия

Продолжение

1	2	3	4
Темно-каштановые и каштановые	Акация белая, вяз приземистый, гледичия, дуб черешчатый, ива древовидная, сосна (обыкновенная, крымская), тополь (бальзамический, берлинский, дельтовидный)	Груша лесная, клен (остролистный, полевой), шелковица, вяз обыкновенный	Акация желтая, бирючина, жимолость татарская, ирга, клен татарский, скумпия, смородина золотая, тамарикс
	Заволжье		
Оподзоленные выщелоченные и типичные черноземы	Береза плакучая (бородавчатая), дуб черешчатый, ива древовидная; лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополь (бальзамический, берлинский, дельтовидный, осокорь, пирамидальный), ясень зеленый и пушистый	Клен остролистный, липа мелколистная, рябина обыкновенная, яблоня лесная	Бузина красная, жимолость татарская, ирга, клен татарский, свидина, сирень обыкновенная
Обыкновенные и южные черноземы	Береза бородавчатая, дуб черешчатый, ива древовидная, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, тополь (берлинский, дельтовидный, осокорь), ясень зеленый	Груша лесная, клен остролистный, липа мелколистная, рябина обыкновенная, яблоня лесная	Акация желтая, боярышник, бузина, жимолость татарская, ирга, клен татарский, лещина, терн
Темно-каштановые и каштановые	Береза бородавчатая, вяз приземистый, дуб черешчатый, ива древовидная, сосна обыкновенная, тополь (дельтовидный, осокорь, пирамидальный), ясень зеленый	Груша лесная, клен ясенелистный, ясень обыкновенный и зеленый	Акация желтая, бирючина, боярышник, жимолость татарская, ирга, лох узколистный, скумпия, смородина золотая, терн

Продолжение

1	2	3	4
	Правобережье Нижней Волги		
Темно-каштановые	Акация белая, береза бородавчатая, вяз приземистый, дуб черешчатый, ива древовидная, сосна обыкновенная, тополь	Груша лесная, клен (остролистный, полевой, ясенелистный), ясень (зеленый, обыкновенный), шелковица	Акация желтая, бирючина, боярышник, жимолость татарская, ирга, клен татарский, лох узколистный, скумпия, смородина золотая, терн
Светло-каштановые	Акация белая, вяз приземистый, гледичия, дуб черешчатый, ива древовидная, сосна обыкновенная, тополь	Груша лесная, клен ясенелистный, ясень (зеленый, обыкновенный)	Акация желтая, жимолость татарская, клен татарский, скумпия, смородина золотая, тамарикс

роста и возобновляемостью. В таблице 146 приведены основные виды насаждений, рекомендуемых для агролесомелиорации в различных зонах. В таблицах 147—149 охарактеризована долговечность древесных и кустарниковых пород для разных зон и типов почвы.

По лесопригодности в зависимости от степени солонцеватости почвы разделены на четыре группы:

1-я группа: несолонцеватые или слабосолонцеватые (каштановые и светло-каштановые) почвы вне комплексов или в комплексе с солонцами до 10%. До глубины 2 м отсутствуют водно-растворимые соли, грунтовые воды залегают глубоко (6—8 м). Лесорастительные свойства почв хорошие, кроме солонцовых.

2-я группа, каштановые и светло-каштановые, слабо- и среднесолонцеватые почвы с участием солонцов до 25%, солевые горизонты не глубже 15 м. Для посадки лесополос проводят предварительную мелиорацию солонцов.

3-я группа: солонцеватые и сильносолонцеватые светло-каштановые почвы, солонцы составляют 25—50%, местами солончаки и легкие бурые почвы. Легкорастворимые соли залегают глубже 1 м. Перед посадкой лесополос почвы мелиорируют.

4-я группа: бурые и светло-каштановые почвы тяжелого механического состава, засоленные, с участием солонцов более 50%, солончаки, глубокие пески. Перед посадкой лесополос проводят противосолевую мелиорацию.

Для защитного лесоразведения посадочный материал выращивают из семян, собранных в искусственных насаждениях или

147. Долговечность основных древесных пород защитных лесных насаждений европейской части СССР

(числитель — долговечность, лет; знаменатель — высота, м)

Порода	Массивы, государственные лесные полосы	Полезащитные полосы 2—5-рядные
1	2	3
Лесостепная зона		
Дуб черешчатый	90—100/22—25	75—85/16—18
Береза плакучая	65—80/21—23	65—85/19—22
Липа мелколистная	60—80/18—22	65—85/20—23
Вяз обыкновенный	60—65/20—23	45—60/17—20
Клен остролистный	60—75/18—20	60—70/18—20
Ясень:		
пушистый	60—70/18—20	65—75/18—20
обыкновенный	65—75/20—22	60—70/18—20
Степная зона		
Дуб черешчатый:		
на плато	40—50/15—16	45—55/14—15
в понижениях	50—60/17—19	55—65/16—18
Гледичия обыкновенная	60—75/15—18	65—80/18—22
Робиния лжеакация, акация белая	50—60/15—18	55—65/17—20
Вяз приземистый:		
на плато	35—40/10—12	40—45/11—13
в понижениях	45—50/12—15	45—55/14—16
Клен:		
остролистный	55—60/10—12	55—65/10—13
полевой	30—35/8—9	35—40/9—11
татарский	30—35/4—5	30—35/5—7
ясенелистный	30—40/5—6	35—45/8—10
Софора японская	45—50/10—12	50—55/12—15
Ясень:		
обыкновенный	55—60/10—12	55—65/10—13
ланцетный	35—45/7—9	40—45/9—11
Орех грецкий	45—60/10—14	50—65/12—15
Груша лесная	40—45/6—8	45—60/10—12
Абрикос обыкновенный	18—20/4—5	30—35/6—8
Шелковица белая	20—25/6—8	30—35/8—10
Береза плакучая	50—60/12—18	55—65/14—16

естественных лесах. При завозе семян учитывают допустимые границы переброски семян дуба и сосны в соответствии с рекомендациями.

В лесомелиоративных питомниках применяют в основном трехпольный севооборот: чистый или сидеральный пар, сеянцы первого года и сеянцы второго года выращивания. При выборе пород учитывают их хозяйственное значение.

148. Долговечность древесных пород в защитных насаждениях сухой степи и полупустыни европейской части РСФСР
(числитель — долговечность, лет; знаменатель — высота, м)

Порода	Группа лесопригодности почв	Массивы, государственные лесные полосы	Полезащитные полосы 2—5-рядные
1	2	3	4
Дуб черешчатый	1	35/9—10	32—35/8—9
	2	30—32/6—8	30—32/6—7
	3	8—12/3—4	8—12/3—4
	4	3—5/1,5—2	3—5/1,5—2,5
Вяз приземистый	1	28—30/9—11	30—33/11—13
	2	25—28/8—10	28—30/8—10
	3	13—15/5—6	15—18/6—7
	4	4—6/1,5	5—6/2
Вяз обыкновенный	1	28—30/7	30—33/8
	2	25—27/5—6	28—30/6
	3	14—16/4	15—18/4—5
	4	4—6/2—3	5—7/2—4
Абрикос обыкновенный	1	18—20/1,5	22—25/5
	2	15—17/3	18—20/3,5
	3	5—6/2	6—8/2
Ясень ланцетный	1	26—28/6—7	30—32/7—9
	2	23—25/4—5	25—28/6—8
	3	18—22/2,5	20—23/3—4
	4	5/1,5	5—7/1—1,5
Робиния лжеакация (акация белая)	1	30—35/9—11	35—37/10—13
	2	28—30/8—10	30—35/10—12
	3	15—18/4—6	18—20/5—6
	4	3—2/2	3—4/2
Клен ясенелистный	1	30—32/9—11	32—35/11—13
	2	25—28/8—10	28—30/9—11
	3	14—16/4—5	15—18/5—6
	4	3—4/1—2	3,5/1,5—2,5
Гледичия трехколючковая	1	30—33/8—10	33—37/12—13
	2	20—22/6—7	22—25/8—10
	3	3—4/1,5	5—7/2
Алыча (слива растопыренная)	1	14—16/3—3,5	18—20/3,5—4
	2	11—13/2,5—3	15—16/3
	3	5—7/2	7—9/2,5

149. Долговечность кустарников в сухой степи и полупустыне

Порода	Группа лесопригодности почв	Сухая степь		Полупустыня	
		долговечность, лет	высота, м	долговечность, лет	высота, м
Карагана древовидная (акация желтая)	1	35—40	3—4	33—35	3
	2	30—35	3	30—32	3
	3	15—18	2	12—15	2
	4	8—12	1,5	8—10	1,5
Смородина золотая	1	25—28	2—2,5	23—26	2—2,5
	2	25—28	2—2,5	23—25	2—2,5
	3	18—15	1,5—2	15—18	1,5—2
	4	5—7	0,6—1	5—7	0,6—1
Клен татарский	1	25—28	4—5	20—23	4
	2	18—22	3—4	15—20	3—4
	3	3—4	1	3—4	1
Тамарикс ветвистый	1	25	3,5—4	20—23	3—4
	2	22	3,0—3,5	22	3—4
	3	20	2,5—3	20	2—3
	4	12—15	1,5—2	12—15	1—2
Лох узколистный	1	15—18	4—6	15—18	4—6
	2	15—18	4—5	15—18	4—5
	3	13—15	3—4	13—15	3—4
	4	6—8	2	6—8	2
Скумпия кожевенная	1	24—26	4—4,5	20—23	4—4,5
	2	18—22	4	15—18	4
	3	13—15	3	12—14	3
	4	3—4	До 1	—	—
Жимолость татарская	1	18—20	1,5	15—18	1,5
	2	15—18	1,5	12—15	1,5
	3	10—14	1,0	8—10	1,0
	4	6—8	0,6	3—6	0,6
Ирга овалолистная	1	12—15	1,5	10—13	1,5
	2	10—12	1,0	8—10	1,0
	3	7—9	1,0	6—8	1,0
Боярышник	1	15—18	2,5—3	12—15	2,5—3
	2	14—16	2—2,5	10—12	2—2,5

ПОЛЕЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ ПОЛОСЫ

Лесные полосы размещают по возможности во взаимно перпендикулярных направлениях так, чтобы ограниченные ими земельные участки имели прямоугольную форму. Основные лесные полосы располагают поперек господствующих эрозионно опасных и суховейных ветров (отклонение не должно превышать 30°). Расстояние между основными лесными полосами не должно превышать более чем в 30 раз рабочую высоту взрослых древостоев; расстояние между вспомогательными полосами принимают до 2000 м (табл. 150).

150. Параметры полезащитных лесных полос

Почвы	Возможная высота взрослых древостоев, м	Расстояние между полосами — не более, м	
		основными	вспомогательными
Серые лесные, оподзоленные и выщелоченные черноземы	20—22	600	2000
Типичные и обыкновенные черноземы	16—18	500	2000
Южные черноземы	12—14	400	2000
Темно-каштановые и каштановые	8—10	350	1500
Светло-каштановые	6—8	250	1500

На легких почвах, во избежание эрозии, расстояние уменьшают. В зависимости от размещения полос площадь пашни, окаймленная ими, составляет 20—120 га.

Полезащитные лесные полосы применяют при уклонах местности не более 2°.

Конструкция лесополос оказывает влияние на снижение скорости ветра, а следовательно, на условия эрозии почвы, снегонакопления и испарения влаги. Наиболее эффективны продуваемые и ажурные лесополосы.

Лесные полосы продуваемой конструкции характеризуются крупными просветами между стволами (площадь просветов более 60%) и мелкими просветами в кронах (0—10%).

Ажурные полосы имеют мелкие просветы между стволами и в кронах суммарной площадью 15—33%, в непродуваемых конструкциях — 0—10%.

Продуваемые лесополосы рекомендуют для лесостепи и черноземной степи, Центральной черноземной зоны, Поволжья, Западной Сибири и Северного Кавказа, ажурные — в районах распространения каштановых почв Поволжья и в степных районах Северного Кавказа. Непродуваемые полосы не рекомендуются.

Полезащитные лесные полосы закладывают в три-четыре ряда, редко в пять рядов шириной до 15 м. Внутри полей севооборотов допускается применение двухрядных полос.

Лесные полосы бывают чистыми или смешанными. Чистые насаждения состоят из одной главной породы. При использовании медленнорастущих пород (дуб, сосна и др.) для ускорения действия лесополосы в опушечный ряд вводят быстрорастущую породу; на каштановых почвах в наветренный ряд вводят 20—35% низкорослых кустарников, чередуя их с древесными породами.

Смешанные насаждения из светолюбивых и теневыносливых древесных пород применяют в степных районах. Последние размещают в крайних рядах, а в трехрядных полосах высаживают через одно дерево главной породы.

Расстояния между рядами на серых лесных почвах и черноземах 2,5—3 м, на южных черноземах и каштановых почвах — 3—4 м, расстояние между сеянцами в ряду — 1,5—2 м. Для разных районов потребное количество сеянцев на 1 га лесной полосы составляет от 880 до 2700 шт. (табл. 151). Саженцы и черенки высаживают через 2,5—3 м.

151. Количество сеянцев на 1 ц при рядовой посадке, шт.

Расстояние между сеянцами в рядах, м	Расстояние между рядами, м				
	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
1,0	4000	3300	2900	2500	2200
1,5	2668	2201	1934	1668	1467
2,0	2200	1650	1450	1250	1100
2,5	1600	1320	1160	1000	880

Посадку (посев) лесных полос на подверженных ветровой эрозии землях проводят по раннему пару.

Лесные полосы создают диагонально-групповым (сеянцы размещают группами по три — пять растений, расстояние между группами в ряду 7—9 м), шахматным (расстояние в ряду 5—8 м, между рядами — 2 м), группово-рядовым и другими способами, при которых обеспечивается механизированный уход за почвой. Шахматный способ лучше использовать в засушливых районах (рис. 42, 43).

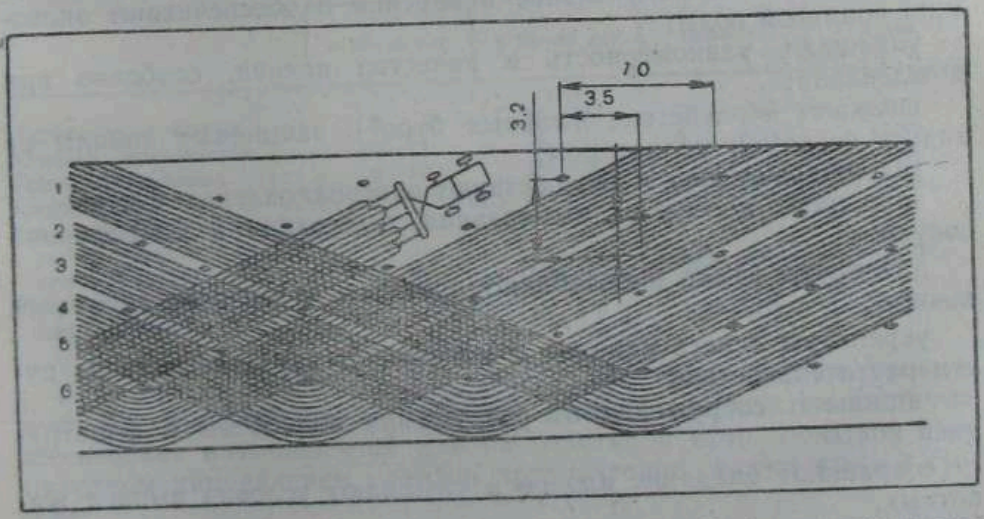


Рис. 42. Схема размещения гнезд древесных пород и обработка почвы в диагонально-групповой лесной полосе:

1—6 — продольные ряды

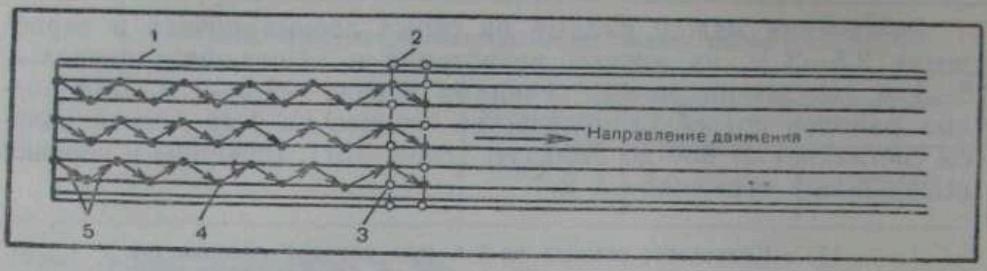


Рис. 43. Посадка лесных полос шахматным способом без предварительной маркировки:
1 — контрольная линия; *2* — мерный шест; *3* — лесопосадочная цепочка; *4* — место посадки; *5* — движение рабочих при посадке

За лесными полосами ведут постоянный уход и надзор, почву в рядах обрабатывают до смыкания крон деревьев — от 4—6 (в лесостепи) до 10—12 лет (в сухой степи). В состав работ по уходу входят культивации, осенняя безотвальная перепашка, ручные рыхления и прополки.

ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

Защитные лесные насаждения на орошаемых землях помимо основного назначения (борьба с эрозией) выполняют следующие функции:

уменьшают непродуктивное испарение и обеспечивают экономию поливной воды;

улучшают равномерность и качество полива, особенно при дождевании;

снижают воздействие пыльных бурь и защищают каналы от заноса песком и мелкоземом;

задерживают снег и способствуют влагонакоплению в почве;

защищают посевы от вымерзания, выдувания и атмосферной засухи;

дренируют земли и ослабляют процессы вторичного засоления почв;

укрепляют берега каналов и уменьшают зарастаемость их русел растительностью;

защищают сооружения от разрушения волнобоем и фильтрацией воды;

сокращают опадание плодов и улучшают условия выпаса животных;

служат кормовой базой для выращивания тутового шелкопряда, сырьем для деревообрабатывающей промышленности и др.

ПРИНЦИПЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Размещение лесных полос ведут одновременно с проектированием оросительной сети. Лесные полосы создают, как правило, вдоль постоянных каналов и лотковой сети, по границам полей севооборотов, вдоль постоянных дорог и других рубежей, во избежание мелкоконтурности. На крутых склонах (более 1,5—2°), подверженных водной эрозии, основные лесные полосы располагают поперек склонов по горизонталям или под небольшим углом к ним. Расстояние между основными лесными полосами на оросительных системах с поверхностным поливом колеблется в пределах от 450 (бурые пустынные и полупустынные почвы) до 500 (каштановые и сероземные почвы) и до 600 м (черноземные почвы). На рисовых системах с поливом затоплением расстояние соответственно составляет 600—700—800 м. При применении дождевальных и поливных машин расстояние между полосами должно быть кратным ширине захвата машин. Расстояние между поперечными лесными полосами принимают не более 2 км, а на песчаных почвах — 1 км.

В таблице 152 приведены расстояния между полосами в зависимости от типа почвы (для всех пород, кроме тополевых).

152. Предельные расстояния между продольными и поперечными орошаемыми лесными полосами

Почвы	Высота полос при орошении, м		Размеры полей, м	
	в 10—15 лет	в 20—30 лет	ширина	длина
Лугово-черноземные	12—14	20—25	650—850	1500
Южные черноземные	10—12	18—20	550—600	1500
Темно-каштановые	8—10	15—18	400—450	1000
Каштановые	6—8	12—14	350—400	1000
Рекультивированные южные черноземные и темно-каштановые	7—9	13—15	350—400	1000
Рекультивированные каштановые	6—7	10—13	300—350	1000

Лесные полосы вдоль внутрихозяйственной оросительной и коллекторно-сбросной сети размещают с одной стороны каналов для обеспечения возможностей для их очистки и использования. При широтном направлении каналов предпочтение отдают южной стороне.

Основные (продольные) лесные полосы создают преимущественно двух-трехрядные, поперечные — двухрядные (редко однорядные ветроломные).

153. Размещение лесных насаждений на оросительных системах

Элемент оросительной системы	Количество рядов в лесной полосе	Ширина лесной полосы, м	Расположение лесных полос относительно канала
Магистральные каналы и крупные коллекторы	⩾5—8	18—25	С двух сторон
Ветви магистральных каналов и межхозяйственные распределители	3	>10	С одной стороны
	2	6	С двух сторон
Внутрихозяйственные каналы	2—3	6—12	С одной стороны
Каналы коллекторно-дренажной сети	⩾2	⩾6	С двух сторон
	⩾3	⩾9	С одной стороны
Распределительные лотки	⩾2	⩾6	То же
Дороги	1—2	⩾3	С двух сторон
Пруды, водохранилища	⩾3	⩾20	По периметру
Границы орошаемого массива	⩾5	⩾15	—
Границы полей севооборотов, садов	2—5	⩾6	—

Схемы размещения лесных полос приведены в таблице 153 и на рисунках 44, 45.

Расстояние между продольными полосами устанавливают кратным ширине захвата применяемой поливной техники или в

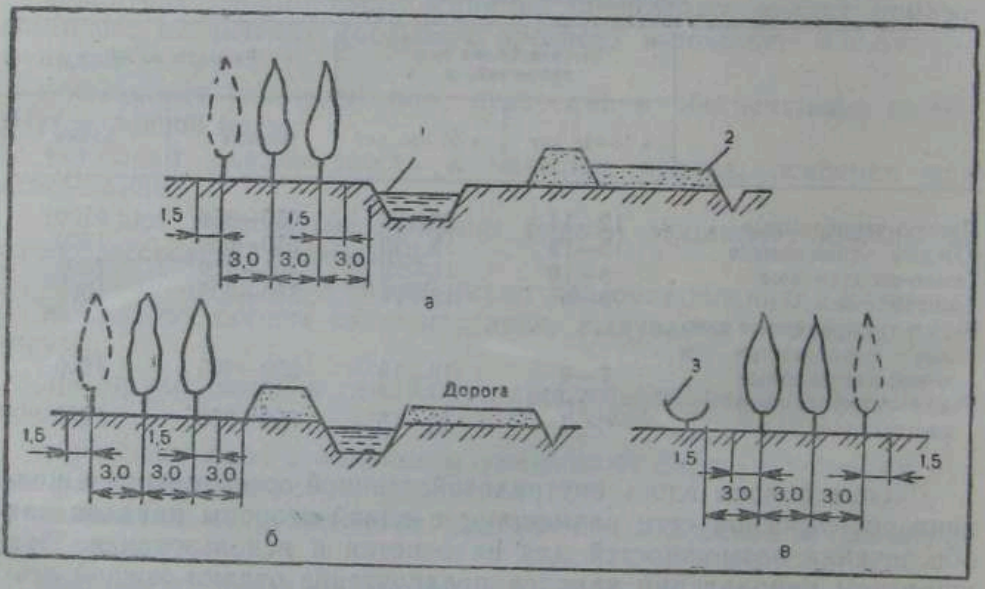


Рис. 44. Схемы размещения защитных лесных полос из древесных пород вдоль хозяйственных оросительных и коллекторно-сбросных каналов, лотковой сети и подземных трубопроводов:

а — вдоль канала в выемке; *б* — вдоль канала в полувыемке-полунасыпи (или в насыпи); *в* — вдоль лотковой сети или подземного трубопровода; *1* — канал; *2* — дорога; *3* — лоток

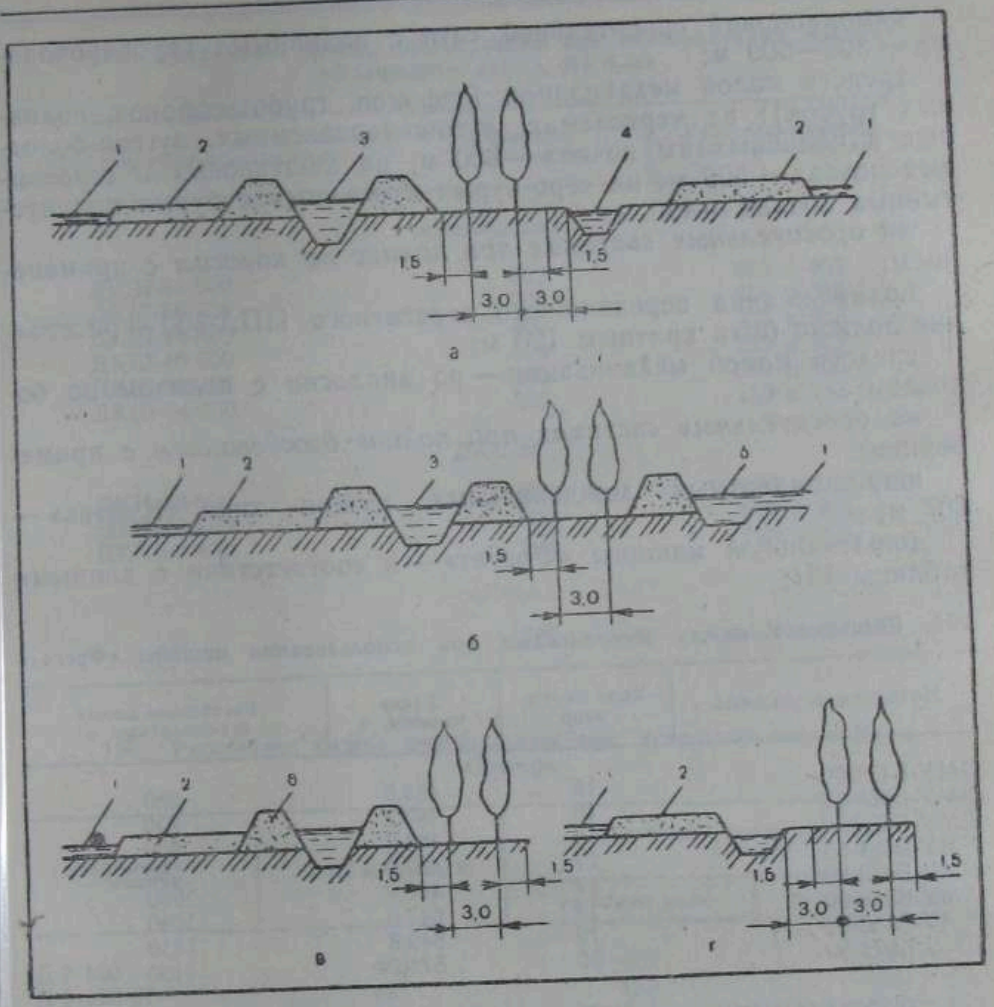


Рис. 45. Схемы размещения защитных лесных полос из древесных пород вдоль внутрихозяйственных оросительных и сбросных каналов рисовых оросительных систем (среди орошаемых земель):

а — вдоль хозяйственного распределителя в сочетании со сбросом; *б* — вдоль участкового (хозяйственного) распределителя в сочетании с оросителем-сбросом; *в* — вдоль участкового распределителя; *г* — вдоль обособленного участкового сброса; *1* — чек; *2* — дорога; *3* — оросительный канал; *4* — сбросной канал; *5* — ороситель-сброс; *6* — дамба

соответствии с конструктивными размерами специализированных внутрихозяйственных систем (например, рисовых):

на оросительных системах при поливе по бороздам с применением:

поливного колесного трубопровода ТКП-90 — 400 м;

поливальщика передвижного агрегатного ППА-165У — в зависимости от типа почв и кратным 100 м;

самонапорной оросительной сети с поливными трубопроводами — 300—500 м;

средств малой механизации (сифонов, трубок-сифонов, поливных трубок): на черноземах, лугово-черноземных, лугово-болотных и подобных им почвах — 600 м; на каштановых и сероземных почвах — 500 м; на серо-бурых пустынных и бурых полупустынных почвах — 450 м;

на оросительных системах при поливе по полосам с применением:

поливальщика передвижного агрегатного ППА-300 — расстояние должно быть кратным 120 м;

средств малой механизации — по аналогии с поливом по бороздам;

на оросительных системах при поливе дождеванием с применением:

широкозахватных дождевальных машин типа «Кубань» — 807 м;

дождевальной машины «Фрегат» — в соответствии с данными таблицы 154;

154. Расстояние между лесополосами при использовании машины «Фрегат»

Модификация машины	Количество опор	Длина машины, м	Расстояние между лесополосами, м
ДМУ-Б434-90	15	433,6	880
ДМУ-Б463-60	16	463,2	930
ДМУ-Б463-90	16	463,2	930
ДМУ-Б488-65	17	487,9	980
ДМУ-Б488-90	17	487,9	980
ДМУ-Б518-90	18	517,6	1040
ДМУ-Б542-90	19	549,3	1110
ДМУ-Б572-90	20	571,9	1150

дождевальных машин «Волжанка», «Ока», ДКН-80, «Днепр» — в соответствии с данными таблиц 155 и 156;

двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100МА и дождевально-поливного агрегата ДДПА-130/140 — кратным 120 м;

дальнеструйных дождевальных машин ДДН-70 и ДДН-100 — расстояние принимают в соответствии с принятой в проекте орошения схемой их расстановки и работы, оно должно быть кратно расстоянию между оросителями (табл. 157);

на рисовых оросительных системах — в зависимости от типов карт:

карта-чек с широким фронтом залива и сброса — 500—600 м;

карта кубанского типа — 300 м;

карта краснодарского типа — 400—1200 м;

карта дальневосточного типа — 600—1200 м;

закрытые рисовые системы — 300—400 м.

155. Расстояние между лесополосами при использовании машин «Волжанка», «Ока», ДКН-80

Модификация машины	Ширина захвата, м	Расстояние между лесополосами, м
	«Волжанка»	
ДКШ-64-800	800	409 и 405
ДКШ-56-700	700	359 и 355
ДКШ-48-600	600	305 и 305
ДКШ-40-500	500	259 и 255
ДКШ-32-400	400	209 и 205
ДКШ-24-300	300	159 и 155
	ДКН-80	
ДКН-80-600	600	309 и 305
ДКН-70-500	500	259 и 255
ДКН-60-400	400	209 и 205
	«Ока»	
—	800	409 и 405

156. Расстояние между лесополосами при использовании машины «Днепр»

Модификация машины	Длина машины, м	Расстояние между лесополосами, м	
		на одном поле	на смежных полях
ДФ-120	448	460	920
ДФ-120-01	421	433	866
ДФ-120-02	394	406	812
ДФ-120-03	367	379	758
ДФ-120-04	340	352	704

157. Кратность расстояния между лесополосами для машин ДДН-70 и ДДН-100

Машина	Трактор	Расстояние между оросителями (м) при технологических схемах							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
ДДН-70	ДТ-75	100	100	90	110	70	100	90	100
ДДН-100	Т-150; Т-150К	120	120	110	145	85	120	110	155
	Т-4А	120	120	110	145	85	120	110	155
	ДТ-75Б	110	110	100	130	75	110	100	130

При внутрипочвенном и капельном орошении размещение лесополос увязывают с организацией территории садов, виноградников и ягодников.

Расстояние между поперечными полосами определяют, исходя из сезонной нагрузки поливной техники и технологической схемы ее применения:

при поливе по бороздам и полосам — в соответствии с принятой в проекте их длиной;

при поливе дождеванием машинами «Кубань», «Волжанка», «Ока», ДКН-80 — в соответствии с сезонной их нагрузкой, принятой для данной зоны;

при поливе машиной «Фрегат» — по данным таблицы 154;

при поливе машинами ДДА-100МА, ДДПА-130/140, ДДН-70, ДДА-100 — исходя из принятой длины оросителя;

при поливе машиной «Днепр» — в соответствии с технологической схемой работы на одном или смежных полях и сезонной нагрузкой;

при поливе по чекам — в зависимости от конструкции карт (кратно их ширине):

карта краснодарского типа — 150—250 м;

карта-чек с широким фронтом залива и сброса — 160—200 м;

карта кубанского типа — 200 м;

карта дальневосточного типа — 100—120 м;

закрытые рисовые системы — 1000 м.

Водоохранные лесные насаждения для защиты магистральных каналов и их ветвей проектируют трехрядными с одной стороны и двухрядными — с другой. Вдоль одной стороны открытых коллекторов размещают лесополосы из трех рядов. Вдоль крупных магистральных каналов и коллекторов применяют лесополосы из четырех-пяти рядов с одной или обеих сторон.

При прохождении каналов вне орошаемых земель или по их границе лесополосы создают с опушкой из кустарников со стороны степи.

Крайний ряд насаждений вдоль каналов размещают на расстоянии не менее 3 м от подошвы дамбы или откоса выемки. При высоте дамбы (глубине выемки) более 3 м это расстояние увеличивают до 4—5 м. Первый ряд лесных насаждений размещают на расстоянии: от края лотка — 2,5—3 м, от трубопроводов — 2 м.

Расстояние между закрытыми дренами (коллекторами) и лесополосами принимают следующим:

Насаждения	Минимальное расстояние, м
Лиственные деревья	20
Хвойные деревья	30
Фруктовые деревья	7
Ольха, ива, шиповник, смородина	15
Кустарники других пород	10

Лесные полосы вокруг прудов (водохранилищ) включают, как правило, три пояса: первый, берегоукрепительный, размещают в зоне НПУ и в нижней части верхового откоса земляных плотин из двух-трех рядов кустарниковых ив; второй — между НПУ и ФПУ (форсированный подпорный уровень) — из тополей и древовидных ив; третий, противоэрозионный — выше ФПУ — из засухоустойчивых пород. В зависимости от крутизны берегов и склонов может отсутствовать второй или третий пояс. На сухом откосе плотины в нижней его части сажают древовидные ивы и тополя для биологического дренажа.

Лесополосы вдоль дорог размещают на расстоянии 2,5—3 м от бровки кювета. Размещение лесополос вдоль линий электропередачи и связи выполняют в соответствии с действующими нормативами по их строительству и эксплуатации.

На пересечениях лесных полос с хозяйственными дорогами устраивают разрыв шириной, равной полосе отвода под дорогу, с добавлением по 10 м с каждой стороны; при пересечении с полевыми дорогами — шириной 10 м.

Защитные лесополосы в питомниках, садах, виноградниках, на чайных, цитрусовых плантациях и орошаемых пастбищах размещают в виде сети взаимодействующих лесных полос: по внешним границам орошаемой территории — из двух-трех рядов, внутри орошаемой площади — из одного-двух рядов. Расстояние между первым рядом деревьев сада или других насаждений и лесополосой должно быть не менее принятой в саду (на плантации) ширины междурядья.

Неудобные земли среди орошаемых массивов используют под посадку тутовника, тополя, белой акации и других хозяйственно ценных пород.

Способы и технику полива защитных лесных насаждений предусматривают такими же, как и для орошаемых сельскохозяйственных угодий. Допускается создание дополнительной оросительной сети и применение поливной техники только для орошения лесополос.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСАДКИ И УХОДА ЗА ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯМИ

Лесные насаждения на орошаемых землях создают из быстрорастущих, долговечных и ценных пород (табл. 158). На засоленных землях и при неглубоком (1—2 м) залегании минерализованных грунтовых вод используют солеустойчивые древесные породы (акацию белую, гледичию, тополь Болле и Баховина, шелковицу белую и др.). При наличии необходимых условий в основные лесные полосы вводят орехоплодные и технические породы, во вспомогательные — плодовые породы. Кустарники высаживают в гра-

158. Основные древесные породы и кустарники для создания защитных лесных насаждений на орошаемых землях (по данным ВНИАЛМИ)

Агролесомелиоративный район	Главная порода	Сопутствующая порода	Кустарник
1	2	3	4
Центрально-Черноземные области	Тополь (бальзамический, берлинский, харьковский, китайский, пирамидальный * осокорь, башкирский, Мичуринец, «Максим Горький», пирамидальный * берлинский, Петровский), дуб черешчатый, береза повислая, ясень обыкновенный, ива древовидная, лиственница европейская	Клен остролистный, липа мелколистная, вяз обыкновенный, груша лесная	Смородина золотая и черная, бересклет европейский, ива, лещина
Северный Кавказ	Тополь (бальзамический, берлинский, канадский, пирамидальный * осокорь, пирамидальный, Болле, Камышинский), дуб черешчатый, акация белая, гледичия обыкновенная, орех грецкий и черный, ива древовидная, ясень обыкновенный	Клен (остролистный, полевой), вяз обыкновенный, шелковица, груша лесная, софора японская, абрикос, яблоня	Смородина золотая, жимолость татарская, клен татарский, лещина, ива, ирга обыкновенная, можжевельник, бирючина
Нижнее Поволжье	Тополь (канадский, бальзамический, пирамидальный * Вислицени, пирамидальный * осокорь — правобережье южнее Камышина, пирамидальный * берлинский, Мичуринец, «Максим Горький», пирамидальный * китайский — правобережье южнее Камышина, Болле камы-	Вяз обыкновенный, ясень ланцетный, клен остролистный и полевой, груша лесная	Смородина золотая, скумпия, ирга, айва японская и обыкновенная, клен татарский, ива, тамарикс, жимолость татарская

1	2	3	4
	шинский — правобережье южнее Камышина), ива белая и ломкая, дуб черешчатый, вяз приземистый, груша лесная — правобережье южнее Камышина, береза бородавчатая (на незасоленных почвах), акация белая (южнее Волгограда), сосна обыкновенная и крымская (на легких почвах)		
Среднее Поволжье	Тополь (бальзамический, берлинский, Мичуринец, «Максим Горький», пирамидальный * берлинский, Петровский), береза повислая, лиственница сибирская, ива древовидная	Клен остролистный, липа мелколистная, ясень пушистый, вяз обыкновенный	Смородина золотая, ирга, ива, жимолость татарская
Западная Сибирь	Тополь (бальзамический сибирский, лавролистный, Пионер, бальзамический * лавролистный, осокорь * душистый, осокорь * душистый канадский, береза повислая, лиственница сибирская, ива древовидная	Вяз обыкновенный, липа мелколистная, яблоня сибирская, рябина обыкновенная, клен татарский	Смородина золотая и черная, скумпия, ирга, облепиха, ива, спирея

Примечание. Знаком «*» обозначены гибридные формы видов.

ничных полосах, для защиты земель и каналов от заноса сорной растительностью и песком.

В лесостепи и северной степи под лесные полосы почву рыхлят на глубину 27—30 см, в южной степи и полупустыне — на 50—60 см; на насыпях и кавальерах — на глубину до 45 см без оборота пласта. На засоленных землях почву предварительно промывают и в течение 1—2 лет используют под посев культур-освоителей (риса, люцерны и др.). Для защитных лесных насаждений выбирают стандартные сеянцы, саженцы, укорененные черенки тополя, колья ивы или семена. Расстояние между сеянцами и черенками 1—2 м, между саженцами и кольями — 1,5—3 м.

В последние годы предложена технология создания полос с узкими (1,3 м) междурядьями для выращивания деревьев с пирамидальной кроной. Это обеспечивает экономию до 28% земли.

В степной и полупустынной зонах лесные полосы выращивают с применением орошения. В условиях РСФСР проводят послепосадочный полив. В первый год насаждения поливают 4—6 раз, во второй — 3—5, в последующие годы — 2—4 раза. Поливы прекращают, когда корни деревьев достигают капиллярной каймы (если вода пресная).

Поливная норма в первые 2 года не превышает 600 м³/га, в последующие годы ее увеличивают до 800 м³/га. Поливы лесных насаждений проводят в основном по бороздам; если на поле используют дождевание — дождеванием.

Уход за лесными полосами включает также боронование почвы (сразу после полива). В первые 2 года проводят четыре — шесть рыхлений почвы в рядах и междурядьях, в последующие годы количество рыхлений уменьшают и на пятый год доводят до одного-двух. Для борьбы с сорняками используют гербициды.

С целью создания лучших условий для роста главных пород и повышения их устойчивости проводят рубки ухода: первую — на пень (кустарников) — весной третьего года (редко второго года). Через 2 года после смыкания крон вырубают поврежденные или затеняющие главные породы деревья и кустарники, через 5—6 лет рубку повторяют, удаляя отставшие в росте и поврежденные деревья, обеспечивая сомкнутость деревьев второго яруса около 0,4. В аллейных посадках к 10—15 годам вырубают половину деревьев. К 20—30 годам полностью формируется структура лесных насаждений.

По данным ВНИАЛМИ, защитные лесонасаждения полностью окупают затраты на их создание за 3—5 лет. Каждый гектар лесной полосы дает более 400 руб. агролесомелиоративного дохода, прибыль от дополнительно собираемого урожая превышает 25 руб/га. Запас древесины в возрасте 20 лет составляет 400—500 (до 1000) м³/км насаждений.

ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ НА ОСУШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

На осушаемых землях защитные лесные насаждения необходимы, прежде всего, для борьбы с дефляцией (ветровой эрозией) почвы, водной эрозией на пойменных землях, для улучшения микроклимата и борьбы с заморозками, улучшения качества воды и условий ведения рыбного хозяйства, для защиты дорог и строений от снежных заносов, привлечения на поля полезных птиц и экологического обогащения ландшафта.

Принципы размещения защитных насаждений на осушаемых землях те же, что и на орошаемых. Лесные полосы располагают так, чтобы осушительные каналы были по возможности на теневой, а дороги на солнечной стороне. При осушении болот осваиваемые земли отгораживают плотными лесными полосами (или сохраняемой растительностью) для уменьшения влияния заморозков.

Применяют преимущественно ажурные и плотные лесополосы. Для посадки в зависимости от почв используют сосну обыкновенную, березу бородавчатую, тополь, иву, ольху черную. Ширина полос обычно до 10 м, расстояние между рядами — 2,5 м, на торфяных почвах — 1,5 м.

На осушаемых землях под посадку лесных полос отводят неудобные земли (гряды и острова среди торфяников и пр.), а также сохраняют наиболее ценные отдельные деревья и куртины леса и кустарника.

В районах, где дуют сильные ветры, приносящие холодный воздух на осваиваемые массивы, предусматривают ветрозащитные лесные полосы. Их формируют, где это возможно, за счет естественной древесной растительности при проведении культуртехнических работ. Рядом с ними закладывают искусственные лесные полосы, после вырастания которых естественные полосы выкорчевывают. Под прикрытием девственной растительности лучше развиваются культуры искусственных лесополос. Расстояния между основными полосами принимают около 200—250 м, параллельно им оставляют или закладывают промежуточные полосы через 100—125 м. Ширина основных естественных полос — 20 м, промежуточных — 10 м. Искусственные полосы закладывают поперек направления господствующих ветров из шести рядов, а промежуточные — из четырех, совмещая их по возможности с открытой осушительной сетью.

ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПАСТБИЩ. ЗООМЕЛИОРАЦИИ

Лесомелиоративные мероприятия на постоянных и отгонных пастбищах включают: пастбищезащитные лесные полосы, зеленые зонты, затишковые насаждения, пастбищные мелиоративно-кормо-

вые насаждения, защитные насаждения у ферм (животноводческих комплексов, кошар), озеленительные посадки у жилых зданий.

Пастбищезащитные лесные полосы и пастбищные мелиоративно-кормовые насаждения в аридных районах создают на постоянных пастбищах с легкими почвами. Применяют плотные (непродуваемые) трех-четырехрядные полосы шириной 9—12 м (до 15 м), расстояние между полосами принимают в зависимости от рабочей высоты деревьев — 50—200 м. Поперечные полосы создают в два-три ряда шириной 8—12 м через 1000 м. В основных лесополосах через 500—900 м предусматривают разрывы шириной 15—30 м — скотопрогоны. Для посадки используют саксаул черный и белый, вяз приземистый, смородину золотую, лох узколистный и другие породы, обладающие кормовой ценностью. Пастбищезащитные полосы повышают урожайность трав в 2—3 раза. В последние годы на пастбищах получают распространение саванные насаждения в виде одиночных деревьев и куртин.

Зеленые зонты из деревьев и кустарников закладывают для защиты животных и птицы от солнцепека, ветра, нападения хищ-

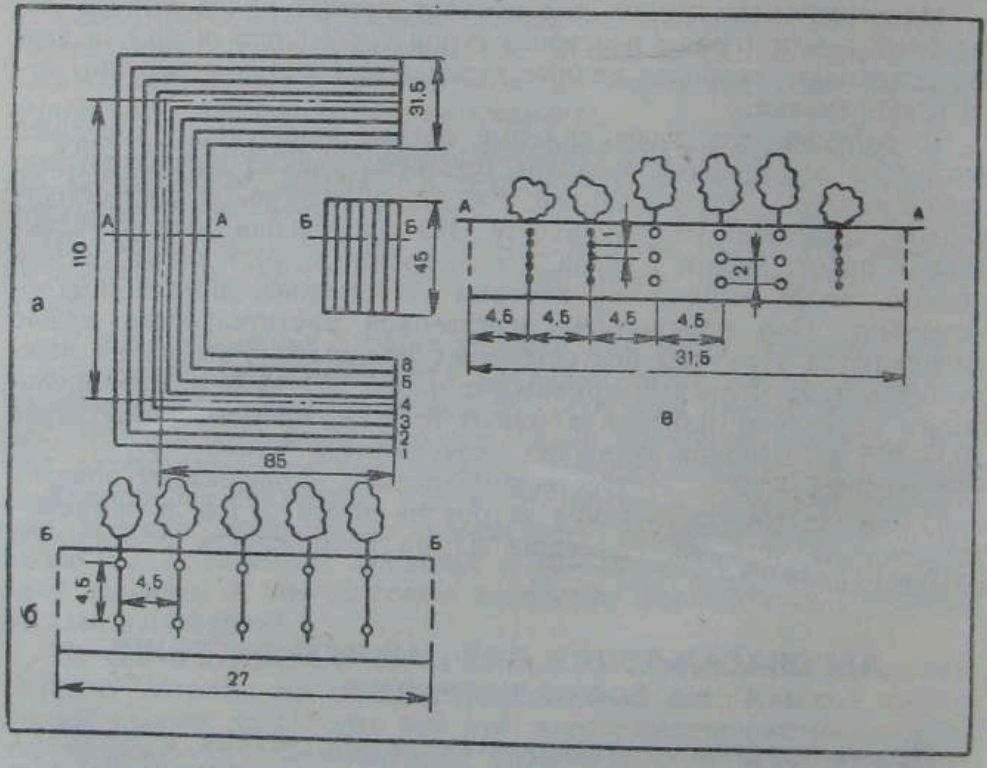


Рис. 46. Схема размещения затишковых лесных насаждений:
а — вид сверху; *б* — разрез по Б—Б; *в* — разрез по А—А

ных птиц (на молодняк), для отдыха животных (овцы, крупный рогатый скот). Их делают продуваемыми для животных и непродуваемыми для птицы и закладывают в понижениях рельефа, у водопоев площадью 0,5—1,2 га. Они слагаются из микрозонтов площадью 600—900 м² с 25—36 деревьями, разделенных ветровыми коридорами. Деревья в микрозонтах размещают через 4—6 м, кустарники — через 3—4 м. Один зеленый зонт обеспечивает размещение отары овец (600—1300 голов), гурта крупного рогатого скота (120—200 голов), 4—5 тыс. голов птицы (куры, индейки и др.). Зеленые зонты создают с использованием лесных пород (вяз приземистый, акация желтая, жимолость и др.), плодовых деревьев (яблоня, абрикос, груша и др.), ягодных кустарников (ирга, смородина золотая и др.), которые служат источником зеленой подкормки и витаминов.

Затишковые насаждения — плотные насаждения колкового типа, в виде П-образной лесной полосы (рис. 46) площадью 2—4 га. Они обслуживают пастбище в радиусе 3—5 км. Их создают в ложбинах, межбугровых понижениях с более плодородными и увлажняемыми почвами. Для затишков используют засухоустойчивые породы, которые размещают в пять-шесть рядов.

Защитные насаждения у ферм и других животноводческих помещений размещают от них на расстоянии 30—50 м с двух-трех сторон. Их создают в виде полос, состоящих из трех-четырех кулис из трех-пяти рядов шириной 10—20 м, с разрывами между ними 15—20 м. Для задержания снега, песка и пыли со стороны поля высаживают кустарники (лох, жимолость и др.). Применяют также быстрорастущие породы — белую акацию, клен ясенелистный, тополь белый и др.

14. Мелиорация овражно-балочных земель

ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ И МЕЛИОРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Мелиорация сильноэродированных овражно-балочных земель позволяет вовлечь их в интенсивное использование для производства кормов и лесосырьевой продукции и одновременно защитить сельскохозяйственные угодья от дальнейшей эрозии.

В состав мелиоративного фонда овражно-балочных земель входят гидрографическая сеть (ложбины, лощины, балки, овраги и пр.) и нижние части сильносмытых и размытых присетьевых склонов. Овраги занимают в стране более 6 млн. га. Площадь овражно-балочных земель превышает 80 млн. га. Овраги особенно распространены в средней полосе России, где занимают от 3 до 12% территории. Несмотря на проводимую мелиорацию, площадь оврагов только в европейской части страны увеличивается в среднем на 85 тыс. га в год.

Основу мелиорации составляют противоэрозионные мероприятия, которые выполняют в пределах овражно-балочной системы (ОБС) комплексно в тесной увязке с противоэрозионными мероприятиями, проводимыми на водосборном бассейне. Мелиоративный комплекс включает лесонасаждения, гидротехнические сооружения и фитомелиорацию с обеспечением условий для получения максимального противоэрозионного, хозяйственного и рекреационного эффекта.

После мелиорации овражно-балочные земли используют под лесами промышленного назначения, садами и виноградниками, кормовыми угодьями для домашних и диких животных, под плантациями для возделывания технических и лекарственных культур, под прудами и водоемами, а также в качестве рекреационных зон.

Степень пораженности земель оврагами определяют в зависимости от показателей расчлененности, овражности, плотности оврагов и напряженности оврагообразования. В таблице 159 приведены показатели по Среднерусской и Приволжской возвышенностям.

Для размещения приовражных и прибалочных лесных полос, распылителей стока, водоотводящих и водозадерживающих валов в состав гидрографического фонда включают в необходимых случаях мелиоративную полосу шириной 12,5—21 м. В условиях Среднерусской и Приволжской возвышенностей, по данным ВНИАЛМИ, мелиоративная полоса такого размера занимает в

159. Группировка балочных систем по степени пораженности оврагами (по данным ВНИАЛМИ)

Степень пораженности балок оврагами	Показатель			
	расчлененности (Р), км/км²	овражности (О), га/км²	плотности оврагов (П), шт/км²	напряженности овражкообразования, км/км
Среднерусская возвышенность				
Очень слабая	<0,15	<0,2	<1	<0,005
Слабая	0,15—0,6	0,2—0,9	1—4	0,005—0,15
Средняя	0,6—2,2	0,9—3,5	4—17	0,15—0,55
Сильная	2,2—9,0	3,5—14,0	17—67	0,55—1,25
Очень сильная	>9,0	>14,0	>67	>1,25
Центральная часть Приволжской возвышенности				
Очень слабая	<0,20	<0,44	<1,38	<0,04
Слабая	0,20—0,82	0,44—1,76	1,38—5,54	0,04—0,12
Средняя	0,82—3,28	1,76—7,04	5,54—22,16	0,12—0,36
Сильная	3,28—13,12	7,04—28,16	22,16—89,00	0,36—1,08
Очень сильная	>13,22	>28,16	>89,00	>1,08
Северная часть Приволжской возвышенности				
Очень слабая	<0,2	<0,4	<1,0	<0,01
Слабая	0,2—1,5	0,4—0,2	1,0—8,0	0,01—0,1
Средняя	1,5—4,0	2,0—5,0	8,0—25,0	0,1—0,2
Сильная	4,0—10,0	5,0—20,0	25,0—50,0	0,2—0,5
Очень сильная	>10,0	>20,0	>50,0	>0,5

среднем 3,3% от площади водосбора (от 2,4 до 4% в зависимости от степени пораженности оврагами).

Мелиоративно-хозяйственные мероприятия на овражно-балочных системах включают следующие работы:

заравнивание промоин на приовражных и прибалочных участках склонов с мелкобугристыми оползнями и другими неровностями и мелких оврагов глубиной до 1,5—2 м и их залужение;

выполаживание оврагов с устройством гидротехнических сооружений, предотвращающих новые размывы (лотков, быстротоков, шахтных водосбросов, перепадов и др.);

устройство распылителей стока и противоэрозионных гидротехнических сооружений (водозадерживающих и водоотводящих валов, канав, дамб-перемычек, донных запруд и полузапруд и др.);

отсыпку откосов на склоновых оврагах с несформировавшимся углом равновесия и подготовку их к залесению (прилегающих участков — к залужению);

создание приовражных (прибалочных) лесных полос и насаждений на отсыпанных откосах оврагов;

160. Соотношение площадей присетьевого и овражно-балочного фонда на примере Среднерусской возвышенности
(по данным ВНИАЛМИ)

Показатель	Степень пораженности земель оврагами				
	I	II	III	IV	V
Средняя площадь, га:					
балочных водосборов	295	605	634	598	491
овражно-балочных систем	53	111	102	101	63
мелиоративной полосы	7,1	14,3	19,5	19,3	19,3
Площадь мелиоративной полосы на присетьевом фонде (%), предназначенная под:					
залужение или сохранение в системе почвозащитных севооборотов	91,4	83,4	58,8	21,8	—
выращивание приовражных и прибалочных полос	7,42	14,32	35,02	65,49	83,34
выполаживание оврагов с последующим посевом трав	0,56	0,70	1,28	3,24	4,04
залужение межовражных выступов, объединенных в единый массив после выполаживания	0,56	0,70	1,28	3,24	4,04
строительство водозадерживающих и водоотводящих валов	0	0,77	3,38	5,71	7,40
устройство распылителей стока	0,06	0,11	0,24	0,52	1,18
Площадь овражно-балочных земель (%), предназначенных под:					
залужение	91,0	85,0	65,0	36,92	10,06
лесомелиоративные работы	9,0	14,6	34,53	61,8	83,04
из них на:					
напашных террасах и бороздах	7,0	12,7	14,2	8,3	10,97
нарезных террасах	—	—	12,13	17,84	25,97
межовражных выступах	1,99	1,63	5,0	28,5	40,6
донных участках	—	—	2,80	4,0	6,0
откосах оврагов III—IV стадий	—	0,18	0,60	2,47	3,0
откосах оврагов I—II стадий	—	0,10	0,30	0,69	1,5
строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений	—	0,20	0,27	0,69	1,90
Общая площадь земель, вовлеченных в противоэрозионный комплекс, % к площади водосбора	20,37	20,71	19,16	20,10	17,10

161. Категория овражно-балочных земель для комплексного мелиоративного освоения

Категория	Краткая характеристика	Почвенно-лесорастительные условия	Примерный процент отдельных категорий площадей на овражно-балочных системах различной степени пораженности оврагами					Мелиоративно-хозяйственные мероприятия	Ориентировочный лесорастительный эффект
			очень слабая	слабая	средняя	сильная	очень сильная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Приовражные и прибалочные участки крутизной до 8°	Участки всех экспозиций, подверженные интенсивному смыву и размыву, с преобладанием средне- и сильносмытых почв	—	—	—	—	—	В необходимых случаях создание приовражных и прибалочных лесных полос или буферных полос залужения. Устройство распылителей стока, водозадерживающих и водоотводящих валов, дамб-перемычек, выполаживание оврагов	Находится в прямой зависимости от степени смытости почв. Ассортимент пород суживается по мере увеличения степени смытости
2	Склоны (берега) балок крутизной до 12° (20°)*, встречаются промоины и мелкие овраги глубиной до 2 м. От-	Участки преимущественно теневых экспозиций с хорошо развитыми зональными или намытыми гумусированными почвами	47—51	40—46	28—39	19—27	16—18	Коренное улучшение земель посевом многолетних трав	Равен или несколько выше, чем на несмытых зональных почвах водоразделов и водораздельных склонов

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	дельные участки склонов подвержены оползневым процессам								
3	Склоны (берега) балок крутизной до 12° (20°)*, встречаются промоины и мелкие овраги	Участки всех экспозиций с преобладанием неразвитых или средне- и сильносмытых почв	2—4	5—6	7—12	13—18	19—23	Создание лесонасаждений по полосам, двухотвальным бороздам и напашным террасам	Равен несмытым почвам водоразделов с колебаниями в ту или другую сторону в зависимости от типа древесной породы
		Участки преимущественно теневых экспозиций с преобладанием слабо- и среднесмытых почв	23—24	20—22	15—19	3—14	<3	Полосное поверхностное улучшение земель лугопастбищного фонда	То же
4	Склоны (берега) балок крутизной 20 (12°)—35° с промоинами и мелкими оврагами (до 2 м)	Участки всех экспозиций с преобладанием неразвитых или средне- и сильносмытых, а также мергелистых и щебнистых почв	2—5	6—12	13—20	21—26	27—33	Создание лесонасаждений по нарезным террасам. Промоины и мелкие овраги засыпают при террасировании	Несколько ниже, чем у несмытых зональных почв водоразделов. При близком залегании плотных пород лесорастительный эффект находится в зависимости от глубины залегания мела, известняка, опоки и др.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Короткие отрезки склонов (берегов) балок крутизной до 25°, межовражные части присетевых склонов, прилегающие к бровке гидрографической сети площадью менее 0,5 га, не используемые в сельском хозяйстве, крупнобугристые оползни	Участки всех экспозиций с зональными, в разной степени смытыми и неразвитыми почвами	<2	2—4	5—8	9—12	13—15	Создание лесонасаждений площадками, подготовленными тракторными агрегатами или по конным полосам-террасам; на отдельных оползневых участках возможно нарезное террасирование	Находится в зависимости от преобладания в комплексе той или иной почвы, экспозиции (на межовражных выступах) и влагообеспеченности
6	Широкие донные участки балок с устойчивым или слабо выраженным руслом водотока	Участки с хорошим задернением и мощными намытыми гумусированными почвами	21—19	18—15	9—14	6—8	2—5	Коренное или поверхностное улучшение земель посевом трав в сочетании с насаждениями-илофильтрами	Значительно выше, чем на несмытых зональных почвах водоразделов ввиду близкой к оптимальной влагообеспеченности почв и ежегодного отложения гумусированных частиц

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Донные участки балок с блуждающим руслом водотока и выраженным микрорельефом	Участки со слабогумусированными или сильнощебнистыми почвами, а также (при выклинивании грунтовых вод) с переувлажненными почвами	—	—	<1	1—3	8—5	Создание насаждений-илофильтров, устройство простейших донных гидротехнических сооружений	В связи с разной влагообеспеченностью, гумусированностью, щебнистостью может варьировать в больших пределах. С усилением переувлажнения ассортимент ограничивается породами, переносящими заболачивание
8	Откосы оврагов в стадии устойчивого равновесия крутизной до 35—40°	Задерневшие (слабо и средне) откосы всех экспозиций без обнажения каменистых пород	<1	<1	1—3	3—6	3—6	Создание лесонасаждений из засухоустойчивых и корнеотпрысковых пород по площадкам-террасам	Значительно ниже, чем на склонах балок (категории 3—4), и в большой степени зависит от экспозиции откоса и состава материнских пород
9	Действующие овраги с невыработанным профилем равновесия	Неустойчивые откосы оврагов, прорезающих рыхлые отложения, обнажения	<1	<1	1—3	3—5	6—8	Лесомелиоративные работы проводят после завершения мероприятий по пре-	Невысок и находится в зависимости от состава материнских пород, экспози-

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		известняка, мела и твердых горных пород						дотвращению роста оврагов; создание лесонасаждений посевом семян. В отдельных случаях — выполаживание откосов оврагов с последующим мелиоративным освоением	ции и интенсивности процессов осыпания и оползания откосов. Ассортимент пород ограничен
10	Донные участки оврагов с невыработанным профилем равновесия, а также конусы выноса оврагов	Отложения несортированных наносов	<1	<1	<1	1—3	1—3	Создание насаждений-илофильтров и строительство гидротехнических сооружений	Зависит от мощности, гумусированности и влагообеспеченности намытых почв. Ассортимент ограничен породами, переносящими интенсивное засыпание или заиление корневой шейки

* Данные мероприятия на склонах (берегах) до 20° проводят крутосклонной техникой, до 12° — обычными сельскохозяйственными машинами и агрегатами.

выращивание береговых и донных насаждений на гидрографической сети, залужение пологих берегов и донных участков балок;

строительство водоемов, дорожной сети и организацию рекреационных зон.

Последовательность выполнения работ на ОБС примерно соответствует порядку данного перечня.

Распределение фонда овражно-балочных земель по видам мелиорации приведено в таблице 160.

Противоэрозионную мелиорацию начинают весной с заравнивания промоин и мелких оврагов (глубиной до 2—3 м), отведенных под лесные полосы, а также берегов балок крутизной до 12°. Далее выполаживают склоновые овраги глубиной до 5 м, сооружают водоотводящие и водозадерживающие валы, дамбы-перемычки и другие гидротехнические сооружения. В то же время, в начале лета, до ливневых дождей проводят лугомелиоративные работы на берегах и широких донных участках балок. Лесомелиоративные работы проводят в летне-осенний период.

Овражно-балочные системы для комплексного мелиоративного освоения в зависимости от интенсивности проявления современных эрозионных процессов, степени смытости и развитости почв, а также крутизны берегов и склонов разделены ВНИАЛМИ на десять категорий (табл. 161).

КРЕПЛЕНИЕ ВЕРШИН, ВЫПОЛАЖИВАНИЕ И ЗАСЫПКА ОВРАГОВ И БАЛОК

Заваливание вершин оврагов — простейший способ борьбы с действующими оврагами и с размывом берегов. Для этого используют навоз, солому, мусор. Вначале вершину оврага целесообразно срезать под углом 20—25° и сделать желобообразную выемку, а после завалить толстым слоем (более 50—60 см) соломы или другого материала, пополняя завал ежегодно.

Закрепление вершин оврагов дерном проводят следующим образом. Сначала их срезают бульдозером под уклон не более 5—6° на ширине 3—5 м, формируют желобообразный водоток, который покрывают растительным слоем толщиной не менее 30 см. Затем на этот слой настилают дерн, который присыпают землей, затеняют соломой и поливают. За летний период дернина становится устойчивой.

Полное выполаживание применяют на оврагах, в которые благодаря применению гидротехнических сооружений и обвалованию вода не поступает.

Выполаживание крутых берегов проводят под углом 12—15°. Его начинают с устья оврага: бульдозером сдвигают грунт с обоих откосов в овраг, после чего со второго участка перемещают

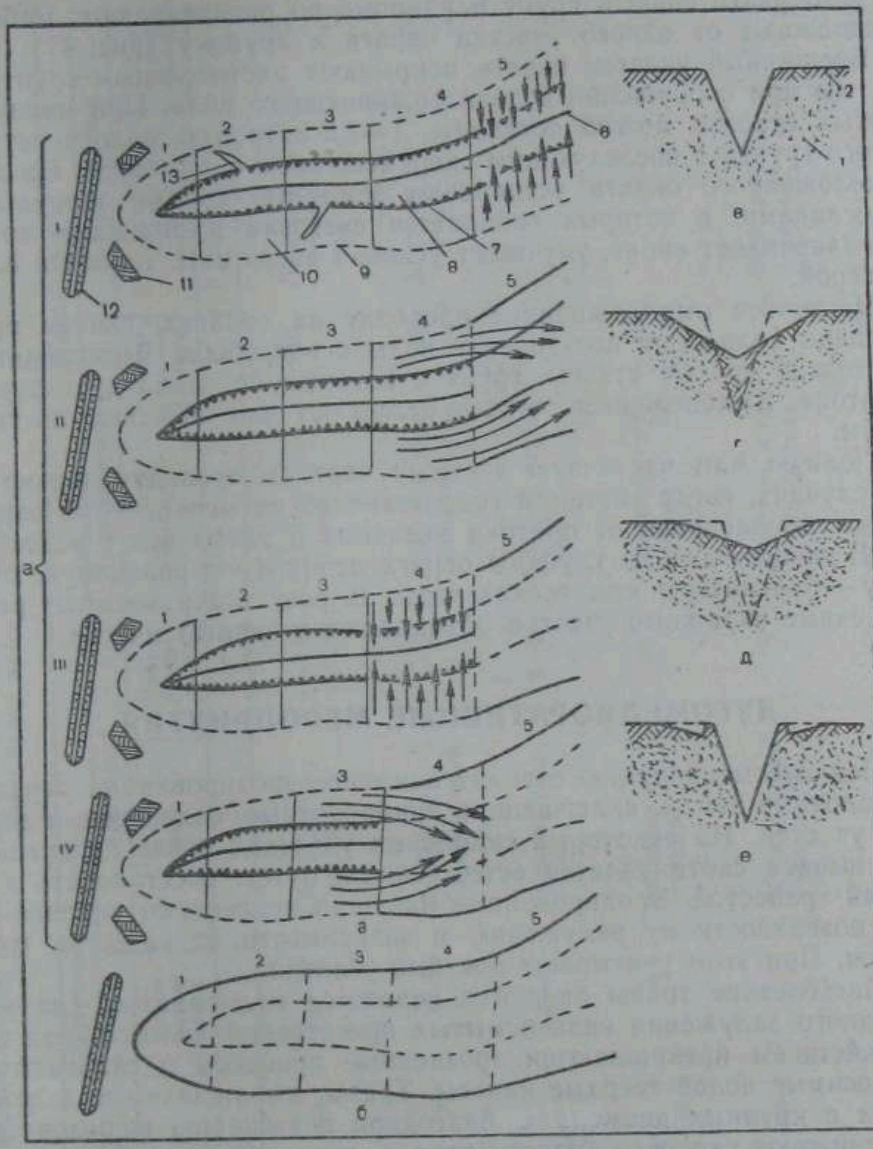


Рис. 47. Технология выполаживания оврагов. План оврага до (*а*) и после (*б*) выполаживания (I, II, III, IV — последовательность операций при выполаживании оврага):

1—5 — номера рабочих участков; *6* — устье; *7* — бровка; *8* — русло оврага; *9* — граница полосы среза; *10* — полоса среза; *11* — водоотводное сооружение; *12* — резерв; *13* — мелкие промоины; стрелками показано направление движения бульдозера; *в* — поперечный разрез оврага до выполаживания; *г* — во время срезки и перемещения породы в овраге; *д* — после выполаживания; *е* — после срезки гумусового слоя и перемещения его на 1-й участок; *1* — гумусовый слой почвы; *2* — подстилающий слой

на него растительный грунт и равномерно распределяют. Работу продолжают от одного участка оврага к другому (рис. 47).

Вершинный участок оврага покрывают растительным грунтом, снятым при сооружении водозадерживающего вала. При наличии крутых откосов можно оставлять 1—1,5-метровую полосу нетронутого грунта с последующим перемещением его в овраг. На дне выположенного оврага устраивают земляные донные запруды с водосливами, в которых собирается снеговая и дождевая вода. Это закрепляет овраг, улучшает условия роста ивы, тополя и ольхи серой.

Частичное выполаживание проводят на оврагах, где не прекращено полностью поступление воды с водосбора. Выполаживают только крутые откосы, грунт с которых не заваливает русло водотока. Выположенные откосы залужают или облесяют по террасам.

Полную или частичную засыпку оврагов проводят только в тех случаях, когда системой гидротехнических мероприятий овраг полностью защищен от притока ливневых и талых вод с водосбора. В зависимости от глубины оврага используют различную технику — бульдозеры или экскаваторы. В результате засыпки разрозненные овражные участки объединяют в единый массив.

ЛУГОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Под лугомелиорацию отводят наименее эродированные овражно-балочные земли, включающие прибровочные, склоновые и донные участки. На некоторых склоновых участках после прекращения выпаса скота удается естественным путем восстановить хороший травостой. Эродированные площади подвергают коренному или поверхностному залужению в зависимости от качества травостоя. При этом учитывают местные условия.

Многолетние травы являются основным мелиорантом для ускоренного залужения сильносмытых присетьевых склонов, под их воздействием прекращаются эрозионные процессы и отлагаются приносимые водой твердые наносы. Травы, выращиваемые в ложбинах и крупных промоинах, благодаря повышению шероховатости снижают скорость водного потока, скрепляют корнями почву и предотвращают размыв. Травы на гидрографической сети препятствуют размыву берегов, укрепляют откосы. Около гидротехнических сооружений для повышения их устойчивости проводят одерновку.

Многолетними травами засевают берега и склоны балок, слабо подверженные смыву, а также мелкобугристые оползни. Иногда здесь размещают культурные пастбища с нормированным выпасом скота. Для посева трав проводят сплошную подготовку почвы на берегах шириной до 30 м или по полосам шириной 10—20 м. Се-

162. Примерный состав травосмесей и нормы высева семян при лутомелиорации берегов и днищ балок, кг/га

Местоположение	Лесостепной район				Степной район			
	Среднерусский		Заволжский		Среднерусский		Заволжский	
	Трава	Норма высева семян	Трава	Норма высева семян	Трава	Норма высева семян	Трава	Норма высева семян
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Берега балок теневой экспозиции	Кострец безостый	10—12	Кострец безостый	10—12	Эспарцет песчаный	50	Люцерна синегибридная	15
	Овсяница луговая	3—10	Житняк ширококолосый	6—8	Люцерна синегибридная	10	Кострец безостый	20
	Люцерна желтая	4—6	Люцерна желтая	4—5	Кострец безостый	12		
	Клевер луговой	4	Эспарцет песчаный	30	Овсяница луговая	10		
Берега балок солнечной экспозиции	Кострец безостый	10	Житняк ширококолосый	8	Люцерна желтогибридная	8	Эспарцет песчаный	50—60
	Житняк ширококолосый	5	Эспарцет песчаный	50	Кострец безостый	12	Кострец безостый	10

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Эспарцет песчаный	30			Житняк широколосый	5	Житняк широколосый	7—8
	Люцерна желтая	4—5			Пырей бескорневищный	8		
Суходольное дно балок	Кострец безостый	10	Люцерна желтогибридная	10	Кострец безостый	12	Кострец безостый	10
	Овсяница луговая	8	Житняк широколосый	10	Люцерна желтая	6	Пырей бескорневищный	8
	Люцерна желтая	6—7					Люцерна желтая	6—7
Увлажненное дно балок	Кострец безостый	10	Кострец безостый	10	Кострец безостый	10	Кострец безостый	10
	Тимофеевка луговая	6	Пырей бескорневищный	8	Пырей бескорневищный	3	Пырей бескорневищный	8
	Клевер луговой	4	Люцерна желтая	4	Люцерна желтая	4	Клевер луговой	4
	Клевер гибридный	3—4	Клевер луговой	3—4	Клевер луговой	4		

мена высевают зернотравяными сеялками с внесением удобрений и прикатыванием. Для улучшения естественных травостоев их фрезеруют.

При фитомелиорации овражно-балочных земель важно правильно выбрать ассортимент трав и технологию их применения (табл. 162).

Для крепления рыхлых осыпей у подножий крутых эродированных берегов и откосов оврагов применяют травосмеси из костреца полевого, лапчатки гусиной и других трав. Конусы выноса засевают травами, устойчивыми к заилению и переувлажнению (кострец безостый, овсяница луговая, райграс пастбищный, лядвенец рогатый, клевер ползучий и др.).

Для северных лесостепных районов рекомендован метод ускоренного залужения травами с применением многолетнего люпина. Его возделывают в чистых посевах и в сочетании с другими травами. Люпин высевают на откосы одновременно или после закрепления оврагов гидротехническими сооружениями весной, с бровки оврага вразброс нормой высева семян 35—40 кг/га. Его используют также и для подготовки земель к последующему облесению.

На присетьевых склонах и берегах балок люпин используют как предварительную культуру 3—4 года для последующего их залужения. В конце лета под его покров высевают кострец безостый, овсяницу красную, люцерну желтую, лядвенец рогатый. Там же применяют люпино-злаковые травосмеси, состоящие из райграса высокого, овсяницы луговой, ежи сборной и тимофеевки луговой по ранней зяблевой вспашке с подсевом весной однолетнего кормового люпина.

На Каневской ГЛМС вершины и крутые откосы оврагов закрепляют многолетними травами из корнестержневых и корневищных растений с участием мятлика, лисохвоста лугового, полевицы белой, чины луговой, люцерны желтой.

В Предуралье успешными оказались опыты с посевом вразброс донника белого на южных откосах и эспарцета песчаного на теневых склонах.

ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ. ТЕРРАСИРОВАНИЕ СКЛОНОВ

Комплекс лесомелиоративных мероприятий включает посадку прибалочных и привражных лесных полос, овражно-балочных насаждений, лесных полос вокруг прудов и дорог.

Выбор лесокустарниковых пород зависит от категорий лесомелиоративного фонда, климатических и почвенных условий района. Посадку лесных насаждений увязывают с комплексом проти-

воэрозионных мероприятий на гидрографической сети и на водосборной площади (см. табл. 160).

На привражных и прибалочных берегах и склонах крутизной до 8° лесные полосы закладывают от бровки гидрографической сети, при этом промоины и мелкие овраги глубиной до 3 м засыпают или полосы создают выше размывов. В местах пересечения с крупными лощинами обязательно устраивают водозадерживающие валы со шпорой и водообходы, на действующих оврагах ниже лесной полосы — распылители стока или водоотводящий вал.

При засыпке мелких оврагов перед привражной полосой устраивают водоотводящий вал или нагорную канаву, ниже — водозадерживающий вал. Почву перепахивают обычно на глубину до 40 см всвал, на целинных участках — полосами шириной 1,5 м с оставлением необработанных лент шириной 1 м для предотвращения размыва почвы. На участках с интенсивной эрозией плугом ПКЛ-70 делают прерывистые борозды глубиной 8—12 и шириной 70 см. Сеянцы сажают лесопосадочной машиной (ЛМГ-2 и др.), междурядья обрабатывают культиватором КОН-2,8 и др.

На берегах гидрографической сети крутизной до 20° с сильно- и среднесмытыми почвами лесные полосы создают по двухотвальным бороздам (плугами ПКЛ-70 и др.), а также на полосах (плугами ПЧС-4-35 или рыхлителями РН-40) или по напашным террасам после засыпки промоин и выполаживания мелких оврагов.

Напашные террасы шириной 2—2,5 м на склонах до 12° делают навесными или прицепными четырех- или пятикорпусными плугами за два — четыре прохода, при склонах 12—20° — за пять — семь проходов. В степной зоне напашные террасы шириной 3,5—4 м устраивают плугами ППЧ-50А. На второй год проводят безотвальное рыхление и двукратную культивацию террас, на третий год — предпосевную культивацию на глубину 24 см и посадку в два рядка сеянцев лесопосадочной машиной ЛМГ-2. На крутых (20 — 35°) и на расчлененных промоинами и оврагами менее крутых берегах балок лесные насаждения создают на нарезных террасах.

163. Ширина и высота гребневых террас с наклонными валами, м

Уклон	Ширина		Высота	
	суглинок	супесь	суглинок	супесь
0,01	50	70	0,52	0,70
0,02	38	50	0,75	1,00
0,03	30	41	0,90	1,25
0,04	27	38	1,05	1,50
0,05	26	35	1,25	1,65
0,06	25	30	1,50	1,80
0,08	24	26	1,70	2,10
0,10	20	24	1,90	2,40
0,12	18	22	2,10	2,70

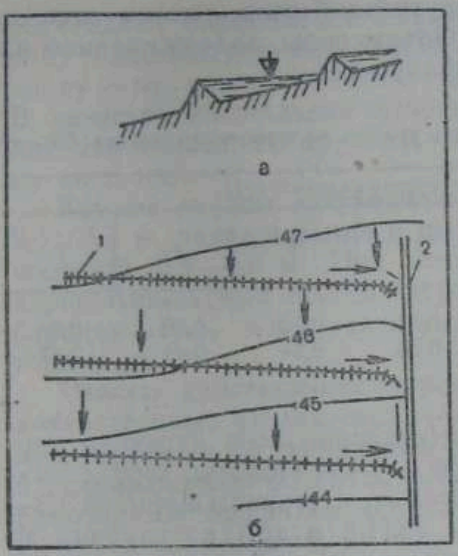


Рис. 48. Гребневая терраса с горизонтальными (*а*) и наклонными (*б*) валами:

1 — валы; *2* — водосборная канава; стрелками показано направление движения воды

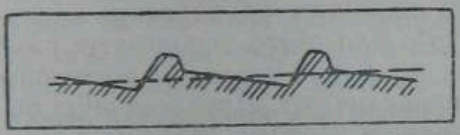


Рис. 49. Ступенчатая наклонная терраса (пунктир — исходная поверхность)

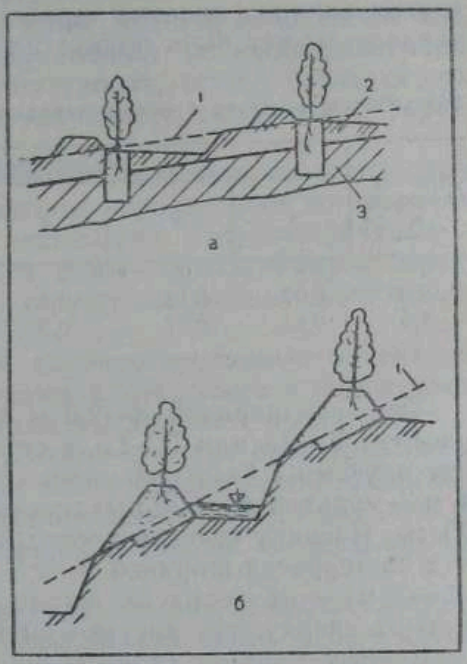


Рис. 50. Траншейная терраса (*а*) и терраса-канава (*б*):

1 — поверхность земли до террасирования; *2* — почвенный слой; *3* — грунт

Гребневые террасы с наклонными валами применяют на тяжелых почвах (рис. 48). Их располагают под острым углом к горизонталям с уклоном вдоль валов не более 0,005. При таком размещении валов вода не застаивается, а стекает вдоль них в водоприемники. Ширину и высоту террас определяют из условия, чтобы дождевая вода могла стечь до прекращения ливня, не размывая русла. В зависимости от уклонов поверхности ширина террас составляет 18—70 м при их высоте (превышении между осями соседних террас) 0,5—2,7 м (табл. 163).

При больших уклонах поверхности (0,12—0,25) расстояния между террасами очень малые, поэтому гребневые террасы не устраивают.

Нарезные террасы делают скамьевидного профиля (рис. 49) с шириной полотна 2—2,5 м и обратным уклоном 4—8°. Уклоны наклонных откосов террас: насыпных — 35—40°, выемочных — 60—70°. Исходными характеристиками для расчета нарезных тер-

рас являются: ширина полотна, крутизна берега, уклоны откосов и угол наклона полотна террасы. Объем воды, задерживаемой на террасе, может быть принят по таблице 164.

164. Объем воды на 1 пог. м террасы при уклоне материкового откоса 60°, м³

Ширина полотна, м	Наклон террасы (против склона), град.						
	2	3	4	5	6	7	8
2,0	0,07	0,11	0,13	0,15	0,22	0,26	0,30
2,5	0,11	0,17	0,20	0,23	0,34	0,41	0,47

Террасы шириной 2—2,5 м в лесостепной зоне нарезают терасером ТР-2А или ТС-2,5, в степной — Т-4У. Полотно террас рыхлят плугами с безотвальными корпусами, а террасы шириной 3,5—4 м — культиваторами-рыхлителями (КП-3 и др.) на глубину до 20 см. Посадку сеянцев проводят лесопосадочной машиной в один ряд на террасах шириной 2—2,5 м и в два ряда (с междурядьями 1,5—2 м) — на террасах шириной 3,5—4 м. Террасирование начинают сверху. На рисунке 50 приведены разновидности террас.

Конные террасы (полосы шириной 1—1,2 м с оставлением необработанных полос шириной 1 м) нарезают на коротких отрезках склонов балок крутизной до 25°. Для этого используют плуг в упряжке с двумя лошадьми. Для придания террасам обратного уклона (до 5°) в то же лето их перепахивают. Предпосевную обработку ведут конными культиваторами. Конные террасы располагают через 2—3 м, на них ряды сеянцев главных древесных пород (расстояние в рядках 0,75 м) чередуют с рядами кустарников.

На узких межовражных участках посадку ведут по площадкам, расположенным в шахматном порядке. Их готовят площадкоделателем ПН-1-0,8.

На оползневых участках для посадки сеянцев готовят ямы глубиной 40—50 и диаметром 30—60 см при помощи ямоделателя КЯУ-100. Их размещают по сетке размером 2×3 м.

На широких донных участках балок помимо залужения поперек русла создают полосы насаждений-илофильтров шириной до 3 м через 150—200 м по длине балки. В этих полосах ряды древесных пород (тополя) чередуют с рядами кустарников, что способствует не только прекращению размывов, но и отложению наносов и осветлению воды. В балках, проходящих через песчаные террасы крупных рек, вершинные их части лучше облесять полностью, а средние и нижние отводить под насаждения-илофильтры.

На донных участках балок с блуждающим водотоком, на узких каменистых или заболоченных днищах насаждения-илофильт-

ры создают в комплексе с гидротехническими сооружениями. Ширину илофильтров назначают с учетом высоты паводковых вод, длину — не менее 20—50 м. Почву готовят площадкоделателем. В качестве насаждений используют тополь, осину, ольху серую, иву. На заиленных прудках у донных запруд высаживают черенки ив и тополей.

Крутые откосы затухающих оврагов залесяют по площадкам 0,5×0,5 м, размещаемым в шахматном порядке, или по террасам шириной 0,4—0,6 м. При этом используют засухоустойчивые и корнеотпрысковые породы деревьев (сосну обыкновенную, березу бородавчатую, клен татарский, грушу, смородину золотистую, терн и др.).

Откосы действующих оврагов, глубоко врезанные в сельскохозяйственные угодья, выполаживают и вовлекают в использование. Древесно-кустарниковые породы высаживают после работ по предотвращению роста оврагов. Донные участки оврагов с невыработанным профилем осваивают после строительства гидротехнических сооружений, на них создают насаждения-илофильтры из ивы, тополя и кустарников. Черенки сажают по площадкам под кол, лопату или меч Колесова.

Лесонасаждения специальные создают при гидротехнических сооружениях. К ним относятся: илофильтры; волнобойные посадки (в местах подмыва берега из одного-двух рядов ивы), насаждения на плотинах для защиты от разрушения оползнями и смыва грунта на водосборе, укрепления мокрого и сухого откосов плотины; посадки для скрепления почвы и ее притенения, припрудковые насаждения для защиты берегов от размыва и воды от загрязнения, а также для архитектурного оформления ландшафта.

Насаждения припрудковые формируют из дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, акации белой, гледичии, лиственницы и сопутствующих культур — липы мелколистной, рябины, клена приречного и полевого, груши, яблони и др. Кустарниковые породы могут быть представлены жимолостью татарской, калиной, лещиной, бересклетом, иргой, алычой, боярышником, бузиной, сиренью. В местах поступления поверхностных вод в состав насаждений вводят терн, шиповник, ракитник русский, а в илофильтры — смородину золотистую, иргу, малину, лещину.

Нижние части откосов плотин крепят кустарниковой ивой, сухие откосы — тополем, осиной, ольхой серой.

При проектировании лесных насаждений на гидрографической сети во всех случаях помимо противоэрозионного эффекта учитывают возможности их использования для получения деловой древесины, улучшения кормовой базы для пчеловодства, получения плодов и ягод, производства технического и лекарственного сырья, улучшения местообитаний диких животных, повышения эстетической, санитарно-гигиенической и рекреационной значимости ландшафта (рис. 51).

Рис. 51. Схема учета основных факторов эффективности мелиорации овражно-балочных земель

Так, например, 1 га овражно-балочных систем может дать от 20 до 1000 кг товарного меда за сезон, что окупит за один год все затраты на мелиорацию. Кормовые угодья для пчеловодства создают за счет ввода медоносов в состав мелиоративных насаждений, а также предусматривают специальные плантации.

ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

При мелиорации овражно-балочных систем гидротехнические сооружения предназначены:

для безопасного перевода сосредоточенного (концентрированного) поверхностного стока водосбора в рассредоточенный — на склоны и берега ОБС или в грунтовый сток, а также для его регулирования;

для задержания взвешенных наносов, поступающих с поверхностным стоком;

для закрепления вершин и русел временных водотоков (оврагов) от размыва и дальнейшего роста;

для предупреждения оползней и осыпей на берегах.

Гидротехнические сооружения подразделяют на простые (простейшие), устраиваемые из земли и местных строительных материалов (по капитальности относятся к IV классу и временным сооружениям), и сложные. К последним относятся пруды, берегоукрепительные, сопрягающие (перепады, быстротоки и пр.) и другие сооружения.

Выбор типа гидротехнических сооружений, их размещение в плане и габаритные размеры зависят от площади водосбора и расхода воды, питающей вершину оврага или сам овраг. Площадь водосбора определяют по планам масштаба 1 : 10 000. За расчетный расход принимают максимальный расход весенних талых вод или дождевых паводков 10%-ной обеспеченности, который определяют обычно по региональным формулам. Гидротехнические сооружения подразделяют на три группы:

сооружения на водосборной площади — распылители стока, водонаправляющие и водоотводящие валы, валы-канавы, нагорные канавы и водозадерживающие валы;

вершинные овражные сооружения — быстротоки, перепады, стенки падения, консольные водосбросы;

русловые и донные сооружения (земляные дамбы-перемычки, донные запруды, пруды).

СООРУЖЕНИЯ НА ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ

Распылители стока предназначены для рассредоточения и отвода поверхностного стока, поступающего концентрированно по

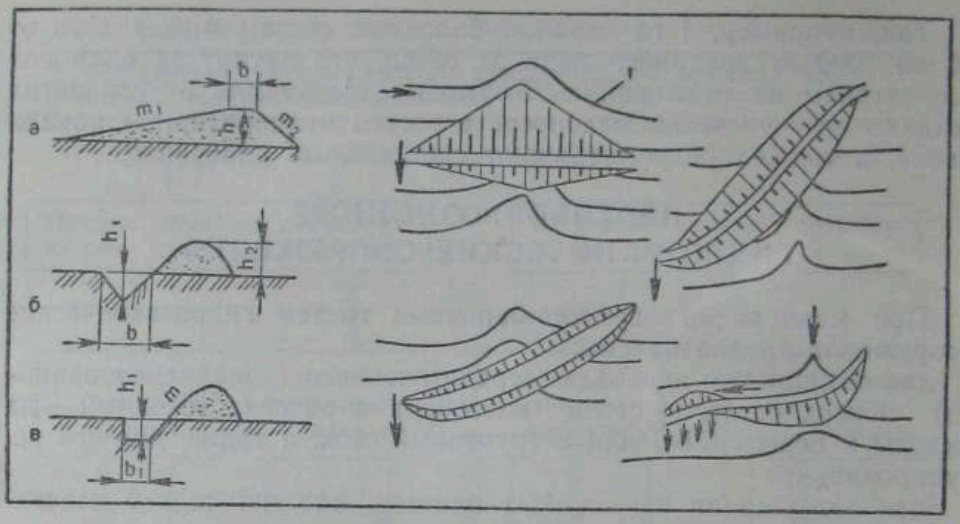


Рис. 52. Распылители стока (*а*) и валы-канавы (*б*, *в*) в разрезе (слева) и в плане (справа):
1 — горизонталь поверхности

тальвегам, ложбинам, бороздам, вдоль дорог и межей в безопасные в отношении размыва места.

Их устраивают прямолинейной формы под разным углом к линии основного водотока (40—45°), но с таким уклоном, чтобы не было продольного размыва почвы: на залужаемых участках от 0,01 (супесчаная почва) до 0,03 (суглинистая). На пашне уклоны уменьшают до 0,005—0,01. На задернованных склонах распылители делают изогнутыми в плане с концевой частью в виде бокового водослива. Длину распылителей принимают в пределах 8—40 м, высоту вала — 0,5—0,8, глубину канала — до 0,6 м. На хорошо выраженных ложбинах для рассечения потока на две части с целью уменьшения его эродирующей способности устраивают распылители стрелковидной формы высотой до 0,5 м с тупым широким оголовком. Боковым ветвям придают уклон 0,01—0,08 от оголовка к их концам.

На рисунке 52 приведены основные типы распылителей с параметрами, м:

высота $h = 0{,}1—0{,}8$;
ширина поверху $b = 0{,}1—0{,}5$;
заложение откоса:
верхового $m_1 = 1—8$;
низового $m_2 = 1—3$;
откоса вала $m = 0{,}5—2$;
глубина канавы $h_1 = 0{,}1—0{,}6$;

высота вала $h_2 = 0{,}2—0{,}5$;
ширина канавы по дну $b_1 = 0{,}2—0{,}5$.

Распылители устраивают по возможности на бросовых и приовражных участках выгонов, срок службы их обычно не менее 5—7 лет. На пашне их делают более пологими для удобства проезда сельскохозяйственной техники. Для строительства распылителей применяют бульдозеры, плантажные и кустарниково-болотные плуги и другую технику.

Водонаправляющие валы и нагорные каналы (канавы) служат для сбора воды, поступающей рассредоточенно по поверхности земли или концентрированно по понижениям местности, и отвода ее к водозадерживающим сооружениям (водозадерживающим валам, дамбам-перемычкам, лиманам), водосбросным и сопрягающим сооружениям (перепадам, консольным водосбросам, быстротокам и пр.), к валам-распылителям, в заросшие лесом или кустарником лощины, овраги, на хорошо задерненные склоны балок, ложбин и косогоров.

Валы и нагорные каналы делают по возможности прямолинейными в плане с минимальным числом изгибов, по границам полей севооборотов или вдоль лесных полос (в зоне избыточного увлажнения — ниже лесной полосы, в зоне недостаточного увлажнения — выше ее), параллельно горизонталям поверхности.

Нагорные канавы строят с двух сторон оврага, вынутый грунт отсыпают в валы с низовой стороны канала. Их выводят в вершину (исток) оврага или его отвершков, воду сбрасывают через сопрягающие сооружения (рис. 53). Нагорные каналы трассиру-

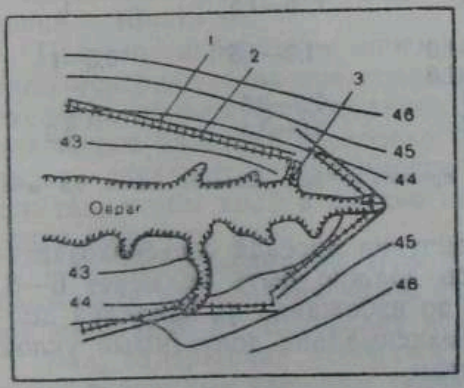


Рис. 53. Схема ограждения оврага нагорными каналами:
1 — нагорный канал; *2* — вал; *3* — сбросное сооружение

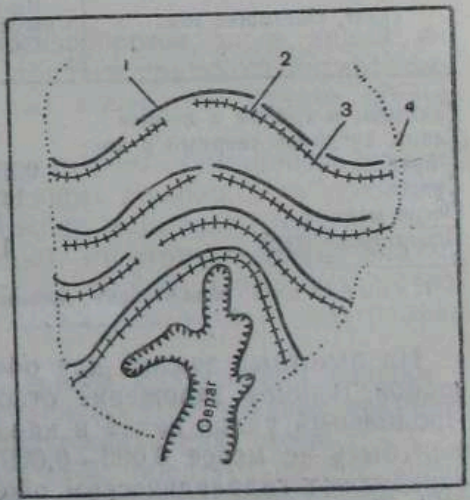


Рис. 54. Схема размещения водозадерживающих канав с валами в верховье оврага:
1 — канавы; *2* — валы; *3* — разрывы между валами; *4* — граница водосбора

ют с уклоном дна не менее 0,005. При подходе к оврагу дно и откосы их укрепляют камнем, дерном.

Водоуловительные канавы и валы располагают рядами вокруг вершин оврага и его отвершков, расстояние первого ряда от края оврага — 5—10 м (рис. 54). При пересечении их с трассами валов и каналов, глубоких ложбин предусматривают устройство дренажа для отвода воды из прудков, при пересечении дорог — устройство переездов.

Поперечные сечения водонаправляющих валов и нагорных каналов определяют гидравлическим расчетом по формулам равномерного движения воды. Гидравлический расчет проводят по участкам длиной 200—300 м. Расчеты выполняют также для створов, где трасса вала (канала) пересекает крупные ложбины.

Отметку гребня вала назначают на 0,2—0,3 м выше расчетного уровня воды при расходе до 0,2 м³/с и на 0,3—0,4 м выше — при расходе до 10 м³/с.

При расходах воды менее 1 м³/с сечение канав треугольное, при больших — трапецеидальное, продольный уклон 0,05—0,009. Глубина и ширина канав по дну составляют соответственно 0,5—1,5 и 0,6 м, высота валов — 0,5 м.

Заложение откосов водонаправляющих валов и нагорных канав глубиной до 3 м принимают для необрабатываемых земель в соответствии с СНиП П-52—74 (табл. 165).

165. Заложение откосов водонаправляющих валов и нагорных каналов

Грунт, слагающий ложе	Наружные откосы валов и канав	Внутренние откосы канав и дамб	
		подводные	надводные (выше берм)
Галечник и гравий с песком	—	1,25—1,5	1
Глина, суглинок твердый и полутвердый	0,75—1,0	1,0—1,5	0,5—1
Супесь	1,0—1,5	—	—
Песок мелкий	1,0	1,5—2,5	2
Песок пылеватый	1,25	3,0—3,5	2,5

Примечание. Минимальные значения принимают при расходах менее 0,5 м³/с.

На пахотных землях для обеспечения проезда сельскохозяйственной техники заложение откосов должно быть не менее 6—8. Продольный уклон валов и канав во избежание их заиления должен быть не менее 0,005—0,009, максимально допустимый уклон определяют гидравлическим расчетом.

В наиболее ответственных и опасных на размыв местах — при подходе валов и канав к сопрягающим сооружениям (быстротоку, перепаду) предусматривают противофильтрационные покрытия, укрепление дна и откосов и другие мероприятия.

Водозадерживающие валы применяют для закрепления оврагов путем задержания дождевого и частично весеннего стока на пологих приовражных склонах крутизной до 6,5° (уклон 0,114), прекращения интенсивного смыва и размыва почвы на крутых склонах, защиты терраспированных склонов от размыва, накопления воды в ОБС для лесоразведения и мелиорации лугов.

Их не применяют на участках с оползневыми явлениями и на крутых склонах с интенсивным смывом почвы. В этих случаях используют водоотводящие валы и нагорные каналы.

В зависимости от типа оврага и выработанности ложа водоподводящих ложбин возможны различные схемы их размещения.

Размещают валы по возможности на малоценных землях. Воду к ним от вершин оврагов и промоин отводят распылителями стока и водонаправляющими валами. Если разместить вал в стороне или ниже вершины оврага не удается, его размещают выше проектируемой или существующей приовражной лесной полосы, на некотором расстоянии (L, м) от вершины оврага, которое определяют по формуле

$$L \geqslant H + B,$$

где H — высота перепада в вершине оврага, м;
B — ширина лесной полосы, м (обычно 15—20 м).

В редких случаях, когда лесная полоса отсутствует, водозадерживающий вал устраивают перед вершиной оврага на расстоянии $L = 2KH$, где K — коэффициент запаса, принимаемый в зависимости от грунтов: суглинки — 1,2; щебнистые грунты — 1; глины, супеси, лессы — 1,4.

Валы размещают вдоль границ севооборотов, дорог, линий связи и электропередачи, в плане им придают прямолинейную форму с минимальным количеством плавных поворотов. Радиус закруглений — 10—15 м.

Помимо закрепления линейных размывов (промоины, овраги) валы ускоряют заиление водоподводящих ложбин. Для ускорения заиления сильно выработанных ложбин применяют ярусное расположение валов (в несколько рядов). Расстояние между рядами валов назначают в зависимости от их высоты и уклонов местности так, чтобы вода в прудке нижележащего вала не подтопляла откос соседнего вала.

При закреплении оврагов с большим количеством вершин и сложности размещения валов на межовражных участках применяют каскадное расположение водозадерживающих валов.

Вал, задерживая поверхностный сток, образует прудок, боковыми границами которого являются закругленные (радиусом 10—15 м) концы вала, или шпоры. Их выводят до пересечения с горизонталью, отметка которой соответствует отметке гребня вала (вал сводится на нет). Угол между трассой вала и концевой шпорой должен быть в пределах 100—140°. Для сброса из прудков

избыточной воды на конце вала устраивают водосливные пороги.

Для уменьшения длины разгона волны в прудке и предотвращения переливов воды через гребень вала перпендикулярно ему через каждые 120—150 м устраивают земляные шпоры-перемычки.

При большой площади водосбора вала (более 15 га) водосливные пороги обязательно делают на обоих его концах, а вал разделяют глухой шпорой (или шпорой, переходящей в вал с пологими откосами для переезда сельскохозяйственной техники) на две части с площадью водосбора каждой менее 15 га. Если это невозможно, устраивают валы в два яруса.

Размеры водозадерживающих валов (длину, высоту, заложение откосов и ширину по гребню) определяют на основе гидравлических расчетов с учетом рельефа, почвенно-грунтовых условий, характера сельскохозяйственного использования земель.

Модули и объем расчетного стока принимают с учетом местного опыта, исходя из следующего:

для территорий, где имеется положительный опыт применения валов, расчет выполняют на дождевой сток 10%-ной обеспеченности;

для районов, где эрозия обусловлена влиянием стока талых и дождевых вод, определяют среднемноголетний сток талых вод ($W_в$) и ливневой сток 10%-ной обеспеченности ($W_л$); расчет выполняют на объем весеннего стока, если $W_в \geqslant 2W_л$, и на ливневый сток — при несоблюдении этого неравенства;

для районов, где водная эрозия наблюдается преимущественно весной (Поволжье, Орловская область и др.), расчет ведут на $W_в$.

Для защиты наиболее ценных угодий допускается вести расчет на задержание объемов весеннего стока 20%-ной обеспеченности.

Размеры вала зависят от объема стока, рельефа местности и хозяйственных условий территории. Строительную высоту вала принимают в пределах 1,2—2 м, лишь в местах пересечения с тальвегами и другими понижениями допускается высота до 3 м. От высоты вала зависит объем накапливаемой в прудке воды (табл. 166), строительную высоту вала назначают с учетом конечной осадки вала и его основания, а также оледенения водосливного порога.

Превышение гребня вала над расчетным уровнем воды принимают в зависимости от его строительной высоты (она измеряется от поверхности земли у начала сухого откоса до гребня вала):

Строительная высота, м	Превышение гребня, м
1—1,5	0,35—0,4
1,6—2	0,45—0,5
2,1—2,5	0,55—0,6
2,6—2,8	0,65

166. Объем воды, задерживаемой валом на длине 1 м в зависимости от его рабочей высоты и уклона местности

Рабочая высота вала, м	Объем воды ($м^3$) при уклонах						
	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10
1,0	28,6	24,5	22,0	20,3	18,2	17,6	17,0
1,5	54,4	45,0	39,4	35,5	31,0	29,4	28,2
2,0	89,1	72,5	62,5	55,8	47,5	44,7	42,5
2,5	133,0	107,0	91,4	81,0	68,0	63,8	60,2
3,0	186,0	148,5	126,0	111,0	92,3	86,0	81,0
3,5	247,9	197,0	166,4	146,0	120,5	112,0	100,2
4,0	318,5	252,0	212,5	185,8	152,5	141,4	132,5

Ширину валов, шпор и шпор-перемычек поверху принимают равной 2,3—2,5 м, при отсутствии необходимой техники (бульдозеров класса 3 т) допускается ширина по гребню 3—3,2 м. При устройстве дороги по гребню вала ширину его принимают по требованиям дорожного строительства.

Заложение мокрого откоса вала принимают в зависимости от грунтов: тяжелые и средние суглинки — 1,5; супеси, легкие суглинки — 2; заложение сухого откоса — равным углу естественного откоса грунта. Его не разравнивают (при расчете объема тела вала принимают равным 1). Для прохода сельскохозяйственной техники через вал предусматривают пологие откосы (заложение — 8—10) и съезды.

На грунтах с низкой проницаемостью и просадочных во избежание длительного затопления прудков устраивают водовыпускные сооружения, фильтрующие основания и перфорированные водовыпуски для опорожнения прудков.

Водообходы водозадерживающих валов устраивают в конце шпоры на коренном грунте. Их делают трапецеидальной формы. Отметка гребня водообхода определяет нормальный подпорный уровень (НПУ) и рабочую высоту вала. Отметку гребня шпоры-перемычки принимают на 10—15 см ниже НПУ. Ширина водообхода должна обеспечивать отвод расчетного расхода с напором на водосливе менее 0,15 м, минимальная ширина — не менее 2,5 м. Для устойчивости водосливные пороги одерновывают, засевают травами, крепят камнем.

При расчете расстояний между валами определяют величину смыва почвы, которую сопоставляют по рекомендациям ВНИАЛМИ (Волгоград, 1982) с допустимыми значениями (табл. 167).

Расстояние между валами определяют с учетом допустимого смыва почвы и характера сельскохозяйственного использования земель по эмпирической формуле Г. П. Сурмача или другим.

167. Допустимый среднегодовой смыв в зависимости от типа почв и степени их смытости, т/га

Почвы	Несмытые и слабосмытые	Средне-смытые	Сильно-смытые
Дерново-подзолистые, серые и светло-серые лесные на рыхлых лёссовых породах	2,5—3,0	2	1,5
Темно-серые лесные	4	3	2
Черноземы:			
оподзоленные и сильновыщелоченные	5	4	3
мощные	6	5	4
типичные и обыкновенные	5	4	3
южные и светло-каштановые	4	3	2
Черноземы, каштановые и светло-каштановые, сероземы	2,5—3,0	2	1,5
Черноземы, каштановые, серые лесные на опоках и мелах	1—2	1	0,5

Длину вала (L, м) определяют в зависимости от его высоты по формуле

$$L = \frac{W}{W_0},$$

где W — расчетный объем стока, м³;
W_0 — объем воды, задерживаемой 1 пог. м вала, м³.

Технология строительства валов включает следующие виды работ:

разбивку проектной трассы вала на местности;

подготовку основания вала (уборку древесины, пней и пр.), расчистку ложбин, промоин и других понижений;

вспашку и уборку растительного слоя на глубину 15 см;

рыхление грунта под основание вала;

отсыпку тела вала и шпор слоями грунта толщиной 0,2—0,3 м и засыпку ложбин и промоин (при необходимости с увлажнением грунта);

разравнивание и уплотнение слоев грунта;

планировку гребня и мокрых откосов вала, шпор и дна прудка;

устройство водообходов;

контрольную нивелировку вала, шпор, шпор-перемычек и водообходов;

укрепление гребня и откосов вала и шпор посевом многолетних трав или зерновых культур;

укрепление водообходов одерновкой, камнем и пр.;

устройство распылителей стока, водоотводящих валов и подготовку трасс водосбросных трактов.

Для строительства валов используют экскаваторы, скреперы, бульдозеры, плантажные плуги и другую землеройную и сельскохозяйственную технику.

Имеется положительный опыт применения валов высотой 0,4 м и шириной у основания до 1,2 м и канав глубиной 0,4 м и шириной поверху 0,9 м для защиты оврагов и их отвершков с площадью водосбора до 3 га. Для этого используют плуг ПП-50. Помимо вышеописанных валов с широким гребнем находят применение в ряде районов водозадерживающие валы с узким (0,5 м) гребнем высотой до 1,5 м с заложением откосов 1 : 1 и 1 : 2. Полностью со всех сторон обвалованные овраги заравнивают и превращают их в луговые угодья или засаживают плодовыми деревьями.

ВЕРШИННЫЕ ОВРАЖНЫЕ (СОПРЯГАЮЩИЕ) СООРУЖЕНИЯ

Вершинные овражные сооружения устраивают в виде быстротоков, перепадов или консольных водосбросов.

Быстротоки предназначены для сопряжения вершин оврагов с руслом и гашения энергии в русле. Их делают из фашин при высоте уступа до 2—3 м, при большей глубине и для защиты сооружений — из бетона и железобетона. Быстротоки состоят из трех частей: входной (горизонтальная площадка с боковыми стенками и открылками, заглубленными в дно и откосы), наклонной с шириной по дну не менее 0,5 м и выходной, включающей водобойный колодец для гашения энергии падающей воды.

Перепады имеют то же назначение, что и быстротоки. Их устраивают при глубине оврага более 2—3 м. Перепады делают из бетона, железобетона и камня, многоступенчатыми, с высотой ступени каждого уступа 0,3—0,7 м. Поверхность подводящей части перепада горизонтальная, ступеням придают обратный уклон 0,01 для создания водяной подушки. Вода падает свободно, энергия гасится в водобойном колодце.

Консольные водосбросы так же, как быстротоки и перепады, предназначены для сопряжения вершин оврагов с руслом. Их применяют, когда уступ оврага крутой и прочный. Изготавливают из бетона и железобетона. Консоль заканчивается над воронкой размыва, образующейся падающей водой. Для расщепления струи на консоли устраивают трамплины.

РУСЛОВЫЕ И ДОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ

Дамбы-перемычки применяют для борьбы с глубоко врезанными в пахотные земли склоновыми оврагами, а также вершинными и крупными береговыми оврагами. С их помощью отсекают вершины оврагов или рассекают овраг на отдельные части. Такие дамбы строят на оврагах глубиной до 5—6 м с водосборной площадью до 20 га и напором воды в прудке до 5 м. При большой

площади водосбора устраивают несколько дамб-перемычек. Место размещения и параметры дамбы назначают, исходя из топографических, инженерно-геологических и хозяйственных условий.

Высоту дамбы принимают на основе гидравлического расчета. Гребень дамбы-перемычки проектируют выше расчетного уровня воды в прудке на величину $d=a+h_в$, где а — запас, принимаемый равным 10% от расчетной высоты дамбы, но не менее 0,5 м; $h_в$ — высота нагона воды; $h_в=0,2—0,25$ м при длине прудка более 100 м.

Если проезд по дамбе не предусматривается, ширину гребня принимают равной 3,5—4 м, в противном случае учитывают класс дороги.

Заложение откосов зависит от механического состава грунтов. Низовой откос проектируют так, чтобы кривая депрессии фильтрационного потока через тело плотины выходила ниже линии пересечения откоса с поверхностью земли. Заложение низового откоса должно быть не менее: для глинистых грунтов — 3, суглинистых — 4, супесчаных — 5.

При применении суглинков для отсыпки плотин фильтрационная устойчивость дамб-перемычек обеспечивается, как показывает опыт, при заложении сухого откоса $m=2—3$ и верхового (мокрого) — $m=3—4$.

При устройстве дамб-перемычек на водопроницаемых грунтах, во избежание подмыва снизу, определяют наименьшую допустимую длину фильтрации $L=HC$, где Н — напор воды, м; С — коэффициент, принимаемый в зависимости от типа грунта: ил и мельчайший песок — 18; мелкий песок — 15; крупнозернистый — 12; гравий и гравелистый песок — 5—9; лёсс, глинистые грунты — 6—9; щебень, галька с песком — 4—6.

Если L больше ширины основания дамбы-перемычки, последнюю увеличивают или устраивают один или несколько зубьев в основании дамбы для увеличения пути фильтрации воды. Размеры зуба — ширину траншеи под зуб — принимают не менее 1 м, а заложение откосов — 0,5—1.

Дамбы-перемычки врезают в откосы оврагов при помощи траншей, которые устраивают шириной в основании 2,5—3,5 м, с заложением откосов 1:1, а дна траншеи — с откосом 1:3.

Для отсыпки тела дамб лучше использовать суглинки и супеси слоями толщиной 20 см с наклоном в сторону верхнего бьефа 0,02—0,04. Грунт уплотняют катками за три-четыре прохода, при необходимости его увлажняют в местах разработки до оптимальной влажности для укладки, которая составляет (%): пески — 8—12, супесь — 9—15, пески пылеватые — 16—22, суглинки — 13—15, суглинки тяжелые — 16—20, суглинки пылеватые — 18—21, глины — 20—23.

Откосы дамб-перемычек крепят засевом трав по слою растительности грунта толщиной 10—20 м, верховой — крепят до НПУ.

Нижнюю часть низового откоса крепят посадкой кустарника. Грунт около полузапруд не отсыпают, поскольку за счет отложения наносов, содержащихся в воде, дно постепенно выравнивается. Одновременно со строительством дамб-перемычек проводят работы по укреплению вершин и выполаживанию откосов оврагов (максимальный угол 12—15°).

Для сброса воды предусматривают выположенный водоспуск шириной не менее ширины водоподводящей ложбины. Уклон водоспуска 0,1—0,15. Его одерновывают, выстилают соломой или камышом, крепят жердями и кольями.

Для отвода избыточной воды из прудков у дамб-перемычек устраивают водоотводы, водовыпуски или водоотводы с водовыпусками. Дамбы-перемычки продолжают в сторону склонов на 10—40 м, в конце гребня устраивают водообход, как и у водозадерживающих валов. Редко применяют шахтные или трубчатые водоспуски.

При устройстве каскада дамб-перемычек (земляных плотин) их гребень устраивают не менее чем на 1 м выше водообхода. Верхний пруд служит при этом отстойником, в котором вода очищается от взвесей. Вода в прудах обычно сохраняется в течение 0,5—3 месяцев.

Донные запруды предотвращают размыв и углубление оврага, задерживают твердый сток и улучшают условия для произрастания растительности. Как дополнение к ним предусматривают облесение дна и откосов оврагов выше и ниже запруд, где возможен размыв. Посадка на дне оврага кустарниковых ив, выстилка хворостом промоин и водобойных понижений ниже запруд образует так называемые илофильтры.

Для прекращения донных размывов глубиной менее 2 м применяют простейшие сооружения — запруды и перепады из плетня, фашин и камня. Лучший тип фашин — из свежего ивового хвороста, способного к прорастанию. Применение деревянных запруд не рекомендуется, так как под влиянием мерзлотных процессов происходит выпирание стенки и образуются течи в обход ее.

Хворостяные запруды (плетень, фашины) устраивают высотой не более 0,6 м для однорядных запруд (плетень в один ряд) и до 1 м — для двухрядных (с заполнением пространства между плетнями суглинком или камнем) и фашинных запруд. При этом соблюдают следующие требования:

удельный расход воды не должен превышать 0,3 м³/с для однорядных и 0,5 м³/с на 1 м длины — для двухрядных и фашинных запруд;

водобойную часть крепят на высоте не менее 3Н, где Н — высота запруды;

колья используют свежей рубки, диаметром не менее 6—10 см;

стенки запруды заделывают в откосы оврага на глубину не

менее 0,5—0,75 м;

ширина банкета поверху должна быть не менее $^2/_3$ Н;

у двухрядных запруд плетни через 1—1,5 м соединяют поперечными связями.

Каменные и каменно-бетонные (бутобетонные) полузапруды делают высотой до 2 м, фундамент их заглубляют не менее чем на 1,5 м. Водобойную часть крепят на длине не менее 3Н, верх боковых стенок должен превышать расчетный горизонт как минимум на 0,3 м. Удельный расход воды — до 1 м^3/см. Для повышения устойчивости стенок запруд в них предусматривают дренажные отверстия с отсыпкой обратных фильтров из камня и песка.

При устройстве каскада запруд расстояния между ними (L, м) принимают в зависимости от их высоты и уклона дна оврага по формуле

$$L = \frac{H_р}{I},$$

где $H_р$ — рабочая высота запруды;

I — средний уклон дна оврага на закрепленном участке.

На оврагах с малыми уклонами (менее 0,015) и глубиной размывов по дну до 1 м применяют **донные перепады** и пороги из местных материалов. Они отличаются от донных запруд тем, что верх их размещают на отметке дна оврага в начале уступа. На оврагах глубиной более 2 м с незадернованными откосами предварительно проводят выполаживание откосов, сооружения врезают в коренной грунт берегов.

Противоэрозионные пруды устраивают для задержания и накопления паводкового стока, который в последующем используют на орошение, для противопожарных целей, рыбо- и дичеразведения, рекреации. Сооружение в русле пруда повышает базис эрозии, что ведет к ослаблению эрозионных процессов.

Глубина прудов должна быть по возможности 4—5,5 м (не менее 2 м), гребень плотины должен превышать уровень воды на 1,5—2 м. Для сброса паводков в многоводные годы при плотине сооружают аварийные сбросы.

Надежная работа гидротехнических сооружений обеспечивается выполнением колхозами и совхозами необходимых эксплуатационных мероприятий. Основными из них являются:

своевременная подготовка и пропуск паводков;

поддержание сооружений в технически исправном состоянии;

своевременный ремонт и устранение неисправностей;

надзор и охрана сооружений.

Необходимо также соблюдение определенных требований при сельскохозяйственных обработках (не допускается распашка распылителей стока и водообходов, залуженных водотоков и пр.; нельзя пасти скот около сооружений, вырубать илофильтры и т. д.).

15. Противооползневые и противоселевые мелиорации

ПРИРОДА ОПОЛЗНЕЙ

Оползни — скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести, связанное во многих случаях с действием поверхностных и подземных вод. Оползни приурочены в основном к сильно расчлененному рельефу при наличии чередующихся водоносных и водоупорных пород. Образование их зависит от климатических условий, геологического строения местности, гидрогеологических условий. Активизации оползней — естественному процессу формирования рельефа — нередко способствует деятельность человека: увеличение крутизны склонов или откосов при их подрезке дорогами, карьерами и т. п., снижение прочности пород при их переувлажнении и подтоплении каналами, водохранилищами и т. д.

Оползни могут быть одинокие и групповые. Они отличаются также по объему смещаемых масс.

Выделяют следующие главные характеристики оползня: тело, линию скольжения, упорный вал. Чем быстрее образуется упорный вал, тем быстрее затухает оползневый процесс. Линия скольжения может образоваться в однородных грунтах (например, в песчаных откосах) и в местах контакта слоев грунта. Наиболее часто линия скольжения совпадает с границей коренных пород, а оползневой массой оказываются аллювиальные или делювиальные отложения. Если имеются глинистые прослойки, то в местах контакта глин и песка возникает поверхность скольжения даже при малых углах наклона.

В зависимости от крутизны поверхности скольжения различают: очень пологие оползни (угол менее 5°), пологие (5—10°), крутые (15—45°) и очень крутые (более 45°). В зависимости от глубины залегания поверхности скольжения выделяют поверхностные оползни (менее 1 м), мелкие (5 м), глубокие (до 20 м) и очень глубокие (более 20 м).

Причинами возникновения оползней являются резко изменившиеся условия или постепенно накапливающиеся напряжения. Основные причины следующие: увеличение массы склона (сдвигающих сил) в результате нагрузки на грунт откоса (например, складирование грунта и материалов при строительстве), увеличение крутизны склона при планировках; сотрясение откосов забивкой свай на близлежащей стройплощадке; сотрясение и ви-

брация при устройстве дорог вблизи откоса, подмывы или разрушение основания откоса; изменение гидрогеологической обстановки и др. Частой причиной оползней является уменьшение удерживающих сил из-за ослабления сцепления грунта при увеличении его влажности, образовании как бы смазки на контакте грунтов. Это происходит при переувлажнении грунта, подъеме УГВ.

Имеются различные виды оползней: срывы масс, оплывы, обрушения и некоторые специфические формы, характерные для горных условий. Подъем УГВ приводит часто к скрытой причине образования оползневого явления.

МЕРЫ БОРЬБЫ С ОПОЛЗНЯМИ

На основе материалов изысканий и причин образования оползней принимают решение по их предупреждению. Различают два вида мероприятий: профилактические (пассивные) и инженерные (активные). К первой группе относят (М. Е. Кнорре и др.) мероприятия, запрещающие:

подрезку оползневых склонов и устройство на них каких-либо выемок;

подсыпку грунта на склонах и в пределах угрожающей зоны;

строительство на склонах и в пределах угрожающей зоны каких-либо сооружений;

взрывные и горные работы вблизи оползневых участков;

высокие скорости движения транспорта на дорогах в зоне оползня;

оросительные работы, а иногда и распашку земли в пределах оползневого участка;

сброс ливневых, талых и других вод в пределах участка;

уничтожение древесно-кустарниковой и травянистой растительности.

К инженерным мероприятиям по стабилизации оползневых участков относят:

механическое удержание деформированных земляных масс в равновесном состоянии и искусственное их закрепление (применение подпорных и облицовочных стенок, каменных контрбанкетов, свай-шпонок, обжиг глинистого грунта, срезку головы оползня, уположение откосов, посадку деревьев на склонах и др.);

мероприятия по предотвращению возможных утечек воды из существующей водопроводно-канализационной и оросительной сети;

регулирование стока поверхностных (дождевых и талых) вод;

защиту оползневых масс от размыва и подмыва со стороны водотоков и водоемов;

дренирование оползневых склонов (дренажные прорези — штольни, галереи, дренажи и пр.).

Класс капитальности защитных сооружений определяется классом капитальности защищаемого объекта или, при его отсутствии, назначается IV класс. Проект закрепления склона разрабатывают на основании материалов комплексных инженерно-геодезических, инженерно-геологических, гидрогеологических изысканий и технико-экономических расчетов. При этом главным фактором обоснования проекта следует считать безопасность людей, находящихся в основании склона.

Крутые обрывистые откосы с прогнозным объемом тела оползня крепят устройством контрфорсных столбов из камня, подпорных стенок или сплошным покрытием бетоном. При этом бетонирование ведут на заанкеренном откосе: тело возможного оползня пробивают штырями, которые входят в коренную породу за линией скольжения; на выступающих штырях крепят сетку, а затем укладывают бетон; тело оползня как бы «пришивается» к коренной породе откоса. Размер ячейки сетки — 150×150 мм, диаметр прутьев — 6 мм, толщина бетонного покрытия — 50—60 мм.

Оползни-оплывы крепят анкерами и без них. Без анкерного крепления применяют сборные железобетонные элементы. Соединенные вместе с заделкой стыков они образуют на поверхности откоса решетку с ячейками, размеры которых устанавливают в зависимости от характера грунта. В углах стыков забивают металлические штыри диаметром 20—30 мм. В нижней и верхней части откоса устраивают железобетонные лотки для сбора и отведения стекающей по откосу воды: верхний лоток — для уменьшения объема воды на откосе и меньшего его насыщения, нижний — для предупреждения подмыва откоса и ослабления упора.

Небольшие оползни крепят сваями из старых рельсов или из железобетонных труб.

Эффективный способ борьбы с возникновением оползней — выявление причин, которые могут вызвать изменение геотехнических условий склона и оползневое явление. Главной причиной является водный фактор. При подъеме УГВ эффективной мерой предотвращения оползня может быть строительство горизонтального, вертикального или комбинированного дренажа.

Для борьбы с возникновением оползневых явлений, связанных с водным фактором, предусматривают:

осушение всего оползневого массива для уменьшения его массы;

осушение контактных слоев грунта, где наиболее вероятно образование плоскости скольжения;

устройство нагорных и ловчих каналов для перехвата поступающих извне поверхностных и подземных вод;

устройство подпорных стенок у основания тела возможного оползня с прокладкой водоотводящего дренажа.

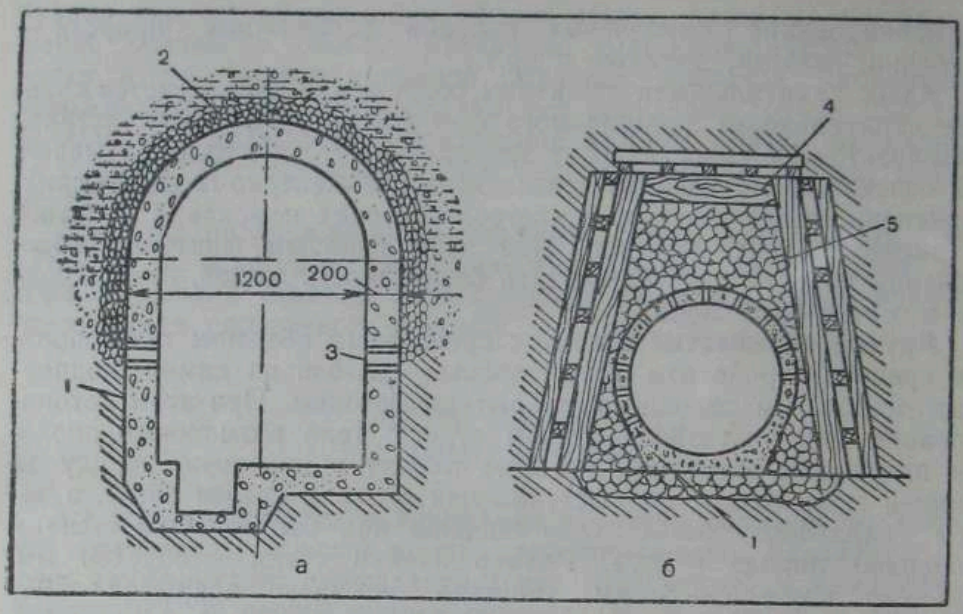


Рис. 55. Поперечные сечения дренажных штолен:

а — бетонной дренажной галереи; *б* — дренажной штольни с временным креплением и постоянной бетонной отделкой; *1* — бетон; *2* — фильтрующий слой; *3* — дренажные окна; *4* — деревянное крепление; *5* — фильтрующее заполнение

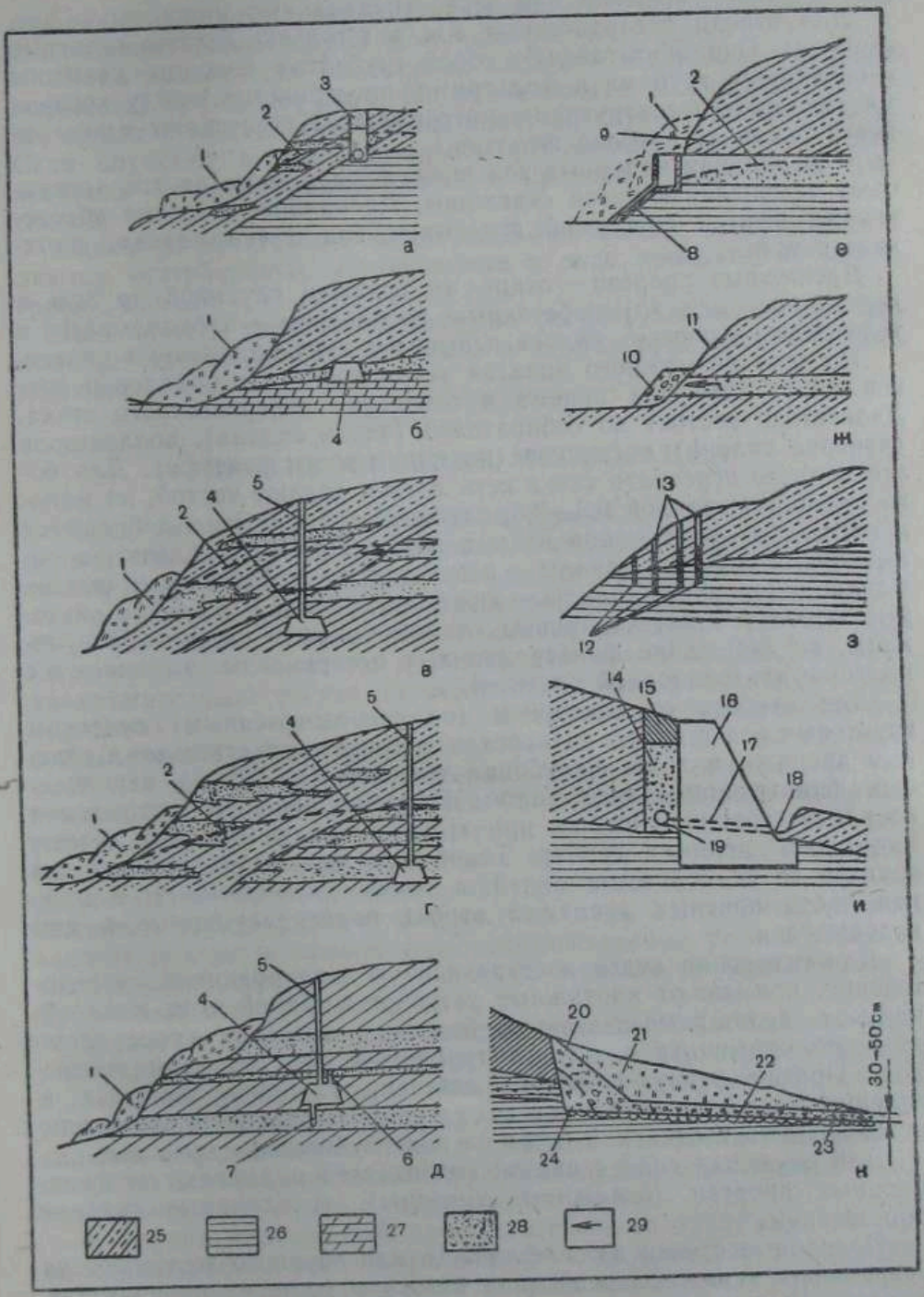
Для перехвата поверхностного стока, поступающего на оползневый участок, строят нагорные каналы и водосточную сеть.

Внеоткосный (головной) дренаж размещают по поперечной, продольно-поперечной, полукольцевой или продольной схемам. Он является основным средством борьбы с оползнем. Трубчатые дрены делают глубиной до 5—6 м и более, их засыпают щебнем.

Для осушения водоносных горизонтов в них строят дренажные штольни (рис. 55). Преимущество штолен заключается в том, что их устраивают подземным способом без нарушения целостности пород. Для дренирования других горизонтов выше штольни (до 5—7 м) предусматривают забивные фильтры (рис. 56)

Рис. 56. Перехват подземных вод:

а — горизонтальной трубчатой дреной; *б* — при помощи дренажной штольни; *в* — при помощи системы вертикальных дрен (сквозных фильтров); *г* — при помощи дренажной штольни и сквозных фильтров в водоносном комплексе; *д* — дренирование чередующихся песчано-глинистых пород при помощи штольни и системы сквозных и забивных фильтров; *е* — коптаж родников при помощи водосборных колодцев; *ж* — дренирование при помощи фильтрующего контрбанкета; *з* — укрепление склона при помощи шпонок; *и* — укрепление склона подпорной стенкой с застенным дренажем; *к* — каптаж родников в основании склона при помощи прорезей; *1* — оползневые накопления; *2* — уровень грунтовых вод до понижения; *3* — трубчатая дрена; *4* — штольня; *5* — сквозной фильтр; *6* — забивной фильтр; *7* — забивной самоизливающийся фильтр; *8* — сливная труба; *9* — водосборный колодец; *10* — контрбанкет; *11* — спланированный откос; *12* — бетонные шпонки; *13* — тампоны из глины; *14* — фильтрующая обсыпка; *15* — обратная засыпка траншеи; *16* — подпорная стенка; *17* — выпуск из дренажной трубы; *18* — кювет; *19* — дренажная труба; *20* — каменная наброска; *21* — одерновка; *22* — каменная мостовая; *23* — гидроизоляция; *24* — гравий (песок); *25* — суглинок; *26* — глины (коренные породы); *27* — мергель; *28* — песок; *29* — направление движения подземных вод


а
б
в
г
д
е
ж
з
и
н
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
30–50 см
25
26
27
28
29

через потолок штольни или через специальную нишу около нее.

Для отвода поверхностных вод в штольню делают сквозные фильтры. Они представляют собой трубчатые колодцы-скважины с обсадными трубами и фильтрами, пространство между которыми заполнено фильтрующим материалом. Их опускают с поверхности земли до потолка штольни.

При наличии напорных вод ниже штолен через их дно устраивают самоизливающиеся скважины. Дренажные штольни обеспечивают выпуск скоплений подземных вод в «карманах», «мешках» и т. п.

Дренажные прорези — открытые траншеи глубиной до 3 м с деревянным или железобетонным креплением — прокладывают в теле оползня поперек склона и выводят вниз по склону в овраги.

По телу возможного оползня устраивают сеть каналов и лотков-собирателей для приема и отведения поверхностного стока. Ливнестоки состоят из собирателей (вдоль склона), коллекторов (поперек склона) и спусков (по понижениям рельефа). Для более полного перехвата стока сеть лотков делают частой, но малого сечения (шириной 0,3—0,5, глубиной 0,5 м). Этим добиваются прекращения впитывания воды в грунт. Лотки устраивают в оплывающих грунтах, каналы — в грунтах с устойчивыми откосами. Вдоль дорог роют каналы — кюветы глубиной 0,5—1,2 м, которые выводят в магистральные каналы большей глубины. Все каналы, во избежание фильтрационных потерь воды, выполняют с противофильтрационной одеждой.

Для откосов со сплошным (не сосредоточенным) притоком грунтовых вод с целью их перехвата применяют откосные и поясные дренажи в виде неглубоких траншей (до 0,5 м), заполненных фильтрующим материалом. Поясные дренажи устраивают из камня, гравия и щебня, при этом каменную наброску делают над слоем щебня и гравия. Такой вид дренажа применим для грунтов со слабой водоотдачей, а также суффозионных. В нижней части поясных дренажей строят перпендикулярные к ним водовыпуски.

Для отведения воды, поступающей в виде родников, сосредоточенно, применяют каптажные устройства. Такой вход воды обнажают, делают массивную щебеночную присыпку, предупреждающую оплывание грунта, и трубчатый или лотковый водоотвод. Против разрушительного действия глубоких жильных и сплошных выходов грунтовых вод устраивают скважины вертикального дренажа с откачкой воды из них глубинными насосами.

Для осушения глин с низкой водоотдачей применяют вентиляционные прорези (скважины, колодцы), заполняемые гравием или щебнем.

Подпорные стенки из монолитного или сборного железобетона устраивают в нижнем основании откоса и опирают их на грунт, находящийся ниже плоскости скольжения оползня. На контакте

грунта и подпорной стенки устраивают трубчатый дренаж или разгрузочные водоотводные окна (см. рис. 56).

Когда поверхность скольжения залегает неглубоко и хорошо выражена, применяют сваи. Их размещают в шахматном порядке, врезая в нижний устойчивый пласт на глубину не менее 2 м. Сваи опускают в предварительно пробуренные скважины. Для экономии бетона верхнюю часть в прочном грунте заполняют глиной.

Одним из простейших видов поддерживающих сооружений являются контрбанкеты, устраиваемые в виде присыпок из песка, гравия, камней.

Для защиты откосов от подмыва регулируют русла рек при помощи струенаправляющих дамб и полузапруд, волноотбойных подпорных стенок и т. д.

ПРОТИВОСЕЛЕВЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

Сель — кратковременный бурный горный поток с высоким содержанием (до 80—90%) твердого материала — от мельчайших частиц пыли и растительных остатков до валунов и глыб. Содержание грязевой массы (глина, алюмосиликаты) составляет 25—45%. Плотность грязекаменных потоков достигает 1,9—2,7 т/м³. Сели возникают внезапно в результате ливневых дождей после продолжительной засухи (поверхность почвы в местах их формирования в это время покрыта слоем пыли и истолченной животными сухой травы, практически не смачиваемой и не проницаемой для воды), прорыва моренных озер при интенсивном таянии ледников или землетрясениях. Сели зарождаются в верховьях горных рек, где развиты эрозионные процессы из-за перевыпаса скота, отсутствия ухода за лесом и пр. Они движутся с большой скоростью по ущелью, обогащаясь при этом грязью, обломками скальных пород, щебнем, сметают по пути дороги, сооружения, заносят грязью и камнем сельскохозяйственные угодья. Селевые потоки распространены на Северном Кавказе, в Прибайкалье и Забайкалье и в других регионах.

Борьба с селями, представляющими стихийное явление природы, включает организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные мероприятия, которые предусматривают прогнозирование селей, оповещение населения об их опасности, правильное использование горных склонов, улучшение пастбищ и лесов на селеопасных водосборах, недопущение разрушения дернового покрова, смыва и пересыхания почвы.

К группе мероприятий профилактического характера относится строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений на склонах водосборов, на конусах выноса и в руслах водотоков, в местах формирования селей. Для этого проводят

следующие работы: террасирование склонов, устройство перепадов, быстротоков, полузапруд, подпорных стенок, лунок, дренажей.

Для защиты территорий в местах формирования селей применяют специальные гидротехнические сооружения:

Сооружения	Конструкция
Селерегулирующие:	
селепропускные	Селеспуски, селеотводы
селенаправляющие	Дамбы, подпорные стенки
селесбрасывающие	Запруды, пороги, перепады, каналы
селеотстойные	Полузапруды, буны, шпоры
Селеделительные	Селезаградители, тросовые селерезы, щелевые запруды
Селезадерживающие:	
глухие	Плотины, котлованы, обвалования
с отверстиями	Плотины с отверстиями
Селетрансформирующие (направлены на разжижение селя)	Каналы, трубопроводы для подачи воды из водохранилища в селевой поток

Селерегулирующие сооружения позволяют пропустить сель в обход защищаемого объекта, над или под ним (под оросительным каналом и пр.), селенаправляющие сооружения устраивают для пропуска селя вдоль защищаемого объекта, селеотстойные сооружения — перед защитными дамбами и подпорными стенками.

Селеделительные сооружения позволяют задерживать крупные и пропускать мелкие фракции селевого потока. Их используют как временные защитные сооружения при строительстве дамб, каналов, мостов и т. п. Делают их из толстых тросов в виде одной или двух сеток, заанкеренных по обоим берегам реки.

Селезадерживающие сооружения глухие, задерживают полностью селевой поток и образуют селехранилища. Плотины с отверстиями задерживают крупные камни и пропускают остальную массу, превращая селевой поток в менее опасный водный. Их делают из железобетона.

Селетрансформирующие сооружения позволяют при помощи подачи потока воды из водохранилищ по каналам или трубопроводам разжижить сель.

16. Мероприятия по охране природы

Охрана природы — неотъемлемая составная часть проектов мелиорации. До разработки их проводят необходимые изыскания и исследования в пределах системы и на прилегающей территории естественных биогеоценозов и составляют прогноз их изменений под влиянием мелиорации и сельскохозяйственного использования земель.

При разработке природоохранных мероприятий учитывают следующие объекты природы: почву, недра, воды (поверхностные и подземные), леса и зеленые насаждения (флору), животный мир (фауну), воздушную среду, ландшафт, редкие и достопримечательные природные объекты и комплексы.

При проектировании мелиоративных систем и сооружений соблюдают следующие требования:

размещают мелиоративные системы и сооружения с учетом экологической значимости природных объектов осваиваемого района;

предусматривают повторное использование сбросных и дренажных вод;

создают специальные инженерные сооружения или устройства и проводят необходимые мероприятия (водоочистные, противоэрозионные, лесозащитные, рыбозащитные, рыбопропускные, переходы для животных через каналы и наземные трубопроводы) с учетом технологии сельскохозяйственного производства;

производят сброс вод с мелиоративных систем в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

Границы мелиоративной системы, строительных площадок и трасс, места расположения водозаборных и водосбросных сооружений назначают с учетом:

территориальных комплексных схем охраны окружающей природной среды, схем охраны вод малых рек;

границ имеющихся заповедников, заказников, территорий (акваторий) обитания особо охраняемых видов флоры и фауны, памятников природы и статуса их охраны;

данных по местам обитания и миграции ценных, редких, исчезающих, особо охраняемых видов флоры и фауны и статуса их охраны;

данных по местам обитания, массовой концентрации (мест размножения, нагула, зимовки), миграциям промысловых и хозяйственно ценных видов флоры и фауны.

Подлежащие защите природные объекты (вода, почва, воздух, флора, фауна) устанавливают на основании:

зоогеографической, охотохозяйственной, геоботанической, почвенной, лесохозяйственной и гидрогеологической характеристик месторасположения мелиоративной системы и прилегающих территорий в пределах зоны понижения или повышения уровня грунтовых вод;

ихтиологической, рыбохозяйственной, гидрологической, гидробиологической, гидрохимической характеристик акватории (зона 2000 м выше и 2000 м ниже створа водозаборного или водосбросного сооружения) водоисточника или водоприемника;

сведений о санитарно-эпидемиологической обстановке;

данных об особо охраняемых видах флоры и фауны, памятниках природы, заповедниках, находящихся в зоне влияния мелиоративной системы и сооружений.

Состав и тип природоохранных мероприятий, сооружений и устройств назначают на основании данных, характеризующих современное и прогнозируемое состояние (по физическим, химическим, биологическим показателям) природных объектов в увязке с типом, параметрами, режимом работы мелиоративной системы и сооружений.

Мероприятия по охране земель должны предусматривать:

нормированное осушение земель, исключающее как недосушку, так и чрезмерное осушение;

нормированное орошение земель, исключающее как заболачивание, так и вторичное засоление;

создание противоэрозионных сооружений в комплексе с другими мероприятиями на орошаемых и осушаемых территориях для прекращения развития овражной сети;

предотвращение дефляционных процессов при освоении песчаных земель под орошение путем их окультуривания и посева культур-освоителей;

использование промышленных и животноводческих стоков в целях повышения плодородия малопродуктивных почв и охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения;

исключение недопустимых затоплений и подтоплений земель при сооружении водохранилищ;

использование маломощных торфяников под травы, введение травопольных севооборотов на мощных торфяниках;

залесение песчаных низкопродуктивных земель, расположенных в пределах объектов осушения;

рекультивацию и вовлечение в сельскохозяйственный оборот земель из-под карьеров строительных материалов, торфяных карьеров, а также старых дорог, снесенных хуторов и т. п.;

борьбу с водной и ветровой эрозией.

Для предотвращения эрозии предусматривают сохранение куртин леса и отдельных деревьев, посадку водоохранных лесных полос вдоль крупных каналов и по берегам водохранилищ, залесение непригодных для земледелия участков. Противоэрозионные лесополосы защищают почвы от смыва, берега — от размыва, каналы и водохранилища — от заиления. Во избежание эрозии истоки каналов, проходящих в тальвегах, должны быть закреплены.

Первостепенное значение имеют противопожарные мероприятия на системах, построенных на торфяных почвах. Они включают устройство противопожарных полос, отделяющих осушенные торфяники от населенных пунктов, лесных массивов с хвойными породами, железных и шоссейных дорог, электрических подстанций (минимальная ширина полос соответственно составляет 300, 100, 30 и 20 м) и источников противопожарного водоснабжения.

Расход воды на тушение пожара на расчетном участке площадью не более 10 км^2 из одного водоисточника ($Q_п$, м^3/ч) определяют по эмпирической формуле

$$Q_п = 160\sqrt{F},$$

где 160 — расход воды на тушение 1 км фронта пожара, м^3/ч;
F — площадь участка, м^2.

Необходимую вместимость или расход водоисточника устанавливают из расчета тушения одного пожара продолжительностью 2 суток. При недостатке воды в водоисточнике (река, канал, оросительный трубопровод) в расчете на год 75%-ной обеспеченности предусматривают сооружение противопожарных водоемов вместимостью не менее 100 м^3 с глубиной мертвого объема не менее 0,5 м и средней глубиной воды в бесснежный период не менее 1,5 м.

Система мероприятий по охране вод включает создание прибрежных водоохранных зон по берегам рек и крупных каналов (ширину их устанавливают местные Советы народных депутатов в зависимости от протяженности реки; она может составлять 300—1000 м и более), охрану водоемов и водотоков от загрязнения и истощения, мелиорацию водоемов (очистку от сапропеля, разведение растительноядных рыб), охрану подземных вод.

Под влиянием осушения земель возможно понижение УГВ на прилегающей к осушительной системе территории и, как следствие этого, в водозаборных колодцах (на расстоянии до 3 км он редко понижается более чем на 30 см), изменение водного режима почв и растительности в пределах приболотного пояса. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании и строительстве осушительных систем.

Мероприятия по охране водных ресурсов разрабатывают в комплексе с другими природоохранными мероприятиями бассей-

на, региона. На мелиоративных системах и прилегающих территориях предусматривают охрану вод от истощения и загрязнения с учетом принятых санитарно-гигиенических норм и правил.

При использовании водных объектов мелиоративной системы или источников, находящихся в зоне ее влияния, для хозяйственно-питьевого водоснабжения требования к охране источника и водопроводных сооружений устанавливают в соответствии с нормами водоснабжения и канализации населенных пунктов.

Охрана флоры при осушении предусматривает сохранение редких видов растительности (ягодники, лекарственные растения, лесопарки и др.), ценных кормовых угодий, создание резерватов и заповедников.

При размещении, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых, реконструкции и расширении существующих мелиоративных объектов на рыбохозяйственных водоемах предусматривают сохранение рыбных запасов, а при строительстве плотин — полное использование водохранилищ под рыбное хозяйство и увеличение запасов ценных видов рыб.

Мероприятия по охране ландшафтов должны обеспечивать сохранение отдельных элементов ландшафта, имеющих научную и эстетическую ценность. К ним относятся рощи, группы деревьев и отдельные деревья, водопады, родники, геологические обнажения, курганы, памятники природы и культуры.

Составная часть охраны природы — рекреационные мероприятия (очистка водоемов, устройство мест для купания на каналах, пляжей и т. п.).

17. Укрупненные нормативы капитальных вложений в мелиорацию

Нормативы капитальных вложений рассчитаны на 1 га мелиорируемой площади (нетто) и служат для определения общего объема капитальных вложений в водохозяйственное строительство и реконструкцию при планировании, составлении региональных схем и технико-экономических докладов по перспективам развития мелиорации.

Значительное превышение в проектах величины удельных капитальных вложений над нормативами допускается лишь в случае соответствующего обоснования экономической эффективности и хозяйственной необходимости строительства данных объектов.

168. Укрупненный норматив на строительство оросительных систем (кроме рисовых) сметной стоимостью более 3 млн. руб., руб/га

Экономический район, край, область, автономная республика	Укрупненный норматив	В том числе		Кроме того		
		строительно-монтажные работы	оборудование	природоохранные мероприятия	дополнительные затраты	
					на электроэнергию	на межхозяйственные дороги
Нечерноземная зона	3230	2550	340	70	20	20
Центрально-Черноземный	3260	2500	460	110	20	60
Поволжский:	3490	2820	390	140	40	140
Саратовская и Куйбышевская области	3280	2600	380	140	40	140
Астраханская, Волгоградская области, Калмыцкая АССР	3790	2990	450	140	40	140
Волго-Ахтубинская пойма	4590	3630	510	180	40	140
остальные области и автономные республики	3090	2410	370	140	40	140
Северо-Кавказский:	3490	2730	410	110	40	40
Краснодарский край и автономные республики	3390	2640	410	110	40	40
Ставропольский край	3310	2580	400	110	40	40
Ростовская область	3790	2970	440	110	40	40
Западно-Сибирский	3550	2760	380	80	20	30
Восточно-Сибирский	3350	2750	230	80	20	40

Нормативами учтен весь комплекс работ, предусматриваемых сводной схемой (независимо от источников финансирования) технического (технорабочего) проекта на мелиоративное строительство с учетом существующих территориально-климатических и сейсмических коэффициентов, включая стоимость объектов строительства для службы эксплуатации.

Затраты, относящиеся к строительству орошаемых пастбищ и сенокосов (устройство ограждений, скотопрогонов, залужений), отнесены (в размере в среднем 460 руб/га) к стоимости сельскохозяйственного строительства и учтены в Укрупненных нормативах удельных капитальных вложений в сельское строительство и освоение мелиорированных земель.

Нормативы для различных видов работ по мелиорации земель сметной стоимостью до 3 и более 3 млн. руб. приведены в таблицах 168 и 169.

169. Укрупненный норматив на строительство оросительных систем (кроме рисовых) сметной стоимостью менее 3 млн. руб., руб/га

Экономический район, край, область, автономная республика	Укрупненный норматив	В том числе		Кроме того (природоохранные мероприятия)
		строительно-монтажные работы	оборудование	
Северо-Западный	2200	1750	180	70
Центральный	2180	1640	250	80
Волго-Вятский	2280	1820	210	50
Центрально-Черноземный	2720	2010	410	110
Поволжский:	2550	1880	390	140
Саратовская и Куйбышевская области	2450	1940	240	140
Волгоградская область	2580	1780	570	140
Астраханская область	3980	3050	610	140
Волго-Ахтубинская пойма	3710	2860	510	160
остальные области и автономные республики	2280	1740	320	140
Северо-Кавказский	2200	1740	270	110
Уральский	2680	2150	250	60
Западно-Сибирский:	3080	2440	290	60
Новосибирская область	2800	2260	280	60
Алтайский край и другие области	3200	2560	310	60
Восточно-Сибирский	2660	2080	310	80
Дальневосточный	3910	2890	480	110

Нормативами в отдельных зонах учтено строительство водохранилищ для орошения с удельной стоимостью до 1000 руб/га. При включении в план строительства водохранилищ для орошения стоимостью от 1000 до 1500 руб/га к нормативам применяется коэффициент 1,2—1,3, стоимостью от 1500 до 2500 руб/га — коэффициент — 1,3—1,5. Стоимость водохранилищ более 2500 руб/га в нормативы не включается, а учитывается отдельно.

Нормативами учтено строительство водохранилищ (прудов) для орошения с удельной стоимостью до 700 руб/га. При включении в план строительства водохранилищ для орошения стоимостью от 700 до 1200 руб/га к нормативам применяется коэффициент 1,1—1,3, стоимостью от 1200 до 2000 руб/га — 1,3—1,6, стоимость водохранилищ более 2000 руб/га в нормативы не включается, а учитывается отдельно. Нормативы не учитывают строительство оросительных систем из подземных водоисточников, при котором применяется коэффициент 0,5—0,7.

В таблице 170 приведен норматив на строительство крупных рисовых систем (более 3 тыс. га). При включении в план строительства систем менее 3 тыс. га данные нормативы корректируют коэффициентом 0,8.

170. Укрупненный норматив на строительство рисовых оросительных систем, руб/га

Экономический район	Укрупненный норматив	В том числе		Кроме того		
		строительно-монтажные работы	оборудование	природоохранные мероприятия	дополнительные затраты	
					на электроснабжение	на межхозяйственные дороги
Поволжский	5660	4760	360	140	40	140
Северо-Кавказский	4290	3610	270	110	40	40
Дальневосточный	6490	5660	180	110	30	50

В норматив по Дальнему Востоку включены затраты на предварительное осушение земель в размере около 500 руб/га. В норматив по Северному Кавказу не включены дополнительные затраты на осушение земель при освоении приазовских плавней. Они учтены в таблице 171.

171. Укрупненные нормативы на строительство осушительных систем, руб/га

Экономический район, край, область, автономная республика	Осушение открытыми каналами			Осушение закрытым дренажем		
	укрупненный норматив	в том числе строительно-монтажные работы	кроме того (природоохранные мероприятия)	укрупненный норматив	в том числе строительно-монтажные работы	кроме того (природоохранные мероприятия)
Северо-Западный и Северный:	1010	910	60	1480	1320	60
Ленинградская и Вологодская области	800	720	60	1460	1310	60
Псковская и Новгородская области	640	580	60	1220	1100	60
Архангельская область	890	800	60	1320	1190	60
Карельская АССР	1760	1580	60	2060	1850	60
Мурманская область	3680	3310	60			
Центральный	940	850	60	1450	1320	60
Центрально-Черноземный	720	660				
Поволожский (Башкирская АССР, Татарская АССР)	760	680	—	1360	1220	—
Северо-Кавказский	730	660	—	1140	1020	—
Волго-Вятский	740	670	30	1400	1260	30
Уральский	1020	920	40	1350	1220	40
Западно-Сибирский:	1220	1100	40	1410	1270	40
Новосибирская и Тюменская области	1240	1120	40	—	—	—
Алтайский край и другие области	1130	1020	40	—	—	—
Восточно-Сибирский	1230	1090	50	1520	1570	40
Дальневосточный	1730	1560	120	2980	2680	120
Приморский край	1280	1150	120	3220	2900	120
Хабаровский край, Якутская АССР	2010	1810	120	3060	2750	120
Амурская область	1660	1490	120	2540	2290	120
Сахалинская область	2520	2270	120	4800	4320	120
Камчатская область	2350	2110	120	—	—	—
Калининградская область				—	—	—

Примечание. В Центральном и Дальневосточном районах, а также в Калининградской области при использовании польдерного осушения нормативы составляют соответственно 2580, 4800 и 2060 руб/га; в Западно-Сибирском районе для осушительно-увлажнительных систем — 1860 руб/га.

Нормативы на строительство пастбищ и сенокосов, создаваемых в виде отдельных орошаемых участков вне комплекса оросительных систем, приведены в таблице 172. В них учтено строительство стационарных и полустационарных систем для орошения пастбищ и сенокосов. При применении передвижных станций и разборных трубопроводов нормативы следует корректировать коэффициентом 0,6.

172. Укрупненный норматив на строительство орошаемых пастбищ и сенокосов, руб/га

Экономический район, край, область, автономная республика	Укрупненный норматив	В том числе		Кроме того (природоохранные мероприятия)
		строительно-монтажные работы	оборудование	
Северо-Западный	2090	1470	320	70
Центральный	2080	1640	220	80
Волго-Вятский	2190	1680	210	50
Центрально-Черноземный	2580	2010	310	110
Поволжский:	2190	1590	390	140
Астраханская область и Волго-Ахтубинская пойма	2360	1670	450	140
остальные области	2080	1480	390	140
Северо-Кавказский:	2100	1730	270	110
Дагестанская АССР	2180	1640	300	110
остальные области, края, автономные республики	2060	1520	270	110
Уральский	2200	1660	290	60
Западно-Сибирский:	2130	1690	230	60
Тюменская область	2290	1790	250	60
Новосибирская и остальные области	2160	1700	230	60
Алтайский край	2190	1760	220	60
Восточно-Сибирский	2690	2290	130	80
Дальневосточный	2980	2290	310	110
Приморский край	2840	2190	310	110
Амурская область и Хабаровский край	3190	2520	310	110
Сахалинская область	3480	2690	350	110

В нормативы не включены затраты на предварительное осушение земель. Если при устройстве орошаемых пастбищ проводятся работы по предварительному осушению участка, то стоимость их определяют дополнительно по соответствующим нормативам (см. табл. 172) с коэффициентом 0,4—0,6.

Нормативами учтено строительство водохранилищ (прудов) для орошения с удельной стоимостью до 500 руб/га. При включении в план строительства водохранилищ стоимостью от 500 до 1000 руб/га к нормативам применяется коэффициент 1,1—1,2, стоимостью от 1000 до 1600 руб/га — 1,2—1,5, стоимостью от 1600 до 2000 руб/га — коэффициент 1,5—1,7. Стоимость водохранилищ с затратами более 2000 руб/га в нормативы не включается, а учитывается отдельно.

Норматив на строительство систем капельного и внутрипочвенного орошения предусматривает орошение садов в среднем до 100 га (табл. 173). При внутрипочвенном орошении других сельскохозяйственных культур применяют коэффициент 1,3—1,5.

173. Укрупненный норматив на строительство систем лиманного, капельного и внутрипочвенного орошения, орошения сточными водами, руб/га

Экономический район, республика	Укрупненный норматив	В том числе	
		строительно-монтажные работы	оборудование
Системы лиманного орошения			
Поволжский	430	390	—
Уральский и Западно-Сибирский	620	560	—
Якутская АССР	2200	1900	—
Системы капельного и внутрипочвенного орошения			
Северо-Кавказский	5180	4570	160
Системы орошения сточными водами: промышленности			
Для всех регионов	3000	2400	360
животноводческих комплексов			
Нечерноземная зона	4890	4170	310
Центрально-Черноземный	4690	3900	390
Поволжский, Северо-Кавказский	5100	4200	420
Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный	6100	5260	290

При строительстве систем орошения сточными водами из существующих животноводческих комплексов в отдельных случаях или при проектировании орошения стоками в особо сложных природных условиях к приведенным нормативам применяется коэффициент 1,2—1,3.

В нормативы не включены работы по предварительному осушению земель. Если при строительстве систем орошения сточными водами проводят предварительное осушение участка, то стои-

мость этих работ определяют дополнительно по соответствующим нормативам (см. табл. 174) с коэффициентом 0,4—0,6.

Нормативами по строительству осушительных систем (см. табл. 172) с закрытым дренажем предусмотрено в основном применение дренажных трубок диаметром 50 мм. При включении в план строительства осушительных систем с преобладанием дренажных трубок диаметром более 50 мм применяют коэффициент 1,1—1,2. Нормативы не предусматривают строительство закрытых собирателей на слабопроницаемых грунтах. При включении в план строительства осушительных систем на минеральных землях в слабопроницаемых глинистых и суглинистых грунтах, когда вместо обычного дренажа предусматривают закрытые собиратели с применением фильтрующего материала, применяют тот же коэффициент.

174. Укрупненный норматив на мелиоративное улучшение, планировку и промывку существующих орошаемых площадей, руб/га

Мероприятие	Укрупненный норматив	В том числе строительно-монтажные работы
Мелиоративное улучшение	850	760
Планировка	390	360
Промывка	240	220

Примечание. Затраты на известкование (гипсование) включены в размере 50% (от их полного объема). Остальные 50% затрат финансируются за счет средств госбюджета, выделяемых на операционные расходы.

Норматив на строительство осушительно-увлажнительных систем предусматривает сооружение систем с закрытым дренажем. При включении в план строительства осушительно-увлажнительных систем с открытыми каналами применяют коэффициент 0,7.

Нормативами учтено строительство водохранилищ для орошения с удельной стоимостью от 500 руб/га (осушительно-увлажнительные системы с применением шлюзования). При включении в план строек с водохранилищами стоимостью более 500 руб/га к нормативам применяют коэффициент 1,1—1,2.

Если проводят работы по повышению водообеспеченности существующих оросительных систем, то затраты определяют в следующих размерах: до 300 руб/га — при проведении работ по увеличению пропускной способности каналов или использованию сбросных вод для орошения, до 600 руб/га — при регулировании водоисточника (строительство или расширение водохранилищ, строительство плотины).

Если на осушаемых землях создают стационарные поливные участки, то данные системы относят к оросительным, а затраты на

осушение определяют дополнительно по соответствующим нормативам с коэффициентом 0,5—0,7 (табл. 174).

Норматив по реконструкции систем предусматривает проведение работ на площади до 2 тыс. га (табл. 175—176). При реконструкции более крупных систем применяют коэффициента 1,2—1,4, при определении стоимости рисовых систем — 1,6—1,7.

Нормативами учтены затраты на проведение следующих работ: замену открытой регулирующей и проводящей сети на закрытую — 80%, совершенствование открытой осушительной — 15%, реконструкцию существующих систем закрытого дренажа — 5%.

175. Укрупненный норматив на реконструкцию действующих оросительных систем, руб/га

Экономический район	Укрупненный норматив	В том числе	
		строительно-монтажные работы	оборудование
Центральный	2110	1830	80
Поволжский	2540	2200	100
Северо-Кавказский	2620	2270	100
Восточно-Сибирский	2490	2160	90

176. Укрупненный норматив на реконструкцию осушительных систем, руб/га

Экономический район	Укрупненный норматив	В том числе строительно-монтажные работы
Северо-Западный	1150	1030
Центральный	1250	1120
Дальневосточный	1980	1790
Калининская область	1550	1390

На Дальнем Востоке в реконструкцию включено обвалование существующих систем в размере 60% от норматива.

Для определения затрат на реконструкцию осушительных систем по видам работ нормативы корректируют следующими коэффициентами: при замене открытой регулирующей и проводящей сети на закрытую — 1,25, при совершенствовании открытой осушительной сети — 0,8, при реконструкции существующих систем закрытого дренажа — 1,1, при реконструкции осушительно-увлажнительных систем (шлюзование) — 1,4—1,5.

Капитальные вложения на реконструкцию сооружений на обводненных ранее пастбищах принимают в размере 75% от приведенных нормативов (табл. 177).

177. Укрупненный норматив на обводнение пастбищ, руб/га

Экономический район	Укрупненный норматив на обводнение				
	из артезианских скважин	из шахтных колодцев	из открытых источников	в степных районах	в горных районах
Поволжский	4	2	—	21	—
Северо-Кавказский	4	2	—	18	51
Уральский	5	2	2	15	—
Западно-Сибирский	8	3	—	16	—
Восточно-Сибирский	8	4	2	—	—

Список литературы

Аверьянов С. Ф. **Борьба с засолением орошаемых земель.** — М.: Колос, 1978.

Айдаров И. П. **Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель.** — М.: Агропромиздат, 1985.

Ахмеджанов М. А. **Эксплуатационная планировка орошаемых земель в аридной зоне.** — М.: Колос, 1982.

Бадаев Л. И., Бейлин Д. Х., Беликов М. П. и др. **Справочник «Мелиорация и водное хозяйство».** — М.: Колос.— 1984.— Т. 2. Строительство.

Гагошидзе М. С. **Селевые явления и борьба с ними.** — Тбилиси, 1970.

Губер К. В. **Дождевальные машины и их применение.** — М.: Россельхозиздат, 1975.

Ельцов Е. И. **Справочник по проведению культуртехнических работ.** — Московский рабочий, 1981.

Зюликов Г. М. **Трубчатые оросительные системы.** — М.: Россельхозиздат, 1982.

Ивицкий А. И. **Основы проектирования и расчетов осушительных и осушительно-увлажнительных систем.** — Минск: Ураджай, 1988.

Калиниченко Н. П., Чернышев В. В., Сариков Ю. М. и др. **Рекомендации по комплексному мелиоративно-хозяйственному освоению овражно-балочных земель.** — М.: Изд-во ВНИИЛМ, 1984.

Камышенцев Л. А., Новиков Б. П., Петров Л. А. и др. **Механизация работ по ремонту и содержанию осушительных систем.** — Л.: Колос, 1982.

Комплексное применение средств химизации с поливной водой при дождевании (рекомендации). — М.: Изд. Госагропрома СССР, 1988.

Костяков А. Н. **Избранные труды в двух томах.** — М.: Сельхозгиз, 1961.

Косоуров Ю. Ф. **Рекомендации по закреплению и мелиоративно-хозяйственному освоению овражно-балочных и крутосклонных земель в Башкирском Предуралье.** — М.: Изд-во ВНИИЛМ, 1984.

Логинов Б. И., Стройная С. А. **Рекомендации по размещению и технологии выращивания защитных лесных насаждений на орошаемых землях южно-степных районов Украины и РСФСР.** — Киев, 1985.

Логинов В. П., Шуссер Л. М. **Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению.** — М.: Колос, 1980.

Малые реки//Сб. **Вопросы географии.** — Вып. 118. — М.: Мысль, 1981.

Маслов Б. С., Минаев И. В. **Мелиорация и охрана природы.** — М.: Россельхозиздат, 1985.

Маттис Г. Я., Павловский Е. С. и др. **Справочник агролесомелиоратора.** — М.: Лесная промышленность, 1984.

Мурашко А. И., Сапожников Е. Г. **Защита дренажа от заиления.** — Минск: Ураджай, 1978.

Окультуривание и сельскохозяйственное использование мелиорируемых земель/РД—33—3.5—01—8. — М.: Изд-во Минводхоза СССР, 1983.

Павловский Е. С., Зверхановский Н. В., Тарасюк В. Н. и др. **Рекомендации по коренной мелиорации размытых склоновых земель для сельскохозяйственных целей.** — Волгоград.: Изд-во ВНИАЛМИ, 1982.

Панадиади А. Д. **Проблемы мелиоративного устройства Нечерноземной зоны.** — М.: Колос, 1974.

Потоцкий Г. С., Лазарчук Н. А, Стрелец Б. И. и др. **Мелиорация и освоение переувлажненных земель содового засоления.** — Львов: Вища школа, 1983.

Почвозащитное земледелие на склонах/Под ред. Каштанова А. Н. — М.: Колос, 1983.

Практическое руководство по технологиям улучшения и использования сенокосов и пастбищ лесной зоны. — М.: Агропромиздат, 1987.

Рекомендации по окультуриванию и сельскохозяйственному использованию мелиорируемых торфяных почв. — М.: Изд-во. ВНИИГиМ, 1986.

Рекомендации по проектированию и технологии выращивания защитных лесных насаждений на орошаемых землях. — Волгоград: Изд-во ВНИАЛМИ, 1986.

Рекомендации по снятию плодородного слоя почвы при производстве горных, строительных и других работ. — М.: Колос, 1983.

Руководство по химической мелиорации содовых солонцов-солончаков/ ВТР—С—19—82. — М.: Изд-во Минводхоза СССР, М., 1982.

Сабо Е. Д., Иванов Ю. Н., Шатилло Д. А. **Справочник гидролесомелиоратора.** — М.: Лесная промышленность, 1981.

Сандигурский Д. М., Безродной И. А. **Механизация поливных работ.** — Колос, 1983.

Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации/Под ред. Маркова Е. С. — М.: Колос, 1981.

Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986—1995 гг. — Часть III. Мелиорация. — М.: Изд-во Госагропрома СССР, 1988.

Сидько А. А., Мясищев С. И., Баякина В. П. и др. **Комплексная мелиорация солончаковых и солонцовых почв при орошении.** — М.: Агропромиздат, 1985.

Справочник по механизации орошения/Под ред. Б. Г. Штепы. — М.: Колос, 1979.

Структурная мелиорация торфяно-болотных почв/Составитель Белковский В. И. — М.: Колос, 1973.

Телешек Ю. К., Чернецкий А. И., Иващенко С. С. **Хозяйское использование овражно-балочных земель.** — Киев: Урожай, 1985.

Шульгин А. М. **Мелиоративная география.** — М.: Высшая школа, 1980.