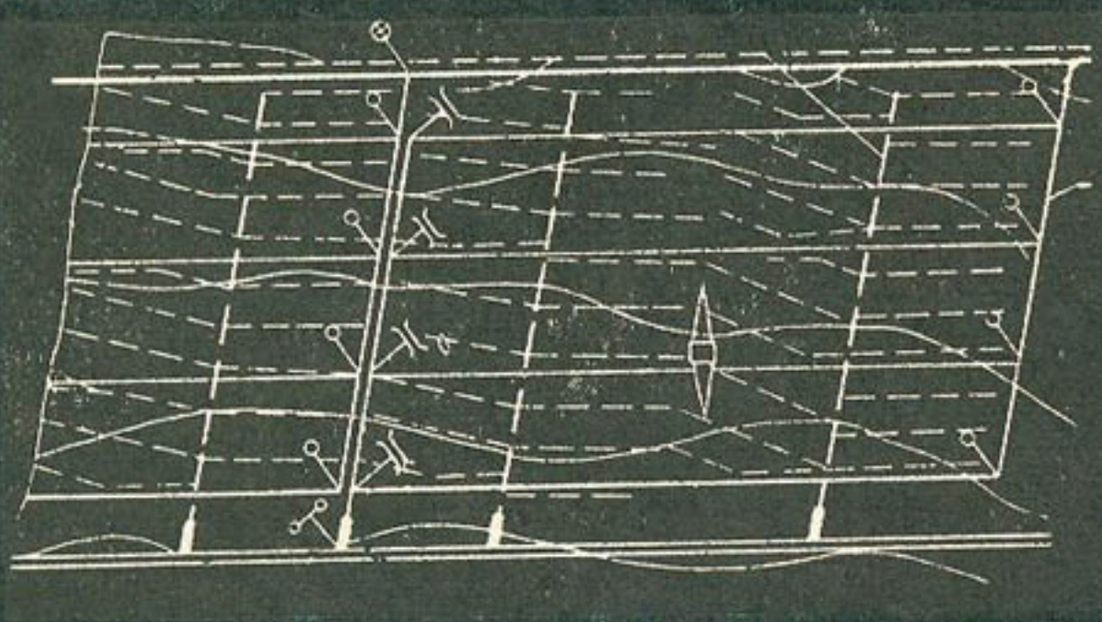
0-2

Эксплуатация гидромелиоративных систем



631.6

УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ
ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕХНИКУМОВ

Эксплуатация гидромелиоративных систем

Допущено Управлением кадров Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР в качестве учебного пособия для техникумов по специальности «Гидромелиорация»

МОСКВА «КОЛОС» 1980

ББК 40.62
Э41
УДК 631.6.004 : 626.87.004(075.3)

Авторский коллектив:

В. И. Ольгаренко, П. А. Волковский, В. С. Станкевич, Б. М. Пакшин

Введение, главы 1—11, 20 и 21 написаны В. И. Ольгаренко, главы 15, 16, 18 и 19 — П. А. Волковским, главы 12—14 — В. С. Станкевичем, практические работы — Б. М. Пакшиным, глава 17 подготовлена совместно В. И. Ольгаренко и П. А. Волковским.

Эксплуатация гидромелиоративных систем/ Э 41 В. И. Ольгаренко, П. А. Волковский, В. С. Станкевич, Б. М. Пакшин. — М.: Колос, 1980. — 352 с., ил. — (Учебники и учеб. пособия для с.-х. техникумов).

В учебном пособии наряду с вопросами эксплуатации оросительных систем рассмотрены борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель и противофильтрационные мероприятия. Изложены приемы эксплуатации осушительных систем, регулирования водного режима на полях, переустройства и улучшения этих систем. Освещены ремонтные работы. Большое внимание уделено организации службы эксплуатации и автоматизации мелиоративных систем.

Э $\frac{40305-250}{035(01)-80}$ 67—80. 3802030000

ББК 40.62
631.6

© Издательство «Колос», 1980

Введение

§ 1. Предмет и содержание курса «Эксплуатация гидромелиоративных систем». Задачи эксплуатации

Эксплуатация гидромелиоративных систем — это комплекс водохозяйственных, организационных и технических мероприятий по регулированию водного режима мелиорируемых земель; поддержанию всех объектов, сооружений, оборудования, технических средств и устройств в исправном состоянии; обеспечению хорошего мелиоративного состояния земель; совершенствованию гидромелиоративных систем. Курс «Эксплуатация гидромелиоративных систем» делится на эксплуатацию оросительных систем, эксплуатацию осушительных систем, эксплуатацию систем специального назначения. К системам специального назначения относят обводнительные, обводнительно-оросительные, лиманного орошения, а также системы, использующие для орошения сточные воды.

В курсе рассмотрены вопросы организации службы эксплуатации на системах, рационального планирования и организации внутрихозяйственного водопользования и системного водораспределения на оросительных системах, а также регулирование водного режима в корнеобитаемом слое почвы на осушаемых массивах. Уделено внимание рассмотрению вопросов повышения коэффициента полезного действия систем, мероприятий по предупреждению и борьбе с засолением орошаемых земель и улучшения их мелиоративного состояния, содержанию каналов, гидротехнических сооружений, вспомогательных служб эксплуатации, технических средств и устройств, обеспечивающих процессы автоматизации на системах.

Освещены вопросы улучшения, переустройства и развития гидромелиоративных систем.

Таким образом, основными задачами эксплуатации гидромелиоративных систем являются регулирование водного режима мелиорируемых земель, поддержание в технически исправном состоянии всех объектов на системе с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

§ 2. Основные этапы развития мелиорации земель в СССР

Развитие сельскохозяйственного производства во многом определяется многообразием природных условий страны. По степени естественной влагообеспеченности сельскохозяйственные угодья страны распределяются следующим образом, % пашни: в зоне достаточного увлажнения — 1, недостаточного увлажнения — 59, в засушливой зоне — 40.

В районах достаточного увлажнения сельскохозяйственные угодья требуют осушительных, химических и других мелиораций. В районах недостаточного увлажнения необходимо орошение в комплексе с химизацией и другими факторами интенсификации сельскохозяйственного производства. В засушливой зоне земледелие невозможно без орошения. Важным условием для этой зоны является также обводнение пастбищ и населенных пунктов.

Таким образом, в каждой климатической зоне мелиорации имеют характерные для данной зоны особенности и наряду с другими мероприятиями направлены на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Мелиорация земель — важнейшее средство эффективности действия всех факторов интенсификации сельскохозяйственного производства, что создает необходимые условия для обеспечения потребностей народного хозяйства в сырье и дальнейшего роста благосостояния советского народа.

С давних времен в нашей стране орошение развивалось в Средней Азии, Закавказье и отдельных районах Казахстана. В 1913 г. мелиоративный фонд России составлял 7,2 млн. га, в том числе орошаемых земель 4 и осушенных 3,2 млн. га.

С первых дней Советской власти в стране большое внимание уделялось развитию мелиоративных работ. С 1917 г. по 1922 г. Советское государство неоднократно выделяет средства на проведение мелиоративных работ в Голодной и Муганской степях. Эти мероприятия позволили восстановить мелиоративные системы и улучшить их качество.

С 1925 г. намечается новый рост орошаемых площадей. В этот период усиливается внимание к проведению эксплуатационных мероприятий на системах.

В 1930—1935 гг. в период массовой коллективизации сельского хозяйства страны осуществляется крупное мелиоративное строительство. Наряду с этим еще большее внимание уделяется вопросам реконструкции оросительных систем и эксплуатационным работам на них. В 1939—1944 гг. начинают применять новые приемы эксплуатации мелиоративных систем, новое их оснащение. Большое внимание уделяют подготовке кадров инженерных работников, способных правильно решать вопросы эксплуатации систем и крупных сооружений.

Майский (1966 г.) Пленум ЦК КПСС наметил широкую программу мелиоративного строительства в стране. С этого года начинается период мощного мелиоративного строительства. Большое внимание уделяют дальнейшему техническому совершенствованию гидромелиоративных систем и прогрессивным методам их эксплуатации. Строят технически совершенные гидромелиоративные системы с автоматизацией как отдельных процессов, так и систем в целом.

В решениях XXV съезда КПСС намечена грандиозная программа дальнейшего расширения орошаемых и осушаемых земель, технического совершенствования и применения новых методов эксплуатации гидромелиоративных систем. За десятую пятилетку намечено ввести 4,1 млн. га новых орошаемых земель и осушить 4,7 млн. га.

Постановлением Совета Министров СССР утвержден «Устав эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства СССР», в котором рассмотрены вопросы организации и руководства, права и обязанности эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства страны; предусмотрен порядок организации водопользования, права и обязанности водопользователей; установлен порядок пользования землями,

предоставленными эксплуатационной службе, а также охрана мелиоративных систем и сооружений; установлена соответствующая ответственность за нарушение Устава.

В постановлении июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС подчеркнуто исключительно важное значение взятого партией курса на специализацию и концентрацию сельскохозяйственного производства на базе межхозяйственной кооперации и агропромышленной интеграции. Намечены пути по коренному улучшению использования и повышения плодородия мелиорированных земель, ликвидации отставания их хозяйственного освоения.

§ 3. Классификация гидромелиоративных систем

Гидромелиоративная система — это комплекс каналов, гидротехнических сооружений, дрен, коллекторов и других различных устройств и оборудования, обеспечивающих оптимальное регулирование водного режима мелиорируемых земель. Гидромелиоративные системы могут быть: оросительные, обводнительные и осушительные.

Оросительные системы бывают межхозяйственные, обслуживающие несколько хозяйств, и внутрихозяйственные, обслуживающие одно хозяйство.

По характеру обслуживания районов орошения различают четыре типа систем: системы хлопковых районов орошения; рисовые системы; системы засушливых районов с недостаточным естественным увлажнением; системы пригородных районов.

По природным особенностям массивов, на которые подается вода, разделяют три типа систем:

системы предгорного типа — расположены на горных конусах выноса. Характеризуются незначительной протяженностью холостой части магистрального канала, большим числом веерообразных каналов двустороннего командования, значительными фильтрационными потерями из каналов;

системы долинного типа — расположены на террасах рек. Отличаются удлиненной холостой частью магистрального канала. Распределительная сеть характеризуется параллельно расположенными каналами одностороннего командования, сосредоточенными группами по террасам долин. Фильтрация нормальная;

системы дельтового типа — расположены в дельтах рек и имеют, как правило, длинные магистральные каналы. Распределительная сеть представлена веерообразными каналами. Мелиоративное состояние орошаемой территории тяжелое.

Оросительные системы по своей конструкции могут быть открытыми, закрытыми и комбинированными. По способу забора воды из водоисточника строят системы с плотинным водозабором, с бесплотинным водозабором, с машинным водоподъемом, с водозабором из артезианских скважин.

Закрытые оросительные системы могут быть двух типов: с использованием естественного напора (при закрытой или комбинированной сети) с механической подачей воды в закрытую сеть.

Комбинированные оросительные системы включают крупные магистральные или распределительные каналы открытого типа и закрытые трубопроводы, подводящие воду непосредственно к регулирующей сети.

Раздел первый

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Глава 1

ОСНОВЫ ПЛАНОВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

§ 4. Задачи планового водопользования

Плановое водопользование на оросительной системе — это комплекс организационных и технических мероприятий, осуществляемых на орошаемых землях с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Плановое водопользование — основа оперативной деятельности как оросительной системы в целом, так и отдельных водопользователей. В задачу планирования входит определение величины забора воды из источника орошения, своевременная и в нужные сроки подача ее водопользователям в необходимых объемах с последующим рациональным распределением по орошаемым участкам хозяйств, проведение эксплуатационных работ по поддержанию оросительной сети в технически исправном состоянии. В планах предусматривают порядок проведения поливов сельскохозяйственных культур с необходимыми организационными и техническими мероприятиями по их правильному выполнению. Поэтому водопользование является неотъемлемой частью общего технологического процесса производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях, а внутрихозяйственный план водопользования — частью производственно-финансового плана хозяйства. Это обстоятельство дает возможность не только целенаправленно проводить работы, предусмотренные планом водопользования, но также осуществлять необходимый контроль со стороны специалистов хозяйств и управлений оросительных систем.

Невыполнение указанных мероприятий приводит к неправильному использованию оросительной воды, ухудшению технического состояния сети и мелиоративного состояния орошаемых земель и в конечном итоге к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

§ 5. Развитие водопользования в СССР

С развитием социалистического сельского хозяйства осуществлялась разработка теории и применение на практике планового водопользования. Впервые методика планового распределения оросительной воды между крупными районами орошения была разработана профессором Н. А. Янишевским. В ней были предложены принципы составления и проведения планов водопользования, систематизированы имеющиеся нормы и сроки поливов сельскохозяйственных культур, изложены методы определения потерь воды из каналов и способы их уменьшения, даны основы расчета вододеления. С этого времени плановое водопользование стало основой деятельности оросительных систем. Внедрение методики на оросительных системах Средней Азии и Закавказья позволило осуществить плановую подачу воды, что обеспечило бесперебойное снабжение ею всех водопользователей, находящихся в районе расположения системы. Так, в 1927 г. плановое водопользование было введено на трех оросительных системах, обеспечивающих подачу воды на 63,5 тыс. га. К 1929 г. по планам водопользования работало 18, а к 1930 г.—57 оросительных систем, обслуживающих площади орошения соответственно 1,12 и 1,36 млн. га.

В годы (1930—1935 гг.) массовой коллективизации сельского хозяйства и роста его оснащенности еще большее внимание уделяется вопросам планового водопользования, реконструкции оросительной сети, проведению эксплуатационных работ. Особое внимание уделяется совершенствованию способов и техники полива сельскохозяйственных культур.

В 1938 г. под руководством академика И. А. Шарова были разработаны правила технической эксплуатации оросительных систем. В этих правилах впервые была выдвинута идея диспетчеризации систем как основы оперативной их деятельности при осуществлении планового водораспределения. Были сформулированы основные положения по наблюдению за мелиоративным состоянием орошаемых земель.

С 1949 г. большое внимание уделяется вопросам освоения орошаемых земель, улучшению технического состояния и особенно эксплуатации оросительных систем.

1950 г. — начало нового этапа в развитии гидромелиоративной науки и практики. В этом году было принято постановление Совета Министров СССР о переходе на новую систему орошения, сущность которой заключалась в замене мелкой постоянной сети каналов временными оросителями. Эти прогрессивные меры, безусловно, сказались на организации и проведении планового водопользования.

В 1951 г. Министерство сельского хозяйства СССР утвердило «Методические указания по составлению и проведению планов водопользования на орошаемых землях». В основу этой методики, разработанной сотрудниками ВНИИГиМ, был положен принцип полного соответствия подачи и потребности в оросительной воде в каждом орошаемом хозяйстве с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. До этого водопользование планировалось только по межхозяйственным каналам. Теперь же планирование осуществлялось «снизу» путем определения полной потребности каждого водопользователя в воде с последующим установлением общего размера забора воды в голове оросительной системы и порядка ее распределения по системе. Таким образом, планирование стали проводить поэтапно: сначала составляют хозяйственные планы водопользования по колхозам и совхозам, в которых определяют объем, порядок и сроки подачи воды хозяйствам, организацию проведения поливов. На основе этих планов составляют системные планы водораспределения.

Последующие годы характеризуются высокими темпами гидромелиоративного строительства, технического совершенствования гидромелиоративных систем, значительного улучшения техники и способов полива сельскохозяйственных культур. Большие изменения претерпели принципы водораспределения на гидромелиоративных системах.

С учетом указанных изменений были разработаны «Временные рекомендации по составлению и проведению планов водопользования на оросительных системах Северного Кавказа», утвержденные научно-техническим советом Минводхоза РСФСР в качестве пособия для

работников колхозов, совхозов и других водохозяйственных организаций.

В основу разработанной методики положен существующий ранее принцип поэтапного планирования. Однако внутрихозяйственное планирование на сегодняшний день осуществляется с учетом достижений передовой науки и практики. Это внесло существенные изменения в планирование внутрихозяйственного водопользования, хотя основная идея осталась прежней — получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Таким образом, данная методика внесла изменения прежде всего в технологию и процесс планирования как внутрихозяйственного водопользования, так и системного водораспределения. Впервые в этой методике при планировании водопользования предусмотрено проведение всех видов ремонтных работ по всем объектам оросительной системы и в орошаемых хозяйствах, что способствует поддержанию гидротехнических сооружений и других объектов в технически исправном состоянии и обусловливает в конечном итоге своевременную подачу воды потребителям и рациональное ее распределение внутри хозяйств. Большое внимание уделено планированию и ремонту мелиоративной техники и поливного инвентаря, а также укомплектованию необходимыми кадрами орошаемых хозяйств и службы эксплуатации оросительной системы. Предложена методика планирования производства работ и поливов по отделениям, звеньям и орошаемому хозяйству в целом.

Методика планирования системного водораспределения основана на принципах диспетчеризации, впервые высказанных академиком И. А. Шаровым, с учетом современных методов автоматизации оросительных систем.

Обобщение опыта организации водопользования и результатов внедрения данной методики на оросительных системах Ростовской области определили дальнейшие пути совершенствования планирования водопользования.

Анализ полученных данных позволил установить, что методика развернутого подробного внутрихозяйственного планирования на сегодняшний день требует другого методологического подхода. При развернутом планировании требуется затрата большого количества времени специалистами орошаемых хозяйств на составление планов. В то же время ежегодно в результате по-

годных, гидрологических и других условий плановые показатели резко меняются и внутрихозяйственные планы подвергаются корректировке. Поэтому стало целесообразным перейти на новую методику планирования, сущность которой заключается в составлении на первом этапе сокращенного внутрихозяйственного плана водопользования с определением основных показателей по укрупненным нормативам. В плане предусматривают выделение лимита оросительной воды за декаду вегетационного периода по каждому хозяйству, который определяется и выдается водопользователю оросительной системой. На основе этих планов осуществляется второй этап планирования — составление системных планов водораспределения.

В данной методике важное значение придается проведению в жизнь внутрихозяйственных планов на основе оперативных, ежедекадных планов-заявок на оросительную воду, с обязательной отчетностью по проведенным поливам за прошедшую декаду.

Дальнейшее развитие водопользования должно быть связано с диспетчеризацией всех производственных процессов на системе с широким применением электронно-вычислительных машин. Большое внимание должно быть уделено вопросам многолетнего планирования водопользования.

Глава 2

СОСТАВЛЕНИЕ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

§ 6. Условия и порядок планирования водопользования

Внутрихозяйственный план водопользования составляют в каждом хозяйстве, имеющем орошаемую площадь любых размеров независимо от конструкции системы (открытая, закрытая) и формы обеспечения водой для полива сельскохозяйственных культур (государственная система или местный водоем).

При планировании водопользования необходимо соблюдать следующие основные условия.

1. Водопользователи должны быть обеспечены оросительной водой в оптимальных объемах с доведением

ее в необходимых количествах и в нужные агротехнические сроки до растений.

2. Оросительная вода, поданная в хозяйство, должна быть рационально распределена и полностью использована на поливы сельскохозяйственных культур.

3. План подачи воды в хозяйство обязательно увязывают с планом агротехнических мероприятий, проводимых в межполивной период, а также с планом эксплуатационных мероприятий, направленных на поддержание каналов, сооружений и другого оборудования в технически исправном состоянии.

4. Хозяйство должно иметь фактические данные по структуре посевов на орошаемых землях, режимам орошения сельскохозяйственных культур и коэффициентам полезного действия (к. п. д.) оросительных каналов.

Внутрихозяйственный план водопользования — один из основных документов, который определяет прежде всего взаимоотношения водопользователей с управлениями эксплуатации оросительных систем. Он представляет собой первичный документ, в котором отражена как общая потребность хозяйства в оросительной воде, так и по отдельным периодам вегетации.

Внутрихозяйственный план водопользования состоит из: плана подачи воды в хозяйство и ее распределения по внутрихозяйственной оросительной сети; плана полива; плана эксплуатационных мероприятий и составляется гидротехниками и агрономами хозяйств под руководством главного агронома.

В плане водопользования должен предусматриваться круглосуточный полив сельскохозяйственных культур как дождевальными машинами, так и при поверхностном поливе.

Составленный внутрихозяйственный план водопользования подписывает руководитель, главный агроном и гидротехник хозяйства, а затем его дают на рассмотрение в районные производственные управления сельского хозяйства при райисполкомах и в управления оросительных систем (для хозяйств, расположенных на государственных оросительных системах).

Районные производственные управления сельского хозяйства проверяют, соответствуют ли площади полива государственному плану, уточняют структуру посевов, правильность принятых режимов орошения с учетом мелиоративного состояния орошаемых земель и урожай-

ности культур, использование выданного лимита на воду и правильность принятых коэффициентов полезного действия каналов.

Хозяйственный план водопользования вступает в силу после утверждения его райисполкомом, который передает его управлению оросительной системы не позднее чем за 35—40 дней до начала вегетационных поливов.

§ 7. Определение потребности в воде

Приступая к составлению сокращенного внутрихозяйственного плана водопользования, специалисты хозяйств должны иметь ориентировочный лимит воды для полива сельскохозяйственных культур и других нужд водопользователей. Если хозяйство пользуется водой государственной системы, лимит на воду дает руководство оросительной системы, согласуя его с районным производственным управлением сельского хозяйства; если хозяйство забирает воду из водоемов местного значения, лимит на воду устанавливают на основе действующих законодательств о выдаче права на пользование водой с учетом водообеспеченности источника.

Лимит на воду — оптимальная потребность хозяйств в оросительной воде, необходимой для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур с учетом хозяйственных и коммунальных нужд водопользователей. Лимит зависит от орошаемой площади, режима орошения сельскохозяйственных культур, состояния и уровня ведения орошаемого земледелия, водообеспеченности источника орошения и пропускной способности оросительных каналов.

Лимит на воду определяют на основании имеющихся фактических многолетних данных по оросительным системам для года заданной обеспеченности. В случае их отсутствия он может быть определен теоретическими расчетами.

§ 8. Необходимые материалы для составления планов водопользования

Для составления плана водопользования необходимо иметь следующие материалы:

план орошаемого участка хозяйства в горизонталях

(масштаб 1 : 10 000 или 1 : 25 000), на котором нанесены оросительные и сбросные каналы с гидротехническими сооружениями на них. При наличии закрытой сети — план водоводов с гидрантами и расстояниями между ними, а также границы бригадных участков;

почвенно-мелиоративную и техническую характеристику орошаемого участка с указанием глубины залегания грунтовых вод (1—2 м, 2—3 м и более 3 м), данные их минерализации за последние один-два года, ведомость размещения культур и насаждений на орошаемых землях;

рекомендуемый поливной режим сельскохозяйственных культур, разработанный научно-исследовательскими учреждениями и утвержденный областными организациями;

Таблица 1

Орошаемые земли и их использование в совхозе (колхозе) _____ района _____ области _____ на 198_____ год

Шифр канала	Площадь орошения нетто, га	Из них намечается к использованию	Не подлежат использованию, га: всего	в том числе: нужна реконструкция и планировка	заболочены и засолены	будут введены в эксплуатацию после окончания сева	Не будет полито используемых сельскохозяйственных угодий, га: всего	в том числе: неисправна внутрихозяйственная сеть	отсутствует планировка	недостаток воды в водоисточнике	близкое залегание грунтовых вод	прочие	кроме того, лиманного орошения, га: всего	в том числе: намечается использовать	намечается затопить
Итого по хозяйству															

данные о наличии орошаемых земель, план их использования. Эти данные сводят в таблицу 1, указывая общую площадь сельскохозяйственных культур, а так-

же площадь, которая будет засеяна, но не может быть полита. Эти площади приводят для каждого оросительного канала (или водовода) с указанием конкретных причин их неиспользования или неполива. В конечном итоге определяют площадь по каждому показателю в целом по хозяйству;

данные, характеризующие техническое состояние оросительной сети хозяйства, к которым относятся: пропускная способность, протяженность и к. п. д. каждого оросительного канала, число водомерных сооружений на каналах и пропускная способность сооружений. Эти данные сводят в таблицу 2;

Таблица 2

Сведения о внутрихозяйственной оросительной сети совхоза (колхоза) _____ района _____ области _____ на 198_____ год

Шифр канала	Общая длина, км	Пропускная способность канала, м³/с	Наличие, тип, место установки водомера	К. п. д. канала	Общая площадь орошения, обслуживаемая каналом, га	В том числе, га				Номер поля и наименование севооборота
						регулярное орошение	нерегулярное орошение	полив богарных земель	лиманное орошение	

сведения о числе поливных машин, их марках и производительности; наличии обученных кадров; мелиоративной техники по нарезке и уходу за оросительной сетью; числе поливальщиков по бригадам, звеньям, участкам;

развернутый календарный план эксплуатационных мероприятий на текущий год по реконструкции, ремонту и уходу за каналами и гидросооружениями на них.

Если хозяйство забирает воду из источника орошения самостоятельно, то для составления внутрихозяйственного плана водопользования дополнительно нужны следующие сведения:

расчетный режим или полезный объем источника орошения при различной обеспеченности на весь вегетационный период;

сведения о конструкции, типе заборного сооружения и характеристика режима его работы, а также данные о числе и подаче насосов;

характеристика энергетической части водозаборного сооружения и его эксплуатационные данные.

§ 9. Планирование поливных режимов сельскохозяйственных культур

Режим орошения сельскохозяйственных культур — одна из главных характеристик, правильное планирование которой способствует оптимальному водозабору в оросительную систему и в конечном итоге получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Режим орошения каждой сельскохозяйственной культуры (сочетание числа, сроков и норм полива) определяют по рекомендациям научно-исследовательских институтов и результатам передового опыта ведения орошаемого земледелия для каждого почвенно-климатического района. В старых регионах орошения его определяют на основании опытных данных, в новых — устанавливают теоретическими расчетами.

Методы и способы определения поливных норм рассматривают в курсе «Сельскохозяйственные мелиорации».

§ 10. Составление планов полива и подачи оросительной воды в хозяйства

При подготовке таких планов необходимо иметь план размещения сельскохозяйственных культур на текущий год (форма 1, приложение 1). С учетом площади посева и выращиваемых культур определяют объем воды для полива каждой культуры по периодам вегетации. На основе этих материалов специалисты хозяйства составляют календарный план проведения поливов и план забора воды в хозяйство (форма 2, приложение 1). В плане учитывают также потребности в воде и на другие хозяйственные нужды. В итоге находят средний расход воды брутто, который необходимо подать в хозяйство.

Общую площадь полива сельскохозяйственных культур и количество гектаро-поливов находят суммирова-

нием за каждую декаду, а затем нарастающим итогом за вегетационный период.

Объем оросительной воды, который необходимо подать на орошение сельскохозяйственных культур, вычисляют на основании принятого дифференцированного режима орошения культур с учетом размещения их по оросительным каналам. Зная сроки проведения поливов и их нормы, определяют объем воды, который необходимо подать растениям за вегетационный период.

Объем воды (нетто) для любой сельскохозяйственной культуры за декаду вычисляют по зависимости:

$$V_к = Fm, \qquad (1)$$

где F — площадь полива сельскохозяйственной культуры, га; m — плановая поливная норма за данный период, м³/га.

Общее водопотребление (нетто), необходимое для орошения культур в хозяйстве за декаду, находят по формуле:

$$V_н = F_1m_1 + F_2m_2 + \cdots + F_nm_n, \qquad (2)$$

где $V_н$ — общее водопотребление (нетто) за декаду, м³; F_1, F_2,...,F_n — площадь полива сельскохозяйственной культуры за декаду, га; m_1, m_2,..,m^n — соответствующие плановые поливные нормы культур, м³/га.

Средний расход воды (нетто) в хозяйстве за декаду рассчитывают по формуле:

$$Q_н = \frac{V_н}{86\,400\,t}, \qquad (3)$$

где t — число дней в декаде.

Объем воды (брутто) на орошение определяют с учетом к. п. д. внутрихозяйственной сети:

$$Q_б = \frac{Q_н}{\eta_х}, \qquad (4)$$

где $\eta_х$ — к. п. д. внутрихозяйственной оросительной сети.

Общий объем воды, который необходимо подать в хозяйство, складывается из объема воды на орошение и расходов на хозяйственные и коммунальные нужды. Этот объем сравнивают с лимитом воды, установленным для данного хозяйства, и в случае их увязки план полива сельскохозяйственных культур и план подачи воды считают составленным.

§ 11. Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети

В настоящее время на орошаемых землях преобладает открытая оросительная сеть в земляном русле. В таких каналах потери воды значительны. Они складываются из потерь на фильтрацию из каналов (основной вид потерь), а также потерь, вызванных неправильной организацией водораспределения в хозяйстве и недостаточно совершенной конструкцией гидротехнических сооружений.

К. п. д. внутрихозяйственной сети учитывают при определении суммарного забора воды брутто в хозяйство. Получают его на основе данных эксплуатационной гидрометрии, а также по результатам научно-исследовательских работ. В первом случае к. п. д. хозяйственного канала вычисляют по зависимости:

$$\eta_к = \frac{Q_п}{Q_б} = \frac{Q_п}{Q_п + S}, \qquad (5)$$

где $Q_п$ — расход воды, который подан на поля, или суммарный расход в отводах канала, л/с; $Q_б$ — расход воды в голове канала, л/с; S — потери воды из канала, л/с.

Средние к. п. д. хозяйственных и участковых каналов, работающих одновременно на массиве орошения, определяют как среднеарифметическое значение для соответствующего типа каналов, и тогда к. п. д. внутрихозяйственной сети в целом определяется по зависимости:

$$\eta_х = \eta_{х.к}\,\eta_у, \qquad (6)$$

где $\eta_{х.к}$ — средний к. п. д. внутрихозяйственных каналов; $\eta_у$ — среднее значение к. п. д. участковых каналов.

При подаче воды из точки выдела непосредственно в участковый канал к. п. д. хозяйственной сети рассчитывают по зависимости:

$$\eta_х = \eta_у, \qquad (7)$$

Обычно к. п. д. хозяйственной сети равен 0,85 и больше.

Коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве — отношение полезного суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, необходимого и достаточного для получения высоких и ус-

тойчивых урожаев, к количеству воды, забираемой для этих целей в хозяйство:

$$\eta_{о\cdot х}=\frac{\Sigma(\omega_х E)}{V_х}, \qquad (8)$$

где $\Sigma(\omega_х E)$ — суммарное полезное водопотребление сельскохозяйственных культур на орошаемых землях хозяйства, м³; $V_х$ — объем воды, забираемый на орошение в хозяйство, м³.

Суммарное полезное потребление воды культурами определяют на основе разработанных научно-исследовательскими институтами режимов орошения.

Коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве может быть также вычислен по зависимости:

$$\eta_{о\cdot х}=\eta_х\eta_п, \qquad (9)$$

где $\eta_х$ — к. п. д. внутрихозяйственной оросительной сети; $\eta_п$ — коэффициент использования оросительной воды на полях.

Коэффициент использования оросительной воды на полях — отношение суммарного полезного водопотребления сельскохозяйственных культур к объему воды, поступившей для орошения на поле.

Полезный объем воды, который расходуется на формирование урожая, значительно меньше объема, который подается на поле. Например, на открытых оросительных системах при поверхностных способах полива полезный объем воды меньше поданного на поле на величину фильтрации и возможный сброс из временного оросителя. Различные непроизводительные потери воды на системе зависят от способа полива сельскохозяйственных культур и конструкции внутрихозяйственной оросительной сети. Учесть их можно коэффициентом продуктивного использования оросительной воды:

$$\eta_п=\frac{\Sigma(\omega_х E)}{V_п}\eta_{пр}\eta_{в.о}, \qquad (10)$$

где $V_п$ — объем полезной воды, израсходованный на увеличение влажности почвы в расчетном горизонте, м³; $\eta_{пр}$ — коэффициент продуктивного использования воды на полях; $\eta_{в.о}$ — к. п. д. временного оросителя.

Коэффициент обеспеченности водой сельскохозяйственных культур $\eta_{в.к}$ равен:

$$\eta_{в.к}=\frac{\Sigma(\omega_х E)}{V_п}. \qquad (11)$$

Тогда коэффициент использования оросительной воды на поле равен:

$$\eta_п=\eta_{в\cdot о}\eta_{пр}\eta_{в\cdot к} \qquad (12)$$

По коэффициенту водообеспеченности растений судят об обеспеченности растений водой по сравнению с необходимым (расчетным) водопотреблением. Если $\eta_{в.к}=1$, то расчетное полезное водопотребление растений и фактически поданный объем воды на поля будут равны и, следовательно, растение полностью обеспечено водой. Если $\eta_{в.к}>1$, то фактическая подача воды на поля меньше расчетного водопотребления сельскохозяйственных культур. При $\eta_{в.к}<1$ подано воды на поля больше расчетного водопотребления. Следовательно, при $\eta_{в.к}>1$ происходит недополив сельскохозяйственных культур, а при $\eta_{в.к}<1$ растения получают избыток влаги.

Процент обеспеченности сельскохозяйственных культур оросительной водой вычисляют по зависимости:

$$P=\frac{1}{\eta_{в.к}}100. \qquad (13)$$

Разработанная методика определения коэффициента полезного использования оросительной воды на системах и в хозяйствах позволяет научно обоснованно определять фактические показатели водопользования, а также устанавливать, насколько обоснованы принятые плановые показатели. Методика подтверждена результатами многолетних полевых исследований на орошаемых землях Ростовской области.

§ 12. Календарный план эксплуатационных мероприятий

Поддержание оросительной сети и всего оборудования в технически исправном состоянии способствует нормальному проведению поливов сельскохозяйственных культур, а следовательно, и получению высоких урожаев на орошаемых землях. Поэтому после окончания вегетационного периода необходимо провести осмотр оросительных каналов, гидротехнических сооружений и всего оборудования и составить план проведения ремонтных работ. В плане предусматривают очистку каналов от наносов и растительности, ремонт дамб, каналов, гидротехнических сооружений, а также ремонт водомеров и гидрометрических постов, насосов, двигателей и дожде-

вальных машин. При разработке плана эксплуатационных мероприятий необходимо учесть внесение удобрений на орошаемые земли хозяйства.

§ 13. Мелиоративная техника, инвентарь, кадры

При планировании водопользования целесообразно сравнить имеющуюся в хозяйстве мелиоративную технику и инвентарь с потребностью, обеспечивающей своевременное проведение поливов. Такое сравнение проводят в каждом отделении и для хозяйства в целом. Это даст возможность реально спланировать число поливов и время проведения соответствующих подготовительных работ.

Наличие мелиоративной техники необходимо определить по каждому виду механизма (грейдеры, скреперы, бульдозеры, экскаваторы, тракторы, каналокопатели, в том числе по маркам, дождевальные машины и агрегаты). Важно также установить наличие поливного инвентаря (щиты, водосливы, трубки, сифоны и др.) и обеспеченность поливальщиками и машинистами насосных станций.

Все данные о наличии и потребности в кадрах, мелиоративной технике и поливном инвентаре сводят в специальную форму.

§ 14. Техническая документация

Внутрихозяйственный план водопользования передают в управление оросительной системы. Он включает материалы, представленные в таблице 1 и в формах 1 и 3, приложения 1 и краткую пояснительную записку, в которой указывают на использование лимита оросительной воды и имеющиеся отклонения за вегетационный период с необходимым их обоснованием; дают анализ мероприятиям, предусмотренным в календарном плане эксплуатационных работ, а также указывают имеющуюся и требуемую мелиоративную технику и инвентарь: уделяют внимание кадрам (поливальщикам и машинистам насосных станций и дождевальных машин). Проведенный анализ дает возможность предусматривать реальный режим орошения сельскохозяйственных культур и своевременное проведение всего комплекса технологических и организационных мероприятий.

Практическая работа

Требуется составить план водопользования в хозяйстве (севооборотный участок).

Дано. Севооборотный участок имеет самостоятельный забор воды из магистрального канала. Участок площадью $\omega_y = 400$ га расположен в колхозе «Восход» Куйбышевской области (рис. 1). Среднемесячная температура воздуха, испаряемость и осадки года 50%-ной обеспеченности приведены в таблице 3, а пропускная способность и протяженность оросительных каналов — в таблице 4.

Орошение проводят дождевальными машинами ДДА=100М. Производительность (расход) дождевальной машины 100 л/с. Коэффициент использования рабочего времени $K_и = 0{,}8$. Поливают в три смены (круглосуточно).

Поливной период для культур установлен следующий: люцерна — 5.05—10.09, озимая пшеница — 10.05—30.06, сахарная свекла — 20.05.—1.09, яровая пшеница — 15.05—1.07, картофель — 10.06 — 20.08, ячмень — 10.05—30.06.

Необходимо определить расчетные оросительные нормы, составить водохозяйственный расчет, календарный план полива, график очередности полива и план-заявку на воду.

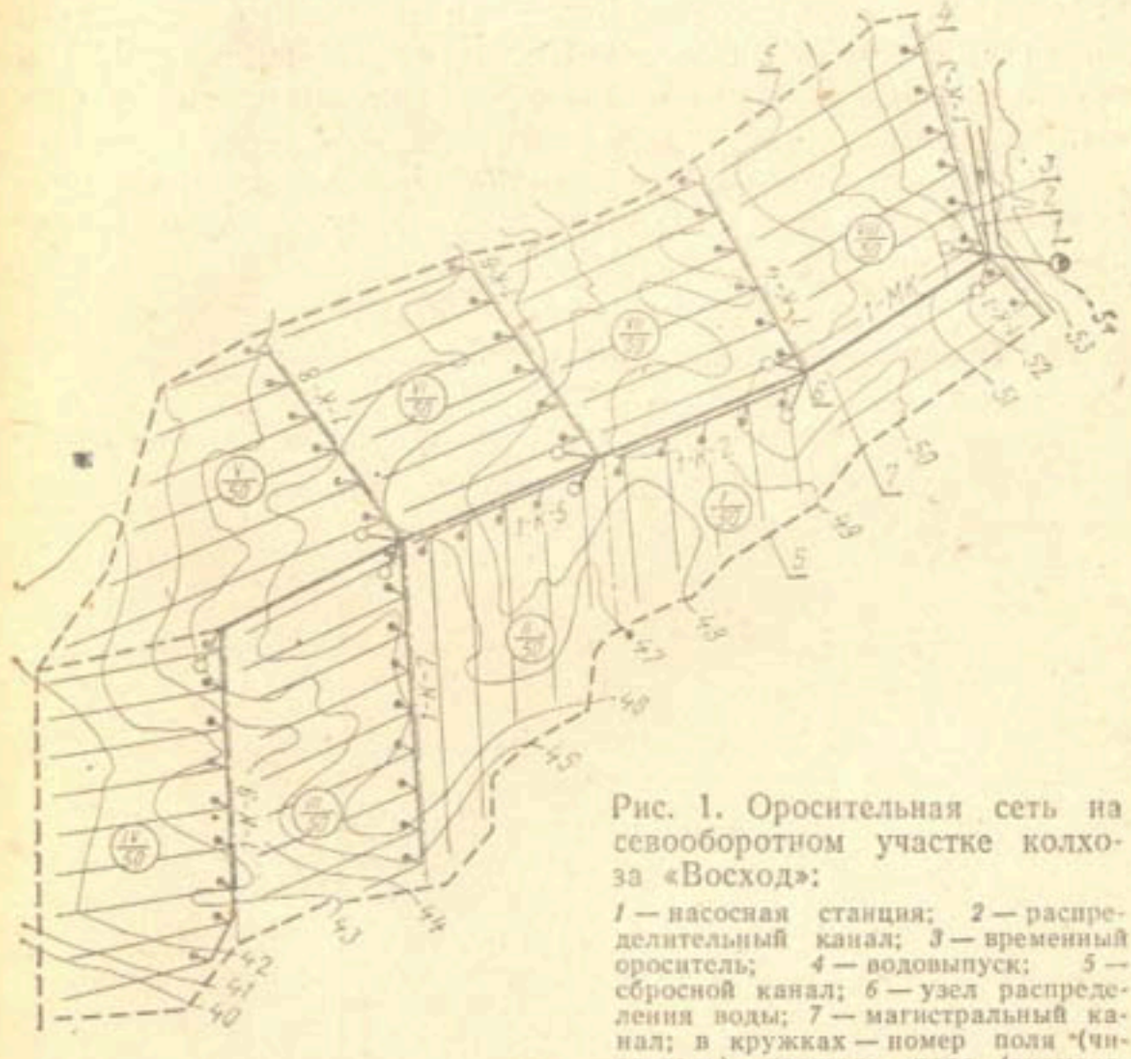


Рис. 1. Оросительная сеть на севооборотном участке колхоза «Восход»:

1 — насосная станция; *2* — распределительный канал; *3* — временный ороситель; *4* — водовыпуск; *5* — сбросной канал; *6* — узел распределения воды; *7* — магистральный канал; в кружках — номер поля (числитель), площадь поля (знаменатель).

Таблица 3

Среднемесячная температура воздуха, испаряемость и осадки года 50%-ной обеспеченности

Показатели	Месяцы					
	01	02	03	04	05	06
Температура воздуха, °С	—16,7	—19,5	—6,5	10	13,2	20
Осадки, мм	15	3	34	42	68	3
Испаряемость, мм	—	—	—	62	101	171

Продолжение

Показатели	Месяцы						Средний годовой
	07	08	09	10	11	12	
Температура воздуха, °С	21	21,8	12,7	2,6	—8	—5,5	3,8
Осадки, мм	37	30	28	104	13	13	
Испаряемость, мм	150	117	85	—	—	—	

Таблица 4

Сведения о внутрихозяйственной оросительной сети первого севооборотного массива колхоза «Восход»

Шифр канала	Участки канала	Общая длина, км	Пропускная способность, м³/с
Хозяйственный распределитель 1-МК	Голова — 1-К-1, 1-К-3	0,00	0,6
	1-К-1, 1-К-3—1-К-2, 1-К-4	0,64	0,6
	1-К-2, 1-К-4 — 1-К-5, 1-К-6	0,67	0,6
	1-К-5, 1-К-6 — 1-К-7, 1-К-8	0,63	0,6
	1-К-7, 1-К-8 — 1-К-9	0,60	0,4
	Итого	2,54	

Продолжение

Шифр канала	Участки канала	Общая длина, км	Пропускная способность, м³/с
Участковые каналы:			
1-К-1		0,17	0,3
1-К-2		0,60	0,3
1-К-3		0,63	0,3
1-К-4		0,63	0,3
1-К-5		0,55	0,3
1-К-6		0,67	0,3
1-К-7		0,95	0,3
1-К-8		0,70	0,3
1-К-9		1,06	0,3
	Итого	5,96	
Временные оросители		32,40	

Порядок расчета. Оросительная норма равна

$$M_1 = \frac{E - (W_п + P + E_г)}{\Delta},$$

где E — суммарный расход воды на испарение почвой и транспирацию растениями за вегетацию, м³/га; $W_п$ — запас воды в почве до посева, м³/га; P — объем воды от осадков за вегетацию, м³/га; $E_г$ — подпитывание грунтовыми водами корнеобитаемого слоя почвы, м³/га; Δ — коэффициент, учитывающий условия водопользования, $\Delta = 0{,}95—0{,}65$.

Расчет сводят в таблицу 5.

Для засушливых районов E определяют по формуле:

$$E = 10 K_г E_к,$$

где $K_г$ — коэффициент, зависящий от условий года, $K_г = 0{,}6—0{,}9$. Принимаем $K_г = 0{,}85$; $E_к$ — испаряемость за период вегетации культуры, мм (табл. 3).

Так, например, для люцерны (поле I и VIII) с 1.05 по 20.09 (табл. 3 и 5) имеем:

$$E_к = 101 + 171 + 150 + 117 + \frac{85 \cdot 20}{30} = 596 \text{ мм};$$

$$E = 10 \cdot 0{,}85 \cdot 596 = 5066 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Запасы воды в почве до начала сева $W_п$ принимают равными активному запасу влаги в почве. Для средних суглинков принимаем $W_п = 1300$ м³/га, а для тяжелых — 1400 м³/га.

Объем воды от осадков P за вегетацию находят по зависимости, м³/га:

$$P = 10 KO,$$

Таблица 5

Расчетные оросительные нормы сельскохозяйственных культур для первого севооборотного массива (площадь одного поля 50 га) колхоза «Восход»

Показатели	Поля севооборота							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Рельеф (уклон i)	$i=0{,}006$	Сложный	$i=0{,}006$	Сложный	$i=0{,}006$	$i=0{,}006$	$i=0{,}006$	$i=0{,}006$
Почва	Средние суглинки	Средние суглинки	Тяжелые суглинки	Средние суглинки	Средние суглинки	Средние суглинки	Средние суглинки	Тяжелые суглинки
Глубина грунтовых вод, м	Более 3	Более 3	2—3	Более 3	Более 3	2—3	Более 3	Более 3
Культура	Люцерна	Озимая пшеница	Сахарная свекла	Яровая пшеница	Озимая пшеница	Картофель	Ячмень	Люцерна
Плановая урожайность, ц/га	100	40	350	35	40	200	30	100
Вегетационный период	1.05—20.09	5.05—10.07	15.05—10.09	10.05—10.08	5.05—10.09	25.04—20.09	5.05—10.07	1.05—20.09
Суммарный расход воды за вегетацию, E, м³/га:	5066	2620	4440	3670	2620	5170	2620	5060
запасы воды в почве $W_п$	1300	1300	1400	1300	1300	1300	1300	1400
от осадков P	1155	533	847	470	533	1215	533	1155
подпитывание $E_г$	—	—	750	—	—	—	—	—

Продолжение

Показатели	Поля севооборота							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Необходимо подать воды нетто $M_н=E-W_п-P-H_г$	2611	787	1443	1900	787	2655	787	2505
Принятая оросительная норма, м³/га	3000	1000	1600	2400	900	3000	900	2750
Поливная норма	600	500	400	800	450	750	450	550
Число поливов	5	2	4	3	2	4	2	5
Коэффициент, учитывающий условия водопользования	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Установленная оросительная норма M_1, м³/га	2900	984	1600	2375	876	2945	876	2780

где K — коэффициент использования осадков, $K=0{,}7$—$0{,}9$. Принимаем $K=0{,}75$; O — сумма осадков за вегетацию данной культуры, мм. Осадки слоем менее 10 мм не учитывают.

Для люцерны

$$O=63+37+30+\frac{28\cdot 20}{30}=154 \text{ мм}, \quad P=10\cdot 0{,}75\cdot 154=1155 \text{ м}^3/\text{га}.$$

При глубине стояния грунтовых вод более 2,5 м подпитывание $E_г$ не учитывают, а до 2,5 м принимают по таблице 6.

Таблица 6

Подпитывание грунтовыми водами, м³/га

Почвогрунт	Глубина грунтовых вод, м		
	1,0—1,5	1,5—2,0	2,0—2,5
Супесчаный	800—1000	—	—
Легкие суглинки	1000—1200	500—1000	—
Средние суглинки	1200—1500	600—1200	—
Тяжелые суглинки	1500—2000	1000—1500	500—1000
Глины	2000—3000	1500—2000	1000—1500

Коэффициент, учитывающий условия водопользования, принимают на участках со сложным рельефом 0,8, со спокойным — 0,9. Поливную норму принимают $m=400$—800 м³/га.

Средняя оросительная норма первого севооборотного участка (табл. 5):

$$M_c=\frac{50(3000+1000+1600+2400+900+3000+900+2750)}{400}=$$

$$=1943{,}75 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Лимит воды на орошение составит:

$$V_л=M_c\omega_у=1943{,}75\cdot 400=777\,500 \text{ м}^3,$$

где $\omega_у$ — площадь участка севооборота.

Согласно рекомендациям, разработанным научно-исследовательскими учреждениями, принимают режим орошения сельскохозяйственных культур и проводят водохозяйственный расчет (табл. 7).

Очередность и продолжительность полива t определяют на основании принятого режима орошения. Объем воды нетто $V_н$ вычисляют по формуле, м³:

$$V_н=\Sigma\,\omega_н\, m,$$

где $\omega_н$ — площадь поля нетто, га, m — принятая поливная норма, м³/га.

Так, для второй очереди полива, проведенного во II декаде мая, объем воды нетто равен: $V_н=50\cdot 500+50\cdot 800+50\cdot 450+50\cdot 450=110\,000$ м³,

Расход нетто будет равен:

$$Q_н=\frac{V_н}{86{,}4\,t}=\frac{110\,000}{86{,}4\cdot 10}=127 \text{ л/с}.$$

Число дождевальных машин, необходимых для каждой очереди полива, определяют по формуле:

$$n_д=\frac{Q_н}{q\,K_м}=\frac{127}{100\cdot 0{,}8}=1{,}59,$$

где q — производительность дождевальной машины, $q=100$ л/с; $K_м$ — коэффициент использования рабочего времени, принимаем $K_м=0{,}8$.

Принимаем число машин $n_д=2$.

Расчетный расход нетто будет равен:

$$Q_{р.н}=n_д\,q\,K_м=2\cdot 100\cdot 0{,}8=160 \text{ л/с}.$$

Расчетная продолжительность полива в связи с изменением расхода составит:

$$t_р=\frac{V_н}{86{,}4\,Q_{р.н}}=\frac{110\,000}{86{,}4\cdot 160}=7{,}95 \text{ сут}.$$

К. п. д. внутрихозяйственной сети находят по формуле:

$$\eta_х=\eta_{х.к}\,\eta_у\,\eta_{в.о},$$

где $\eta_{х.к}$ — к. п. д. внутрихозяйственного распределителя (1-МК); $\eta_у$ — к. п. д. участковых каналов; $\eta_{в.о}$ — к. п. д. временных оросителей.

Временные оросители на поле работают не более одних суток. Поэтому к. п. д. временных оросителей не определяют (потери воды в оросителях не учитывают).

К. п. д. участковых каналов вычисляют по формуле:

$$\eta_у=1-\frac{\sigma_з\,l_д}{100},$$

где $\sigma_з$ — процент потерь воды на 1 км каналов периодического действия зависит от расхода дождевальной машины:

Расход, л/с	60	70	80	100	120	140	160	180	200	220	240
$\sigma_з$, %	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7,5	7

К. п. д. участковых каналов определяют для максимального и минимального расходов или для максимального и минимального числа работающих дождевальных машин. В данном случае к. п. д. участковых каналов определяют при работе одной дождевальной машины (меньший расход 80 л/с) и при работе двух машин (больший расход 160 л/с);

$l_д$ — длина одновременно действующих каналов при поливе, км:

$$l_д = K_н\, l = 5{,}96 \cdot 0{,}2 = 1{,}19 \text{ км},$$

где l — полная длина участковых каналов, $l = 5{,}96$ км; $K_н$ — отношение одновременно работающих участковых каналов в хозяйстве к общей их длине, $K_н = 0{,}2—0{,}8$. Принимаем $K_н = 0{,}2$.

Тогда к. п. д. участковых каналов будет равен:

при работе одной машины

$$\eta_у = 1 - \frac{14 \cdot 1{,}19}{100} = 0{,}83;$$

при работе двух машин

$$\eta_у = 1 - \frac{10 \cdot 1{,}19}{100} = 0{,}88.$$

Расход в голове участковых каналов:

при работе одной машины

$$Q_{у.г} = \frac{80}{0{,}83} = 96{,}3 \text{ л/с};$$

при работе двух машин

$$Q_{у.г} = \frac{160}{0{,}88} = 182 \text{ л/с}.$$

К. п. д. хозяйственного канала определяют по зависимости:

$$\eta_{х.к} = \frac{Q_г - S}{Q_г} = \frac{Q_п}{Q_п + S},$$

где $Q_г$ — расход в голове хозяйственного канала (в точке выдела), л/с; S — потери воды в канале, л/с; определяют по таблице 13.

Наиболее невыгодные условия, когда воду по хозяйственному каналу подают на самое удаленное поле. Например, при поливе IV поля двумя дождевальными машинами и III поля при поливе одной машиной.

Определяем потери в хозяйственном распределителе (1-МК) при этих условиях (рис. 2).

При работе одной машины к. п. д. внутрихозяйственного канала определяют следующим образом: при расходе 96,3 л/с потери на 1 км канала для грунтов средней водопроницаемости будут равны $S_1 = 4{,}6$ л/с, а на 1,94 км — $S = 4{,}6 \cdot 1{,}94 = 8{,}9$ л/с. Следовательно, расход в голове хозяйственного канала $Q_г = 96{,}3 + 8{,}9 \cong 105$ л/с.

$$\eta_{х.к} = \frac{Q_{у.г}}{Q_г} = \frac{96{,}3}{105} = 0{,}915.$$

При работе двух машин и расходы $Q_{г.г} = 182$ л/с потери на 1 км канала для грунтов средней водопроницаемости будут равны $S_1 = 6{,}9$ л/с, а на 2,54 км — $S = 6{,}9 \cdot 2{,}54 = 17{,}53$ л/с.

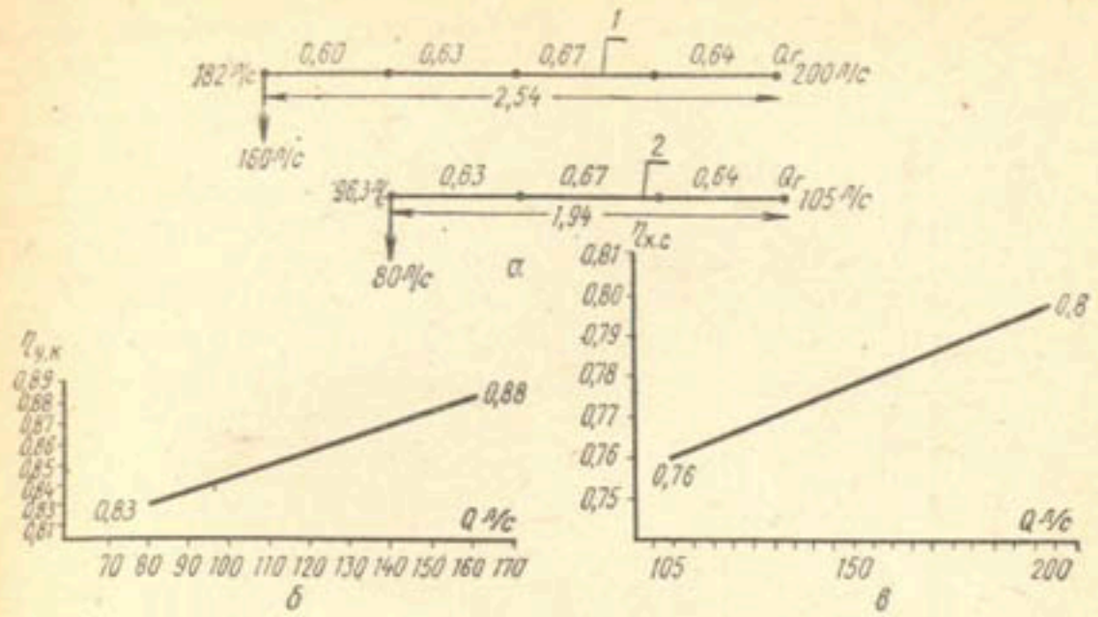


Рис. 2. Расчетная схема распределения расходов (*а*) по длине хозяйственного распределителя 1-МК и графики к. п. д. участковых (полевых) каналов (*б*) и внутрихозяйственной сети (*в*):

1 — схема подачи воды на IV поле для двух дождевальных машин; *2* — схема подачи воды на III поле для одной дождевальной машины.

Расход в голове внутрихозяйственного канала $Q_г = 182 + 17{,}53 \cong 200$ л/с.

$$\eta_{х.к} = \frac{Q_{у.г}}{Q_г} = \frac{182}{200} = 0{,}91.$$

К. п. д. внутрихозяйственной сети будет:

при работе одной машины

$$\eta_х = \eta_{х.к}\, \eta_у = 0{,}915 \cdot 0{,}83 = 0{,}76;$$

при работе двух машин

$$\eta_х = 0{,}91 \cdot 0{,}88 = 0{,}80,$$

Вычисленные значения к. п. д. наносят на график (рис. 2), а затем за каждую очередь полива определяют расходы брутто в голове внутрихозяйственного канала (1-МК) и объем воды брутто, то есть расходы и объемы воды за расчетную продолжительность полива в точке выдела (табл. 7).

Календарный план проведения поливов (табл. 8) составляют для каждой сельскохозяйственной культуры с указанием номера и фактической площади поливов, количества гектаро-поливов и необходимого для данных условий объема оросительной воды, числа дождевальных машин и поливальщиков.

График очередности полива и подачи воды на поля (табл. 9) составляют на период вегетации в соответствии с предполивными обработками.

При составлении графика очередности поливов и подачи воды начальные сроки полива, очередность полива и поливные нормы принимают на основании водохозяйственного расчета.

Таблица 7

Водохозяйственный расчет по первому севооборотному участку колхоза «Восход»

№ поля севооборота	Культура	Площадь, га	Оросительная норма, м³/га	Число поливов	Апрель	Май			Июнь		
					III	I	II	III	I	II	III
I	Люцерна	50	3000	5		5.05 600 (1)*			600 (2)		
II	Озимая пшеница	50	1000	2			500 (1)			500 (2)	
III	Сахарная свекла	50	1600	4				31.05 400 (1)			400 (2)
IV	Яровая пшеница	500	2400	3			15.05 800 (1)		800 (2)		800 (3)
V	Озимая пшеница	50	900	2			450 (1)			450 (2)	
VI	Картофель	50	3000	4						750 (1)	
VII	Ячмень	50	900	2			450 (1)				450 (2)
VIII	Люцерна	50	2750	5		5.05 550 (1)			550 (2)		

Продолжение

№ поля севооборота	Культура	Апрель	Май			Июнь		
		III	I	II	III	I	II	III
	Очередность полива		1	2	3	4	5	6
	Продолжительность полива t, сут		6	10	11	10	10	10
	Объем воды нетто, м³: $N_н = \Sigma \omega_н m$		57 500	110 000	20 000	97 500	85 000	82 500
	Расход нетто, л/с: $Q_н = \frac{V_н}{86{,}4\,t}$		111	127	21	113	99	96
	Число дождевальных машин: $n_д = \frac{Q_н}{qK_м}$		2 (1,39)	2 (1,59)	1 (0,26)	2 (1,41)	2 (1,24)	2 (1,2)
	Расчетный расход нетто, л/с: $Q_{р.н} = n_д q K_м$		160	160	80	160	160	160
	Расчетная продолжительность полива, сут: $t_р = \frac{V_н}{86{,}4 Q_{р.н}}$		4,16	7,95	2,89	7,06	6,16	5,99
	К. п. д. внутрихозяйственной сети $\eta_х$		0,80	0,80	0,76	0,80	0,80	0,80
	Расход воды брутто, л/с: $Q_б = \frac{Q_{р.н}}{\eta_х}$		200	200	105	200	200	200
	Объем воды брутто, м³: $V_б = 86{,}4 Q_б t_р$		71 700	137 500	26 300	121 700	106 300	103 100

* Номер полива.

Продолжение

№ поля севооборота	Культура	Площадь, га	Оросительная норма, м³/га	Число поливов	Июль			Август			Сентябрь	
					I	II	III	I	II	III	I	II
I	Люцерна	50	3000	5	600 (3)			600 (4)			600 (5)	
II	Озимая пшеница	50	1000	2								
III	Сахарная свекла	50	1600	4			31.07 400 (3)			31.08 400 (4)		
IV	Яровая пшеница	500	2400	3								
V	Озимая пшеница	50	900	2								
VI	Картофель	50	3000	4	750 (2)		31.05 750 (3)		750 (4)			
VII	Ячмень	50	900	2								
VIII	Люцерна	50	2750	5	550 (3)			550 (4)			550 (5)	

Продолжение

№ поля севооборота	Культура	Июль			Август			Сентябрь	
		I	II	III	I	II	III	I	II
	Очередность полива	7		8	9	10	11	12	
	Продолжительность полива t, сут	10		11	10	10	11	10	
	Объем воды нетто, м³: $N_н = \Sigma\omega_н m$	95 000		57 500	57 500	37 500	20 000	57 500	
	Расход нетто, л/с: $Q_н = \frac{V_н}{86{,}4\,t}$	110		52,3	66,5	43	21	66,5	
	Число дождевальных машин: $n_д = \frac{Q_н}{qK_м}$	2 (2,37)		1 (0,65)	1 (0,83)	1 (0,54)	1 (0,26)	1 (0,83)	
	Расчетный расход нетто, л/с: $Q_{р.н} = n_д q K_м$	160		80	80	80	80	80	
	Расчетная продолжительность полива, сут: $t_р = \frac{V_н}{86{,}4 Q_{р.н}}$	6,87		8,33	8,32	5,42	2,89	8,32	
	К. п. д. внутрихозяйственной сети $\eta_х$	0,80		0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
	Расход воды брутто, л/с: $Q_б = \frac{Q_{р.н}}{\eta_х}$	200		105	105	105	105	105	
	Объем воды брутто, м³: $V_б = 86{,}4 Q_б t_р$	118 600		75 700	75 700	49 300	26 300	75 700	

Таблица 8

Календарный план проведения поливов на первом севооборотном участке колхоза «Восход»

№ поля севооборота	Культура	Площадь, га	Число поливов	Поливная норма, м³/га	Гектаро-поливы	Показатели	Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь	
							I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
I	Люцерна	50	5	600	250	Номер полива	1			2			3			4			5	
						Фактическая площадь полива, га	50			50			50			50			50	
						Гектаро-поливы, га	50			50			50			50			50	
						Водопотребление, тыс. м³	30			30			30			30			30	
II	Озимая пшеница	50	2	500	100	Номер полива		1			2									
						Фактическая площадь полива, га		50			50									
						Гектаро-поливы, га		50			50									
						Водопотребление, тыс. м³		25			25									
III	Сахарная свекла	50	4	400	200	Номер полива			1			2			3			4		
						Фактическая площадь полива, га			50			50			50			50		
						Гектаро-поливы, га			50			50			50			50		
						Водопотребление, тыс. м³			20			20			20			20		
IV	Яровая пшеница	50	3	800	150	Номер полива		1		2		3								
						Фактическая площадь полива, га		50		50		50								
						Гектаро-поливы, га		50		50		50								
						Водопотребление, тыс. м³		40		40		40								
V	Озимая пшеница	50	2	450	100	Номер полива		1			2									
						Фактическая площадь полива, га		50			50									
						Гектаро-поливы, га		50			50									
						Водопотребление, тыс. м³		22,5			22,5									
VI	Картофель	50	4	750	200	Номер полива					1		2		3		4			
						Фактическая площадь полива, га					50		50		50		50			
						Гектаро-поливы, га					50		50		50		50			
						Водопотребление, тыс. м³					37,5		37,5		37,5		37,5			
VII	Ячмень	50	2	450	100	Номер полива		1			1									
						Фактическая площадь полива, га		50			50									
						Гектаро-поливы, га		50			50									
						Водопотребление, тыс. м³		22,5			22,5									

№ поля севооборота	Культура	Площадь, га	Число поливов	Поливная норма, м³/га	Гектаро-поливы	Показатели	Май	
							I	II
VIII	Люцерна	50	5	550	250	Номер полива	1	
						Фактическая площадь полива, га	50	
						Гектаро-поливы, га	50	
						Водопотребление, тыс. м³	27,5	
Итого		400			1350			
Общая площадь полива за декаду, га							100	200
Гектаро-поливы, га							100	300
Общее водопотребление (нетто), тыс. м³:								
за декаду							57,5	110,0
нарастающим итогом							57,5	167,5
К. п. д. внутрихозяйственной сети							0,80	0,80
Расход за декаду, л/с:								
нетто							160	160
брутто							200	200
Требуемое число машин за смену							2	2
Требуемое число поливальщиков:								
в смену							2	2
в сутки							6	6

Продолжительность и конец полива каждого поля устанавливают расчетом. Определяют площадь, политую одной дождевальной машиной за сутки, по формуле, га:

$$\omega_д = \frac{86{,}4 q K_м}{m} .$$

Находят площадь, политую всеми машинами за сутки, га:

$$F_{сут} = \omega_д n_д .$$

Вычисляют продолжительность полива каждого поля, сут:

$$t_{поля} = \frac{\omega_п}{F_{сут}} ,$$

где $\omega_п$ — площадь поля нетто, га.

Полив начинают с орошения полей, занятых люцерной. Поле 1 поливают нормой 600 м³/га, поле VIII нормой 550 м³/га. Дождевальные машины работают вначале на одном, а затем на другом поле.

Продолжение

Июнь			Июль			Август			Сентябрь	
III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
	2			3			4			5	
	50			50			50			50	
	50			50			50			50	
	27,5			27,5			27,5			27,5	
50	150	150	150	150		100	100	50	50	100	
350	500	650	800	950		1050	1150	1200	1250	1350	
20,0	97,5	85,0	82,5	95,0		57,5	57,5	37,5	20,0	57,5	
187,0	285,0	370	452,5	547,5		605,0	662,5	700,0	720,0	777,5	
0,76	0,80	0,80	0,80	0,80		0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	
80	160	160	160	160		80	80	80	80	80	
105	200	200	200	200		105	105	105	105	105	
1	2	2	2	2		1	1	1	1	1	
1	2	2	2	2		1	1	1	1	1	
3	6	6	6	6		3	3	3	3	3	

При поливной норме 600 м³/га площадь, политая одной дождевальной машиной за сутки, равна:

$$\omega_д = \frac{86{,}4 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{600} = 11{,}52 \text{ га},$$

а двумя машинами $F_{сут} = 11{,}52 \cdot 2 = 23{,}04$ га.

Продолжительность полива I поля составит:

$$t_{поля} = \frac{50}{23{,}04} = 2{,}17 \text{ сут, или } 2 \text{ сут. } 4 \text{ ч.}$$

На VIII поле при поливной норме 550 м³/га площадь, политая одной машиной за сутки, составит:

$$\omega_д = \frac{86{,}4 \cdot 100 \cdot 0{,}8}{550} = 12{,}6 \text{ га},$$

двумя машинами — 25,2 га.

Продолжительность полива VIII поля составит:

$$t_{поля} = \frac{50}{25{,}2} = 1{,}99 \text{ сут, или } 1 \text{ сут } 23 \text{ ч } 48 \text{ мин.}$$

Таблица 9

График очередности полива и подачи воды на поля первого севооборотного участка колхоза «Восход»

Очередность полива	Время полива	Культура	№ поля севооборота	Площадь поля $\omega_п$, га	Шифр канала	Поливная норма m, м³/га (номер полива)	Расход нетто $Q_{р.н}$, л/с	Площадь полива за сутки $F_{сут}$, га	Продолжительность полива поля		Число временных оросителей		Число дождевальных машин $n_д$	Число поливальщиков (смена/в сут)	Объем воды, тыс. м³	
									сут	ч	на поле	одновременно работающих			потребление	подача
1	5.05—7.05	Люцерна	I	50	1-К-1, 1-К-2	600 (1)	160	23,06	2	4,0	7	2	2	2/6	30,0	37,5
	5.05—9.05	Люцерна	VIII	50	1-К-3	550 (1)	160	25,20	1	23,8	6	2	2	2/6	27,5	34,2
2	11.05—12.05	Ячмень	VII	50	1-К-4	450 (1)	160	30,70	1	15,0	6	2	2	2/6	22,5	28,1
	12.05—14.05	Озимая пшеница	II	50	1-К-5	500 (1)	160	27,68	1	19,0	5	2	2	2/6	25,0	31,3
	14.05—16.05	Озимая пшеница	V	50	1-К-8	450 (1)	160	30,70	1	15,0	6	2	2	2/6	22,5	28,1
	16.05—18.05	Яровая пшеница	IV	50	1-К-9	800 (1)	160	17,30	2	21,0	9	2	2	2/6	40,0	50,0
3	21.05—23.05	Сахарная свекла	III	50	1-К-7	400 (1)	80	17,30	2	21,0	9	1	1	1/3	20,0	26,3
4	1.06—3.06	Яровая пшеница	IV	50	1-К-9	800 (2)	160	17,30	2	21,0	9	2	2	2/6	40,0	50,0
	3.06—6.06	Люцерна	I	50	1-К-1, 1-К-2	600 (2)	160	23,06	2	4,0	7	2	2	2/6	30,0	37,5
	6.06—8.06	Люцерна	VIII	50	1-К-3	550 (2)	160	25,20	1	23,8	6	2	2	2/6	27,5	34,2
5	11.06—12.06	Озимая пшеница	II	50	1-К-5	500 (2)	160	27,68	1	19,0	5	2	2	2/6	25,0	31,3
	12.06—14.06	Озимая пшеница	V	50	1-К-8	450 (2)	160	30,70	1	15,0	6	2	2	2/6	22,5	28,1

Продолжение

Очередность полива	Время полива	Культура	№ поля севооборота	Площадь поля $\omega_п$, га	Шифр канала	Поливная норма m, м³/га (номер полива)	Расход нетто $Q_{р.н}$, л/с	Площадь полива за сутки $F_{сут}$, га	Продолжительность полива поля		Число временных оросителей		Число дождевальных машин $n_д$	Число поливальщиков (смена/в сут)	Объем воды, тыс. м³	
									сут	ч	на поле	одновременно работающих			потребление	подача
	14.06—17.06	Картофель	VI	50	1-К-6	750 (1)	160	18,46	2	17,0	6	2	2	2/6	37,5	46,9
6	21.06—22.06	Сахарная свекла	III	50	1-К-7	400 (2)	160	34,60	1	11,0	9	2	2	2/6	20,0	25,0
	22.06—25.06	Яровая пшеница	IV	50	1-К-9	800 (3)	160	17,30	2	21,0	9	2	2	2/6	40,0	50,0
	25.06—26.06	Ячмень	VII	50	1-К-4	450 (2)	160	30,70	1	15,0	6	2	2	2/6	22,5	28,1
7	1.07—3.07	Люцерна	I	50	1-К-1, 1-К-2	600 (3)	160	23,06	2	4,0	7	2	2	2/6	30,0	37,5
	3.07—5.07	Картофель	VI	50	1-К-6	750 (2)	160	18,46	2	17,0	6	2	2	2/6	37,5	46,9
	5.07—7.07	Люцерна	VIII	50	1-К-3	550 (3)	160	25,20	1	23,8	6	2	2	2/6	27,5	34,2
8	21.07—23.07	Сахарная свекла	III	50	1-К-7	400 (3)	80	17,30	2	21,0	9	1	1	1/3	20,0	26,3
	23.07—29.07	Картофель	VI	50	1-К-6	750 (3)	80	9,27	5	10,0	6	1	1	1/3	37,5	49,4
9	1.08—5.08	Люцерна	I	50	1-К-1, 1-К-2	600 (4)	80	11,53	4	8,0	7	1	1	1/3	30,0	39,5
	5.08—9.08	Люцерна	VIII	50	1-К-3	550 (4)	80	12,60	3	23,0	6	1	1	1/3	27,5	36,2
10	11.08—16.08	Картофель	VI	50	1-К-6	750 (4)	80	9,27	5	10,0	6	1	1	1/3	37,5	49,4
11	21.08—26.08	Сахарная свекла	III	50	1-К-7	400 (3)	80	17,30	2	21,0	9	1	1	1/3	20,0	26,3
12	1.09—5.09	Люцерна	I	50	1-К-1, 1-К-2	600 (5)	80	11,53	4	8,0	7	1	1	1/3	30,0	39,5
	5.09—9.09	Люцерна	VIII	50	1-К-3	550 (5)	80	12,60	3	23,0	6	1	1	1/3	27,5	36,2

Таблица 10

План-заявка на подачу воды первому севооборотному участку колхоза «Восход»

Внутрихозяйственный выдел		Культура	№ поля севооборота	Подлежит поливу по годовому плану, га	Поливная норма, м³/га	К. п. д. внутрихозяйственных каналов	Требуется подать воды в точку выдела, тыс. м³	Время полива		Расход воды брутто $Q_б$, л/с
шифр канала	расчетный расход воды, л/с							дата	часы	
Хозяйственный распределитель 1-МК	160	Люцерна	I	50	600	0,80	37,5	5.05—7.05	С 6 ч 5.05	200
	160	Люцерна	VIII	50	550	0,80	34,2	7.05—9.05	до 10 ч 9.05	200
	160	Ячмень	VII	50	450	0,80	28,1	11.05—12.05	С 6 ч 11.05	200
	160	Озимая пшеница	II	50	500	0,80	31,3	12.05—14.05		200
	160	Озимая пшеница	V	50	450	0,80	28,1	14.05—16.05		200
	160	Яровая пшеница	IV	50	800	0,80	50,0	16.05—19.05	до 5 ч 19.05	200
	80	Сахарная свекла	III	50	400	0,76	26,3	21.05—24.05	С 6 ч 21.05 до 4 ч 24.05	105
	160	Яровая пшеница	IV	50	800	0,80	50,0	1.06—3.06	С 6 ч 1.06	200
	160	Люцерна	I	50	600	0,80	37,5	3.06—6.06		200
	160	Люцерна	VIII	50	550	0,80	34,2	6.06—8.06	до 8 ч 8.06	200
	160	Озимая пшеница	II	50	500	0,8	31,3	11.06—12.06	С 6 ч 11.06	200
	160	Озимая пшеница	II	50	450	0,8	28,1	12.06—14.06		200

Продолжение

Внутрихозяйственный выдел		Культура	№ поля севооборота	Подлежит поливу по годовому плану, га	Поливная норма, м³/га	К. п. д. внутрихозяйственных каналов	Требуется подать воды в точку выдела, тыс. м³	Время полива		Расход воды брутто $Q_б$, л/с
шифр канала	расчетный расход воды, л/с							дата	часы	
	160	Картофель	VI	50	750	0,8	46,9	14.06—17.06	до 10 ч 17.06	200
	160	Сахарная свекла	III	50	400	0,8	25,0	21.06—22.06	С 6 ч 21.06	200
	160	Яровая пшеница	IV	50	800	0,8	50,0	22.06—25.06		200
	160	Ячмень	VII	50	450	0,8	28,1	25.06—27.06	до 6 ч 27.06	200
	160	Люцерна	I	50	600	0,80	37,5	1.07—3.07	С 6 ч 1.07	200
	160	Картофель	VI	50	750	0,80	46,9	3.07—5.07		200
	160	Люцерна	VIII	50	550	0,80	34,2	5.07—8.07	до 3 ч 8.07	200
	80	Сахарная свекла	III	50	400	0,76	26,3	21.07—23.07	С 6 ч 21.07 до 14 ч 29.07	105
	80	Картофель	VI	50	750	0,76	49,4	23.07—29.07		105
	80	Люцерна	I	50	600	0,76	39,5	1.08—5.08	С 6 ч 1.08	105
	80	Люцерна	VIII	50	550	0,76	36,2	5.08—9.08	до 14 ч 9.08	105
	80	Картофель	VI	50	750	0,76	49,4	11.08—16.08	С 6 ч 1.08 до 16 ч 16.08	105
	80	Сахарная свекла	III	50	400	0,76	26,3	21.08—24.08	С 6 ч 21.08 до 4 ч 24.08	105
	80	Люцерна	I	50	600	0,76	39,5	1.09—5.09	С 6 ч 1.09	105
	80	Люцерна	VIII	50	550	0,76	36,2	5.09—9.09	до 14 ч 9.09	105

Общая продолжительность первого полива двух полей составит: 2,17+1,99=4,16 сут (см. табл. 7). После составления графиков очередности полива по массиву составляют план-заявку хозяйства на воду по специальной форме, где указывают расходы воды по декадам с учетом потерь в распределительной сети хозяйства и площадь полива по участку (табл. 10).

Контрольные вопросы. 1. Условия и порядок планирования водопользования. 2. Материалы, необходимые для составления внутрихозяйственных планов водопользования. 3. Порядок составления внутрихозяйственного плана водопользования. Планирование эксплуатационных мероприятий. 4. Определение к. п. д. внутрихозяйственной оросительной сети.

Глава 3

ПРОВЕДЕНИЕ ПЛАНА ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ХОЗЯЙСТВАХ

§ 15. Подготовка к проведению поливов

Высококачественное проведение поливов сельскохозяйственных культур в установленные сроки и необходимыми нормами зависит от своевременной подготовки полей к поливу и четкой организации труда при их осуществлении. Прежде всего необходимо провести работы по планировке орошаемых площадей, нарезке мелкой поливной сети при поверхностных способах полива, подготовить поливной инвентарь. К началу полива должны быть отремонтированы каналы, гидротехнические сооружения, приведены в полную готовность дождевальные машины.

Большое значение имеет наличие в необходимом количестве в отделениях и бригадах механизмов для обработки почвы, а также наличие достаточного числа поливальщиков и машинистов дождевальных машин. Это дает возможность своевременно и правильно провести работу по подготовке поливов, а их качественное проведение — залог получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

§ 16. Выбор способа полива сельскохозяйственных культур

Основные способы полива культур на орошаемых землях Северного Кавказа — поверхностные и дождеванием.

Поверхностное орошение — это распределение воды самотеком по поверхности почвы. В зависимости от характера распределения воды различают полив по проточным бороздам, затопляемым (тупым) бороздам, бороздам-щелям, напуском по узким полосам с головным и боковым пуском воды, по широким длинным полосам, с затоплением по чекам и ярусам. Эти способы полива рекомендуются при глубоком залегании грунтовых вод от поверхности земли и уклонах орошаемых участков не более 0,03.

Полив по проточным бороздам дает возможность механизировать процесс полива с дальнейшей его автоматизацией и применяется для полива пропашных культур, а также для проведения влагозарядковых и предпосевных поливов на хорошо спланированных площадях с уклоном от 0,002 до 0,01.

Длину поливной борозды и расход струи определяют в зависимости от водопроницаемости почвы и уклона участка (табл. 11). С увеличением уклона возрастает длина поливной борозды до 400 м с соответствующим уменьшением расхода, подаваемого в борозду. Эти рекомендации справедливы для уклонов от 0,002 до 0,01. Если уклоны поливных участков менее 0,002, длину борозд принимают 70—150 м.

Таблица 11

Длина поливных борозд в зависимости от водопроницаемости почв и уклона участка

Средняя скорость впитывания (за час наблюдения), дм/мин	Уклон поливного участка	Длина борозды, м	Расход воды, л/с	
			в борозду	в борозду-щель
Менее 0,015	0,002—0,004	250—300	1,5—1,2	3,0—2,5
	0,004—0,007	300—350	1,2—0,8	2,5—2,0
	0,007—0,010	350—400	0,8—0,5	2,0—1,5
От 0,015 до 0,03	0,002—0,004	200—250	1,5—1,2	3,5—3,0
	0,004—0,007	250—300	1,2—1,0	3,0—2,5
	0,007—0,010	300—400	1,0—0,8	2,5—2,0
Более 0,03	0,002—0,004	120—200	2,0—1,5	4,0—3,5
	0,004—0,007	200—250	1,5—1,2	3,5—3,0
	0,007—0,010	250—350	1,2—1,0	3,0—2,0

Полив по проточным бороздам имеет самое широкое распространение среди поверхностных способов полива.

На плохо спланированных участках длину поливных борозд принимают меньше рекомендуемой в 2—3 раза.

Полив по затопляемым (тупым) бороздам применяют при проведении влагозарядковых поливов и орошении широкорядных овощных культур. Уклон поливных участков может быть как небольшим (менее 0,002), так и значительным (более 0,015).

Полив по тупым бороздам целесообразно проводить на грунтах со слабой водопроницаемостью. Размер затопляемых борозд: глубина — 20—25 см; ширина поверху — 50—60 см; длина от 30 до 80 м на средних по спланированности площадях, а при хорошей планировке длина борозд может быть более 80 м.

Борозду водой наполняют так, чтобы в ее голове глубина воды была не более $^1/_3$ ее полной глубины, а в конце борозды — не более $^3/_4$. Подачу воды в борозды прекращают после прохождения расхода до $^3/_4$ длины борозды.

Полив по затопляемым (тупым) бороздам заключается в быстром наполнении борозды водой, которая соответствует поливной норме и может быть впитана почвой. Впитывание происходит в основном после прекращения подачи воды в борозду, расход в которую составляет от 2 до 4 *л/с*.

Полив по бороздам-щелям рекомендован академиком ВАСХНИЛ Б. А. Шумаковым для проведения вегетационных влагозарядковых и предпосевных поливов, а также при промывке засоленных земель. Этот способ поверхностного полива рекомендуется применять прежде всего на участках, где возможно орошение большими поливными нормами, и на почвах со слабой водопроницаемостью. Борозда-щель отличается от обычной борозды тем, что в дне ее специально сконструированным для этих целей щелерезом нарезается щель шириной 3 см и глубиной до 15—17 см. Общая глубина борозды составляет 35—40 см. Это способствует быстрому промачиванию почвы и обеспечивает свободное преодоление довольно больших неровностей дна борозды, что дает возможность применять данный способ полива на неспланированных площадях.

Длину борозд-щелей принимают такой же, как и длину проточных борозд (табл. 11). Однако расход, который подают в борозду-щель, в 2—3 раза превышает расход в обычную борозду. Производительность труда поливальщиков в этом случае увеличивается в 1,5—2 раза.

Полив напуском по полосам разделяют на полив по обычным узким полосам и на полив по широким длинным полосам. Обычные полосы имеют ширину от 3 до 11 м и длину от 100 до 300 м, а широкие длинные полосы — ширину от 15 до 40 м и длину от 300 до 500 м.

Обычные полосы в зависимости от способа подачи воды на них подразделяются на полив напуском с головным и боковым пуском воды.

Полив напуском по полосам с головным пуском воды рекомендуется применять при влагозарядковых и предпосевных вегетационных поливах сельскохозяйственных культур, высеваемых узкорядным и перекрестным способами (зерновые, травы), а также при орошении садов и виноградников.

Полосы устраивают в направлении максимального уклона поливного участка, а ширина их зависит от поперечного уклона, микрорельефа поверхности почвы и ширины захвата сельскохозяйственных машин. Принимают ее обычно 3,6—4,2 м. При этом поперечный уклон не должен превышать 0,002; продольный — 0,006.

Длина полосы зависит от водопроницаемости почвы, уклона и состояния поверхности. Длину полосы и расход удельной струи увеличивают с уменьшением водопроницаемости почвы и повышением уклона.

Полив напуском по полосам с боковым пуском воды рекомендуется на участках с плохой планировкой поверхности или при больших поперечных уклонах. Этот способ полива отличается низкой производительностью труда поливальщиков, неравномерностью увлажнения почвы, значительной потерей воды на фильтрацию в бороздах. В настоящее время этот способ полива еще находит применение на орошаемых землях Дагестанской АССР.

Полив по широким длинным полосам с машинным подъемом воды из оросительных каналов отличается высокой производительностью.

На орошаемых массивах с засоленными почвами, с тяжелым механическим составом был предложен способ полива по длинным полосам с подачей воды из оросительно-дренажных каналов. Для этой цели были разработаны специальные поливные машины ППУ-500 и ПМП-1.

Полив затоплением — это наиболее старый способ полива. Однако его с успехом можно применять и в на-

стоящее время прежде всего на безуклонных орошаемых участках или же с уклоном не более 0,001 при наличии коллекторно-дренажной сети. Полив проводят напуском воды на отдельные делянки (чеки), образованные в результате устройства поперечных и продольных валиков. Площадь чеков может составлять 0,5—5 га и более.

Этот способ полива применяют при возделывании риса и орошении некоторых сопутствующих культур в рисовом севообороте, промывке засоленных земель, а также при лиманном орошении.

С увеличением размера чека средний расход, подаваемый на чек, возрастает. При площади чека 1 га средний расход составляет примерно 70—90 л/с, а при площади 10 га — 700—900 л/с.

Влагозарядковые поливы проводят с целью создания необходимого запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы до посева сельскохозяйственных культур. Проводят их большими нормами и в основном в холодное время года. Это обусловливает прежде всего необходимость их максимальной механизации.

Влагозарядковые поливы широко применяют на орошаемых землях Северного Кавказа. Вегетационные поливы сельскохозяйственных культур на фоне влагозарядковых способствуют повышению урожайности. Наиболее эффективны они при глубоком залегании грунтовых вод, а также на грунтах, обладающих большой влагоемкостью. Проводят их в различные периоды по бороздам, бороздам-щелям, полосам, чекам и дождеванием. Наиболее распространенным способом влагозарядки является полив по бороздам и бороздам-щелям.

§ 17. Организация поливов и повышение производительности труда

Важным условием при проведении поливов поверхностным способом является правильная организация и высокая производительность на поливах.

Своевременное и качественное проведение поливов зависит от правильной организации труда поливальщика, за которым закрепляют определенную площадь. В каждом отделении совхоза или колхоза, исходя из графика полива на текущую декаду, должна быть организована специализированная бригада поливальщиков, обеспечивающая полив как минимум в две смены.

Прежде всего необходимо выполнить подготовительные операции, которые включают планировку и выравнивание поверхности орошаемых полей, нарезку поливной и временной сети, установку поливной арматуры и водомерных устройств.

Тщательная планировка и выравнивание площадей позволяют поливать по длинным бороздам и полосам. При этом способе полива получают равномерное увлажнение почвы и улучшенные условия для механизации сельскохозяйственных работ, что в конечном итоге ведет к получению более высоких урожаев возделываемых культур.

Выравнивание полей осуществляют прицепными и навесными планировщиками.

Для правильного распределения оросительной воды вначале нарезают поливную сеть (борозды или полосы), а затем последовательно выводные борозды и временные оросители. Борозды нарезают непосредственно перед поливом бороздоделателями, а временные оросители — каналокопателями.

До начала полива бригада устанавливает щиты на временных оросителях, раскладывает сифоны и т. д. После завершения всех подготовительных работ приступают к пуску воды во временные оросители, а затем и в выводные борозды. По мере наполнения водой последних приступают к зарядке сифонов.

Производительность труда поливальщика при поверхностных способах полива во многом зависит от обеспеченности специальным поливным инвентарем, а также устройствами и приспособлениями, способствующими равномерному и высокопроизводительному распределению оросительной воды в мелкую поливную сеть. К ним относятся: армирование оголовков поливных борозд, применение сифонов и поливных трубок, полив из однобортных вспомогательных борозд.

Полив сифонами отличается простотой исполнения и надежностью в работе. Сифоны могут быть изготовлены в мастерских колхозов и совхозов из жести диаметром от 20 до 60 мм и общей длиной 1,2—1,3 м. Для этой цели могут быть также использованы резиновые шланги и полиэтиленовые трубки.

Полив с помощью сифонов применяют на уклонах более 0,003, а при длинных бороздах (200—400 м) это способствует повышению производительности труда. За

4 Заказ 4289

смену можно полить до 2—3 га и управлять поливным расходом до 100 л/с.

Для равномерной подачи воды из временного оросителя и двубортной выводной борозды применяют поливные трубки диаметром от 30 до 60 мм и длиной до 60—70 см, которые вставляют в борт оросителя и выводной борозды. Применяют их на участках с большими уклонами (до 0,01) при частых поливах сельскохозяйственных культур. Расход воды составляет 100—150 л/с, а производительность поливальщика — 4 га за смену.

Полив из однобортной вспомогательной борозды позволяет значительно механизировать полив, то есть повысить производительность труда. Полив из однобортной вспомогательной борозды применяют при продольной схеме расположения временных оросителей с незначительным продольным уклоном (не более 0,006). Прокладывают однобортные выводные борозды без уклонов или с уклонами не более 0,001. Это является необходимым условием для равномерного распределения воды по бороздам. Поливной ток составляет от 100 до 200 л/с, а производительность поливальщика — 2,5—3 га в смену.

Полив с помощью гибких трубопроводов проводят из открытой оросительной сети, когда уровень воды в канале или лотке выше средней отметки орошаемого поля не менее чем на 0,7—0,8 м. Временные оросители и выводные борозды заменяют гибкими трубопроводами, что позволяет повысить производительность труда поливальщика, снизить затраты ручного труда в 2—3 раза, исключить затраты на нарезку и заравнивание временной оросительной сети. Разработанное ВНИИГиМ для этих целей поливное устройство состоит из нескольких звеньев транспортирующих трубопроводов диаметром 350—420 мм и длиной 100—120 м; четырех-пяти поливных трубопроводов, состоящих из звеньев труб длиной 100—120 м и диаметром 200—300 мм, а также навесного намоточного устройства на тракторе Т-28Х. Транспортирующий трубопровод прокладывают по максимальному уклону, а поливной — по минимальному поперек поливных борозд. На поливном трубопроводе через каждые 60—70 см имеются водовыпускные отверстия для подачи воды в борозды. Для нормальной работы поливного устройства уровень воды в канале или лотке

должен быть выше поверхности поля на 1,2—1,5 диаметра транспортирующего трубопровода.

Для организации и проведения поливов в предгорных районах, на просадочных грунтах и на участках с большими уклонами применяют полив с помощью быстроразборных поливных трубопроводов типа РТ-180, выполненных из тонкого металла. Для раздачи воды в поливные борозды в них вмонтированы насадки на расстоянии, равном ширине междурядий. Такие трубопроводы могут работать из открытой оросительной сети при наличии уклонов, обеспечивающих заданный напор в трубопроводе, а также из закрытой сети.

Поливной трубопровод-шлейф РТП-180КМ обеспечивает пропуск расхода до 100 л/с и с одной позиции поливает полосу шириной до 110 м. Сменная выработка поливальщика возрастает до 3—4 га.

Для механизации поверхностных способов полива и повышения производительности труда используют передвижные поливные машины ППА-165У и ППА-300, которые повышают производительность труда в 3—4 раза. ППА-165У предназначена для механизации полива по бороздам во всех зонах орошения и для забора воды из каналов, проходящих в выемке, а ППА-300 — для полива затоплением широким фронтом сопутствующих культур в рисовом севообороте с помощью гибкого поливного трубопровода.

Поливной телескопический агрегат (ПТА) предназначен для полива по бороздам. Рабочим органом агрегата является телескопический трубопровод из стеклопластика общей длиной 77 м, смонтированный на тракторе МТЗ-50. Расход агрегата составляет 100 л/с, сменная производительность при поливной норме 600 м³/га до 6 га.

Московским гидромелиоративным институтом разработан новый метод автоматизации поливов. Вместо открытых оросительных каналов предложены закрытые стационарные асбестоцементные трубопроводы. Вода в борозды поступает из закрытых поливных трубопроводов под воздействием естественного или искусственного напора, преодолевая сопротивление слоя грунта в 34—40 см и выходя на поверхность в виде родничков. Равномерность распределения воды по длине поливного трубопровода осуществляется правильным подбором диаметра и длины трубопровода, отверстий и уклона.

Производительность труда поливальщика возрастает в 4—5 раз и, кроме того, возможна полная автоматизация распределения воды.

При малых уклонах (0,001—0,003), широких междурядьях и длине борозд 300—400 м применяют полив с помощью трубок с забором воды из армированного оросителя. Распределение воды осуществляется из лотковой сети или бетонированных каналов, в которые вмонтированы трубки по ширине борозд. Этот метод позволяет автоматизировать подачу воды в борозды.

§ 18. Организация орошения дождеванием

Дождевание — это высокомеханизированный способ полива сельскохозяйственных культур, имеющий ряд преимуществ перед поверхностными способами полива. Применяется прежде всего на участках с высоким стоянием грунтовых вод и особенно высокой их минерализацией, на просадочных и сильно проницаемых грунтах, а также на участках с небольшими уклонами.

Дождевание в нашей стране находит широкое применение. В Молдавии и на Украине этот способ полива стал основным и составил соответственно 91,1 и 86,1% общего числа орошаемых земель в республиках. Большое распространение получил он и в европейской части СССР.

Дождевание осуществляется специальными установками и машинами, которые выпускают позиционного действия и самоходные с короткоструйными, среднеструйными и дальнеструйными аппаратами.

Таблица 12

Производительность ДДА-100М

Число проходов машины	Поливная норма, м³/га	Производительность при коэффициенте использования в смену, га			
		0,6	0,7	0,8	0,9
3	180—216	9,43	11,00	12,60	14,20
5	300—360	5,66	6,61	7,56	8,50
7	420—503	4,05	4,72	5,40	6,08
9	540—643	3,14	3,67	4,20	4,72
11	600—691	2,58	3,00	3,44	3,87
13	780—936	2,18	2,54	2,90	3,27

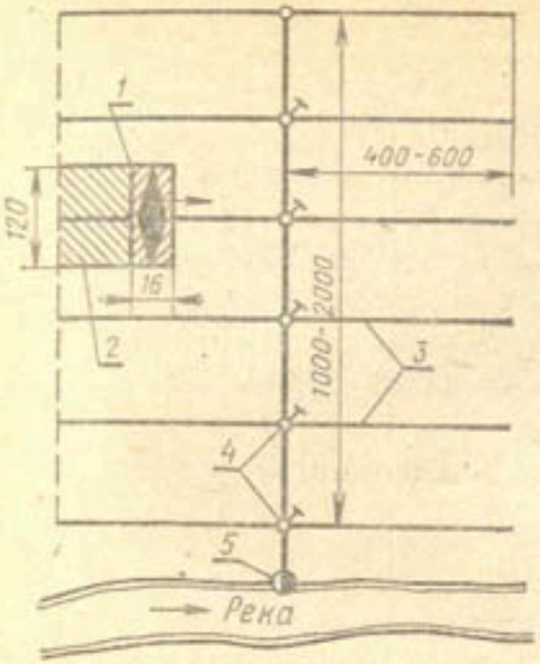


Рис. 3. Схема комбинированной оросительной сети для полива сельскохозяйственных культур агрегатом ДДА-100М: *1* — агрегат ДДА-100М; *2* — политая площадь; *3* — открытые оросители; *4* — гидранты-водовыпуски; *5* — насосная станция (размеры в м).

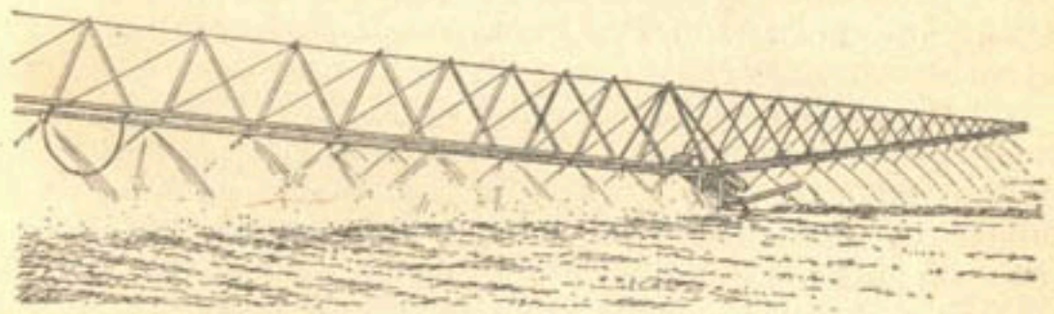


Рис. 4. Машина ДДА-100М в работе.

Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70, ДДН-100 применяют для полива на участках с большими уклонами на легких и средних почвах.

Короткоструйные дождевальные машины ДДА-100М (рис. 3) и ДДА-100МА работают с забором воды из временных оросителей при оптимальных уклонах орошаемых площадей (0,0005—0,001). Большой опыт использования этих машин накоплен в Ростовской области. Производительность ДДА-100М (рис. 4) зависит от ряда факторов и прежде всего от поливной нормы, числа проходов и коэффициента использования машины за смену (табл. 12).

Двухконсольный дождевальный агрегат ДДА-100МА является модификацией ДДА-100М. Производительность ДДА-100МА при поливной норме 300 м³/га увеличена на 33,3% и составляет 1,6 га/ч.

Одно из важных достоинств дождевальных машин ДДА-100М, ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100 — возмож-

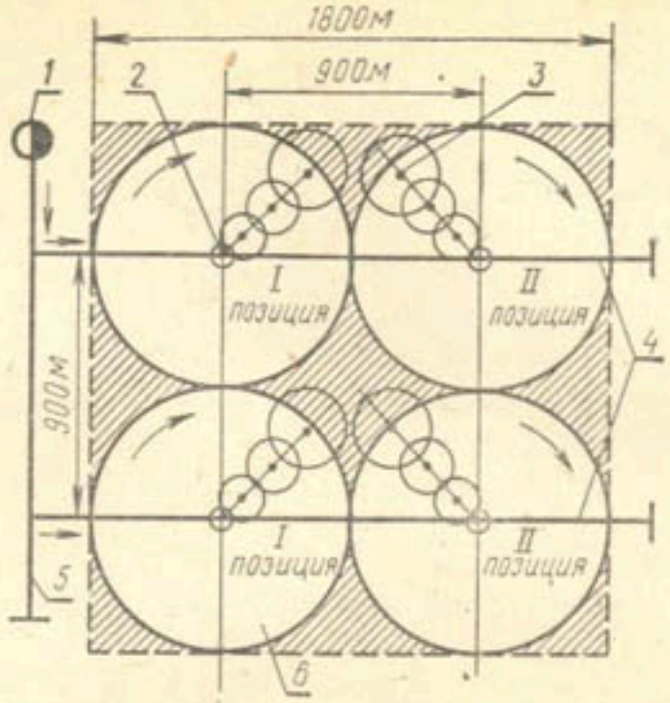


Рис. 5. Схема работы самоходного дождевального агрегата «Фрегат»:

1 — насосная станция; *2* — гидранты; *3* — дождевальные аппараты; *4* — распределительный трубопровод; *5* — магистральный трубопровод; *6* — политая площадь.

ность использования на орошаемых землях, предназначенных для поверхностного полива. Например, вегетационные поливы можно проводить дождеванием, а влагозарядковые — поверхностными способами (по бороздам, бороздам-щелям, полосам).

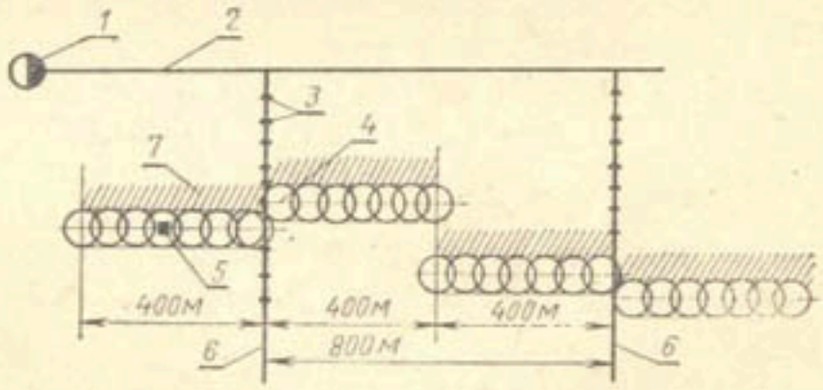


Рис. 6. Схема работы самоходной дождевальной машины «Волжанка»:

1 — насосная станция; *2* — магистральный трубопровод; *3* — гидранты; *4* — дождевальное крыло; *5* — привод; *6* — распределительный трубопровод; *7* — политая площадь.

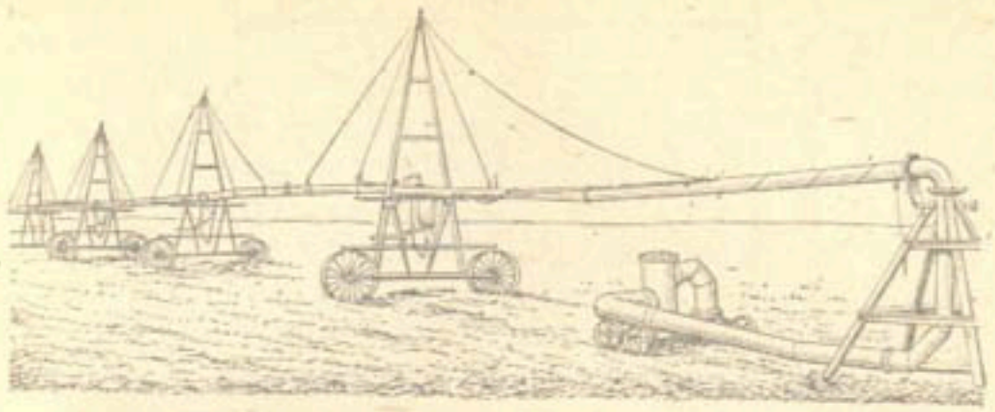


Рис. 7. Общий вид поливной машины «Фрегат».

Для орошения сельскохозяйственных культур в настоящее время широко применяют дождевальные машины «Фрегат» (рис. 5) и «Волжанка» (рис. 6).

Дождевальная машина «Фрегат» (рис. 7) представляет собой колесный многоопорный трубопровод со среднеструйными аппаратами и проводит полив сельскохозяйственных культур по кругу. Применяют ее на почвах различной водопроницаемости как для низкостебельных, так и высокостебельных культур. Максимальная площадь орошения с одной позиции 72,6 га при длине уста-

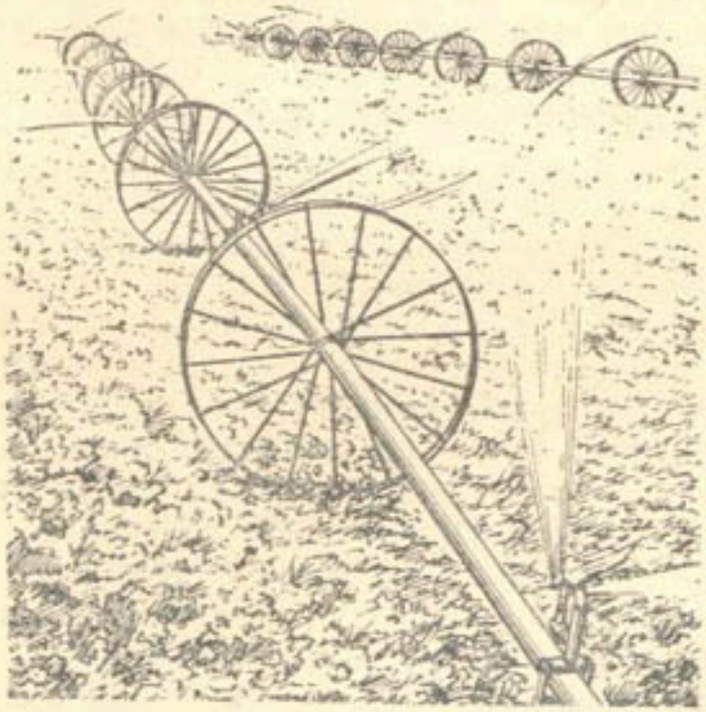


Рис. 8. Поливная машина «Волжанка» в работе.

новки 459,8 м; минимальная — 16,2 га при длине 197,2 м.

Дождевальная машина «Волжанка» ДКШ-64 (рис. 8) поливает низкостебельные культуры (зерновые, овощные, луга и пастбища). Эта машина позиционного действия. Применяют ее на тщательно спланированных участках с уклонами до 0,02. Состоит она из двух дождевальных крыльев с шириной захвата до 800 м.

Дождевальная установка КИ-50 предназначена для орошения небольших участков, в основном на местном стоке площадью до 50 га, занятых кормовыми и овощными культурами, а также лугов и пастбищ. Установка представляет собой передвижной быстроразборный трубопровод со среднеструйными дождевальными аппаратами. Подача воды осуществляется с помощью передвижных насосных станций.

Импульсное дождевание представляет собой непрерывно повторяющиеся циклы накопление — выброс. Дождевание осуществляется импульсными аппаратами, которые работают по сигналам понижения давления в сети трубопроводов. Накопление воды в гидроаккумуляторах и выброс ее под действием сжатого воздуха осуществляется одновременно по всей орошаемой площади. Паузы накопления воды от 50 до 200 раз больше времени выброса воды.

Дождевальный шлейф ДШ-25/300 представляет собой отдельные стальные трубы с наружным диаметром 102 мм и общей длиной 150 м. Соединяют трубы с помощью фланцев. Шлейфы подсоединяются к гидрантам закрытой оросительной сети, имеющей напор 45 м. Дождевание проводится карусельными аппаратами с интенсивностью 0,17 мм/мин, установленными на шлейфе (три аппарата с общим расходом 25 л/с). Шлейфы перемещают с одной позиции на другую трактором МТЗ-50. Рекомендуется применять для орошения технических и кормовых культур, виноградников, лугов и пастбищ. Применяют на участках со сложным рельефом.

Дождевальная машина ДФ-120 («Днепр») работает позиционно с забором воды из гидрантов закрытой оросительной сети при напоре 40—45 м. Расстояние между гидрантами 54 м, ширина захвата 460 м. С одной позиции машина поливает 2,8 га при средней интенсивности дождя 0,3 мм/мин.

С одной позиции на другую машина перемещается

с помощью электромоторов-редукторов, которые устанавливают на каждой опорной тележке (15—17). Привод последних осуществляется от силового кабеля, проложенного вдоль трубопровода и получающего питание от генератора, навешенного на трактор ЮМЗ-6Л.

Машина предназначена для полива всех сельскохозяйственных культур, кроме садов и виноградников, и может за сезон обслуживать площадь от 100 до 200 га при трехсменной работе.

Дождевальную машину «Хаски» (Англия) применяют для полива сельскохозяйственных культур высотой не более 145 см. Состоит она из трубопровода длиной 193 м, поднятого над землей на высоту 1,46 м на 13-колесных А-образных тележках. Рабочими органами являются 39 среднеструйных дождевальных аппаратов фирмы «Лэнсер».

Высокопроизводительная работа дождевальных машин зависит от правильной эксплуатации самих машин, а также насосных станций и водопроводящей сети. Для поддержания дождевальных машин в технически исправном состоянии необходимо своевременно проводить текущие и капитальные ремонты, систематически осуществлять техническое обслуживание и правильно организовать их хранение в межполивной период, четко выполнять имеющиеся заводские инструкции и руководства по эксплуатации машин и оборудования.

§ 19. Корректировка плана водопользования

Внедрение внутрихозяйственных планов водопользования в орошаемых хозяйствах показало, что составленный план требует обязательной корректировки. Прежде всего это вызвано изменением площадей посева сельскохозяйственных культур и их состава. Например, опыт ведения орошаемого земледелия в Ростовской области подтвердил, что особо суровые бесснежные зимы являются причиной вымерзания озимых на больших территориях, что приводит к необходимости пересева ранней весной этих площадей, и таким образом состав культур на орошаемых землях меняется. Поэтому возникает необходимость корректировки всего внутрихозяйственного плана водопользования. Другими причинами являются: изменение метеорологических условий текущего года, резкое повышение или понижение уровня

грунтовых вод на орошаемых участках, изменение водоносности источника орошения, что приводит к соответствующему недобору воды в оросительные системы.

Необходимость корректировки подтверждается еще тем обстоятельством, что она предусматривается самой методикой составления планов водопользования. Первоначально составляют сокращенный план водопользования, а выполняют его с учетом всех организационных, погодных и других условий, которые возникли непосредственно перед поливом сельскохозяйственных культур и учитывают при корректировке плана водопользования.

Непосредственное проведение планов водопользования в жизнь осуществляется оперативными декадными графиками, составленными по форме 3 (приложение 1) агрономом и гидротехником хозяйства за 2—4 дня до начала очередной календарной декады. Имея лимит подачи воды в хозяйство, специалисты составляют план-заявку на подачу воды тому или иному водопользователю. В этом плане с учетом состояния посевов сельскохозяйственных культур, влажности почвы, организационно-хозяйственных возможностей рассчитывают необходимый расход воды, который надо подать растениям. Эти расчеты выполняют по каждому внутрихозяйственному плану с суммированием и определением забора воды как по каждому водовыделу, так и по хозяйству в целом. Намечают к поливу соответствующие севообороты и определяют конкретные поля с указанием культур, выращиваемых на них.

Для определения расхода воды брутто учитывают к. п. д. каналов и после этого намечают дни и часы работы оросительных каналов и их расход. Календарный оперативный график поливов передают управлению оросительной системы с обязательным указанием выполнения лимита отпущенной хозяйству воды. Если требуется увеличить подачу воды хозяйству по сравнению с утвержденными лимитами, то увеличение водозабора обосновывают расчетом. Если это превышение составляет не более 5%, управление оросительной системы может принять положительное решение, перераспределив воду по системе. В крайнем случае как исключение лимит отдельным хозяйствам может быть увеличен за счет пропуска по каналам форсированных расходов.

Когда хозяйство по каким-либо причинам не может использовать выделенный лимит воды, оно указывает об

этом в плане-заявке на воду в установленном порядке. Управление эксплуатации оросительной системы принимает и распределяет указанный объем между другими водопользователями.

Для качественного проведения поливов сельскохозяйственных культур в каждой бригаде, звене составляют календарный график производства всех видов работ по форме 4 (приложение 1). По каждой бригаде или звену необходимо четко предусмотреть время на нарезку поливной сети и подготовку к поливам, время проведения поливов согласно оперативному графику полива культур, а также время проведения послеполивной обработки орошаемых площадей. Необходимо указать время и приемы внесения удобрений на орошаемые поля. Этот календарный график составляют специалисты, а утверждается он председателем колхоза или директором совхоза.

§ 20. Контроль использования воды

Каждое хозяйство должно так организовать поливы, чтобы каждый кубометр оросительной воды был использован рационально. Поливы культур должны проводить в бригадах и звеньях поливальщики, прошедшие специальную подготовку.

Рациональное использование оросительной воды будет зависеть от правильной организации учета воды в хозяйстве. Эксплуатационная гидрометрическая служба в хозяйстве должна быть на должном уровне. Прежде всего необходимо оборудовать точки выдела воды в хозяйства водоизмерительной аппаратурой — расходомерами, а лучше стокомерами. Необходимо иметь специально оборудованные посты для учета сбросной воды из оросительных каналов.

Распределением оросительной воды в хозяйстве руководит главный инженер-гидротехник, в отделениях — гидротехники. Они отвечают за правильное использование оросительной воды на полях, контролируют сбросы как из внутрихозяйственных каналов, так и на полях.

За качественное и своевременное проведение полива, за сроки и нормы поливов в хозяйстве в целом, а также в отделениях и бригадах отвечают агрономы совместно с руководителями соответствующих подразделений.

Контроль использования оросительной воды в хозяйствах осуществляет управление эксплуатацией соответствующей системы. Работники системы должны проводить систематический контроль использования воды путем объезда и осмотра орошаемых площадей. Эффективность водопользования в каждом хозяйстве определяют по выполнению плана забора воды и плана полива сельскохозяйственных культур по физической площади и гектаро-поливам, к. п. д. оросительных каналов и внутрихозяйственной сети в целом, коэффициентам использования оросительной воды на поле и общим коэффициентам полезного использования воды в хозяйстве.

Выполнение плана забора воды в хозяйство определяют по зависимости:

$$З_х = \frac{Q_ф}{Q_п}, \qquad (14)$$

где $Q_ф$ и $Q_п$ — фактические и плановые расходы воды в точках выдела воды хозяйству за определенный период.

Хорошие условия, если $З_х$ будет равен единице (с отклонением по абсолютной величине на $\pm 0{,}05$). Плановый забор воды можно определить также и по объему забираемой воды в хозяйство:

$$З_х' = \frac{V_ф}{V_п}, \qquad (15)$$

где $V_ф$ и $V_п$ — фактический и плановый объем воды за расчетный период в точках выдела хозяйству.

§ 21. Отчетность по плану водопользования

Отчетность по выполнению плана водопользования может быть оперативной, когда агроном и гидротехник хозяйства за каждую декаду дают данные об использовании поданной хозяйству воды, политых площадях, определяют коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве. Эти данные представляют в управление оросительной системы по специальной форме, которую подают одновременно с планом-заявкой хозяйства на воду. Отчет за истекшую декаду составляют по форме 2 (приложение 1), которая находится на обратной стороне плана-заявки на воду.

За выполнение годового и квартального плана поливов и посевов сельскохозяйственных культур в хозяйстве, а также количество забранной воды на орошение отчитываются по формам внутрихозяйственного плана водопользования перед ЦСУ СССР, оросительными системами и областными (краевыми) организациями.

§ 22. Права и обязанности главных гидротехников, гидротехников отделений и бригадиров хозяйств

Главный гидротехник колхоза или совхоза, гидротехник отделения обязаны:

содержать в технически исправном состоянии оросительную, осушительную и коллекторно-дренажную сеть и гидротехнические сооружения на ней;

выполнять требования эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства по технической эксплуатации оросительной, осушительной и коллекторно-дренажной сети;

своевременно составлять и представлять на согласование и утверждение внутрихозяйственные планы водопользования (планы регулирования водного режима);

осуществлять мероприятия по выполнению планов водопользования, рациональному распределению оросительной воды, разрабатывать мероприятия по повышению к. п. д. каналов;

внедрять прогрессивные способы полива сельскохозяйственных культур, методы их механизации и автоматизации;

обеспечивать сохранность каналов, сооружений и других объектов на сети;

высокопродуктивно использовать мелиорируемые земли, не допускать ухудшения их плодородия;

своевременно проводить промывки засоленных земель, гипсование солонцовых почв и другие мероприятия по повышению плодородия мелиорированных земель;

разрабатывать оперативные и перспективные планы эксплуатационных мероприятий, планы технического улучшения оросительной сети.

Они имеют право:

получать и равномерно в течение суток использовать воду в объемах, установленных планом водопользования;

устанавливать по согласованию с управлением оросительных систем объем водозабора по точкам выдела воды в хозяйства;

передавать водохозяйственным организациям на договорных началах полностью или частично выполнение работ по ремонту оросительной, осушительной и коллекторно-дренажной сети и сооружений на ней;

участвовать в приемке в эксплуатацию орошаемых и осушенных земель как вновь построенных, так и реконструированных.

Бригадиры хозяйств несут ответственность за состояние оросительной сети на уровне гидротехника хозяйства, но в пределах своей бригады.

Контрольные вопросы. 1. Поверхностные способы полива и условия их применения. 2. Мероприятия, включающие подготовку к проведению поливов сельскохозяйственных культур. 3. Организация и полив сельскохозяйственных культур. Производительность труда на поливе. 4. Особенности орошения дождеванием. Дождевальные машины. 5. Использование оросительной воды на поливе и организация ее рационального распределения. Коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве и на поле, его определение. Корректировка плана водопользования и для чего ее делают.

Глава 4

СОСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ПЛАНОВ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

§ 23. Состав системного плана водораспределения

Плановое водопользование представляет систему технических и организационных мероприятий, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Плановое водопользование — это основа оперативной деятельности как оросительной системы в целом, так и отдельных ее частей. Строго планируя забор воды в систему и ее распределение по каналам и точкам выдела, достигают главной цели орошения — наиболее полного использования оросительной воды для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Управления оросительных систем на основе хозяйственных планов водопользования составляют на каждый календарный год системные планы водораспределения. Они являются документом, на основе которого забирают воду из источника орошения и распределяют ее между хозяйствами.

Системные планы водораспределения составляют с целью установления расхода, очередности и сроков подачи воды хозяйствам.

План водораспределения включает: ведомость расчетных расходов (уровней) источника орошения и возможных расходов в голове системы; план забора воды в систему; план распределения воды по системе.

Составление системных планов водораспределения заключается: в установлении потребности в воде отдельных хозяйств-водопользователей по каждому водовыделу и в целом по системе; в согласовании водопотребления по системе с режимом источника орошения; в определении головных расходов магистрального и межхозяйственного каналов и подачи воды хозяйствам; в разработке мероприятий по повышению к. п. д. оросительных каналов и системы в целом.

Системный план водораспределения утверждают исполкомы районных Советов народных депутатов по системам районного значения; областные, краевые и республиканские (автономные республики) органы мелиорации и водного хозяйства по системам областного, краевого и республиканского значения; органы мелиорации и водного хозяйства СССР по системам межреспубликанского или союзного значения.

Планы по системам областного, краевого и республиканского значения утверждают по согласованию с соответствующими сельскохозяйственными органами.

§ 24. Порядок планирования системного плана водораспределения

Для составления плана водораспределения необходимы следующие материалы: план и подробная схема системы в масштабе 1 : 25 000 или 1 : 50 000, на которой должны быть указаны все магистральные, межхозяйственные и распределительные каналы до точек выдела воды в хозяйства с технической их характеристикой, указаны границы хозяйств, все узлы распределения и узлы командования, границы эксплуатационных участков, створы балансовой гидрометрии и мелиоративной службы, дороги, линии связи; внутрихозяйственные планы водопользования; план и схема системы с почвенно-мелиоративными характеристиками (почвы, глубина залегания грунтовых вод, рельефные особенности);

декадные расходы (уровни) воды в источнике орошения в месте забора воды в систему; сведения о фактических потерях воды из магистральных каналов и распределительной сети, привязанные к отдельным узлам системы; установленные государственным планом площади посевов на орошаемых землях.

Составление системного плана водораспределения осуществляется на основе внутрихозяйственных планов водопользования, то есть тех фактических расходов и объемов оросительной воды, которые необходимо подать в определенные сроки и достаточным объемом сельскохозяйственным культурам.

§ 25. Режим источника орошения

Приступая к планированию забора воды в систему, необходимо прежде всего установить ожидаемую водоносность источника орошения. Для этого надо иметь подекадные или среднемесячные данные по водоносности за прошедший период времени; среднемесячные данные об осадках и среднесуточных температурах в бассейне источника за тот же период времени. Кроме этого, необходимо иметь соответствующие фактические данные по водоносности за первые 4—5 месяцев начавшегося года.

Имея указанные данные, выбирают реальные расчетные годы. Берут во внимание летний период (апрель — сентябрь) каждого года и располагают данные в убывающем или возрастающем порядке по абсолютной величине. Год с водоносностью, близкой к среднеарифметическому имеющегося ряда, будет расчетным годом средней водоносности.

Для установления года с повышенной или пониженной водоносностью используют принципиально тот же метод, что и при определении года средней водоносности. Так, для определения года с повышенной водоносностью берут годы с водоносностью выше средней и для этого ряда определяют среднеарифметическое число. Год с водоносностью, близкий к этому среднему, будет соответствовать реальному году с повышенной водоносностью. По такой же методике определяют год с пониженной водоносностью.

Установив среднюю, пониженную и повышенную водоносности источника орошения, определяют возможность водозабора для этих условий.

Расчетный режим крупных источников орошения, питающих несколько крупных оросительных систем, устанавливают на основе указаний соответствующих министерств водного хозяйства союзных республик, а по системам межреспубликанского значения — Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР.

Режим других источников определяют расчетным путем, используя подекадные данные по его опорному гидрометрическому посту, приведенные к голове системы.

За расчетный принимают год с обеспеченностью, близкой к 50%-ной. Для нахождения декадных расчетных расходов года 50%-ной обеспеченности необходимо расположить декадные расходы воды в ряд в убывающем порядке (при n лет), найти порядковый номер декады 50%-ной обеспеченности по формуле:

$$N = 0{,}5\,n + 0{,}5. \qquad (16)$$

Расчеты составляют на каждую декаду для всего планируемого периода забора воды из источника орошения. Имея эти данные, определяют возможную подекадную подачу воды в голове магистральных каналов.

Для оросительных систем, водозабор которых больше зависит от уровня воды в источнике орошения, наряду с определением расходов воды устанавливают и уровни. Расчетные декадные уровни по опорному посту приводят к уровням в голове магистрального канала способами, принятыми при гидрологических расчетах. По установленным расчетным декадным уровням воды и имеющейся зависимости расходов магистрального канала от уровня воды в водоисточнике определяют расчетные расходы в магистральном канале по декадам планируемого периода. Расчет сводят в форму 1 (приложение 2).

Все данные по определению водоносности источника орошения, уровней воды в нем, возможной подачи и фактического забора воды в оросительную систему определяют для каждого месяца вегетационного периода по декадам. Здесь же увязывают расходы, которые необходимо подавать в оросительную систему и которые может обеспечить источник орошения. Баланс считают увязанным, если отклонение этих величин друг от друга не будет превышать ±5%.

5 Заказ 4289

§ 26. План забора воды в систему

Составление плана забора воды в оросительную систему начинают со систематизации данных, полученных от орошаемых хозяйств, о наличии орошаемых земель в хозяйстве и анализа причин их неиспользования в сельскохозяйственном производстве. Все материалы сводят в специальную форму (табл. 1, приложение 1), суммируя данные по системе. Имея план оросительной системы, составляют ведомость размещения сельскохозяйственных культур по системе с указанием площадей их посева и полива. Зная размещение культур на орошаемых землях системы, составляют план забора воды в систему по декадам вегетационного периода для хозяйств и вододелительных узлов. Для определения общего забора воды (брутто) в голове магистрального канала необходимо знать к. п. д. межхозяйственных каналов.

Все расчеты сводят в форму 2 (приложение 2), которая и является планом забора воды в систему.

§ 27. Коэффициент полезного действия систем

Коэффициент полезного действия отдельных каналов и системы в целом определяют по данным эксплуатационной гидрометрии работники управления оросительных систем. Получают данные в результате фактических замеров расхода воды по установленным гидрометрическим створам на каналах за вегетационный период. Систематические замеры позволяют получить графические зависимости (или в табличной форме) потерь воды на фильтрацию в расчете на 1 км длины канала от его расхода. Эти зависимости ежегодно корректируют, а при изменении условий фильтрации и получении новых данных о величине потерь пересчитывают.

При недостаточности данных о фактических размерах потерь или же при их полном отсутствии расчет ведут по формуле А. Н. Костякова:

$$\sigma = \frac{A}{Q^m}, \qquad (17)$$

где σ — потери на 1 км канала, %; A — коэффициент; m — показатель, зависящий от водопроницаемости грунта; Q — расход в голове участка, м³/с.

Таблица 13

Потери воды в каналах, л/с

Расход канала, м³/с	Потери воды на 1 км при водопроницаемости грунтов		
	слабой	средней	сильной
0,051—0,060	0,9	3,3	8,0
0,061—0,070	1,0	3,7	8,7
0,071—0,080	1,1	4,0	9,3
0,081—0,090	1,2	4,3	9,8
0,091—0,100	1,3	4,6	10,0
0,101—0,120	1,5	5,0	11,0
0,121—0,140	1,7	5,6	12,0
0,141—0,170	1,9	6,2	13,0
0,171—0,200	2,2	6,9	15,0
0,201—0,230	2,4	7,6	16,0
0,231—0,260	2,6	8,2	17,0
0,261—0,300	2,9	8,8	18,0
0,301—0,350	3,2	9,6	19,0
0,351—0,400	3,6	10,0	21,0
0,401—0,450	3,8	11,0	22,0
0,451—0,500	4,2	12,0	23,0
0,501—0,600	4,6	13,0	25,0
0,601—0,700	5,2	15,0	27,0
0,701—0,850	5,8	16,0	30,0
0,851—1,000	6,6	18,0	33,0
1,101—1,250	7,1	20,0	36,0
1,251—1,500	8,7	23,0	40,0
1,501—1,750	9,9	26,0	43,0
1,751—2,000	11,0	28,0	46,0
2,001—2,500	12,0	31,0	51,0
2,501—3,000	14,0	35,0	57,0
3,001—3,500	16,0	39,0	62,0
3,501—4,000	18,0	42,0	66,0
4,001—5,000	20,0	47,0	72,0
5,001—6,000	23,0	56,0	80,0
6,001—7,000	26,0	59,0	87,0
7,001—8,000	29,0	64,0	93,0
8,001—9,000	31,0	69,0	99,0
9,001—10,000	34,0	74,0	105,0
10,001—12,000	37,0	81,0	112,0
12,001—14,000	42,0	89,0	122,0
14,001—17,000	48,0	98,0	134,0
17,001—20,000	54,0	109,0	147,0
20,001—23,000	60,0	120,0	158,0
23,001—26,000	66,0	130,0	168,0
26,001—30,000	72,0	139,0	180,0

Параметры A и m определяют в зависимости от водопроницаемости грунтов:

	Слабая	Средняя	Сильная
m	0,3	0,4	0,5
A	0,7	1,9	3,4

Удельные потери, подсчитанные по формуле (17), приведены в таблице 13.

Потери по формуле (17) вычисляют для условий свободной фильтрации из каналов. Для этих же условий потери можно определить по формуле Н. Н. Павловского:

$$S=0{,}0116\,K_{\Phi}(B+2h), \qquad (18)$$

где S — потери на 1 км канала, м³/с; K_{Φ} — коэффициент фильтрации грунта; B — ширина канала по свободной поверхности воды, м; h — глубина воды в канале, м.

Формулу (18) применяют для расчета потерь из каналов с трапецеидальной формой поперечного сечения и заложением откосов (φ) от 1 до 3 при выполнении условия:

$$\frac{b}{h}=0{,}75\varphi-0{,}82, \qquad (19)$$

где b — половина ширины трапецеидального канала понизу, м.

При близком стоянии грунтовых вод от дна канала (подпертая фильтрация) потери можно вычислить по формуле С. Ф. Аверьянова:

$$S=0{,}00116\,\alpha_{\text{п}}\,K_{\text{в}}\left(1+0{,}5\frac{h_{\text{н}}}{B}\right)(B+2h)\,l, \qquad (20)$$

где $\alpha_{\text{п}}$ — коэффициент, учитывающий влияние подпора грунтовых вод; $K_{\text{в}}$ — коэффициент водопроницаемости грунта с учетом защемленного воздуха; $h_{\text{н}}$ — высота капиллярного поднятия, м; l — длина канала, м.

К. п. д. для межхозяйственных каналов, для участков между распределительными узлами и для системы каналов можно найти по формуле:

$$\eta=\frac{Q_{\text{к}}}{Q_{\text{к}}+S}, \qquad (21)$$

где $Q_{\text{к}}$ — расход воды в конце участка (канала), м³/с; S — потери (фильтрация) воды на участке (канале), м³/с.

Таблица 14

Коэффициент полезного действия канала или системы при изменении расхода воды в них

α/η	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40
			$m=0{,}3$ (грунты слабой проницаемости)			
0,90	0,90	0,79	0,69	0,59	0,48	0,38
0,80	0,89	0,79	0,68	0,57	0,46	0,36
0,70	0,89	0,78	0,67	0,55	0,44	0,33
0,60	0,88	0,77	0,65	0,53	0,42	0,30
0,50	0,88	0,75	0,63	0,51	0,38	0,26
0,40	0,87	0,74	0,61	0,47	0,34	0,21
			$m=0{,}4$ (грунты средней проницаемости)			
0,90	0,90	0,79	0,69	0,58	0,48	0,33
0,80	0,89	0,78	0,67	0,56	0,45	0,34
0,70	0,89	0,77	0,65	0,54	0,42	0,31
0,60	0,88	0,75	0,63	0,51	0,39	0,26
0,50	0,87	0,74	0,60	0,47	0,34	0,21
0,40	0,86	0,71	0,57	0,42	0,28	0,13
			$m=0{,}5$ (грунты сильной проницаемости)			
0,90	0,90	0,79	0,68	0,58	0,47	0,37
0,80	0,89	0,78	0,66	0,55	0,44	0,33
0,70	0,88	0,76	0,64	0,52	0,40	0,23
0,60	0,87	0,74	0,61	0,48	0,35	0,23
0,50	0,86	0,72	0,58	0,43	0,29	0,15
0,40	0,84	0,68	0,53	0,37	0,21	0,05

Потери складываются из потерь на фильтрацию, утечки через гидротехнические сооружения, непланируемые сбросы и испарения с водной поверхности.

К. п. д. всей системы оросительных каналов определяют по зависимости:

$$\eta_{\text{сис}}=\frac{\Sigma Q_{\text{п}}}{\Sigma Q_{\text{п}}+\Sigma S}, \qquad (22)$$

где $\Sigma Q_{\text{п}}$ — сумма расходов, которые нужно подать в хозяйства, м³/с; ΣS — сумма общих потерь на участках, м³/с.

Для вычисления к. п. д. оросительных каналов при непрерывной подаче воды по ним переменным током можно пользоваться формулой С. Р. Оффенгендена:

$$\eta_{и} = \frac{\eta + \alpha^{m} - 1}{\alpha^{m}}, \qquad (23)$$

где $\eta_{и}$ — искомый к. п. д. (табл. 14); η — к. п. д. канала или оросительной системы при максимальном расходе воды; α — отношение расхода воды, для которого подсчитывают к. п. д., к максимальному расходу воды в канале или системе; m — показатель степени в формуле А. Н. Костякова.

Значения $\eta_{и}$ в зависимости от водопроницаемости грунта приведены в таблице 14.

§ 28. Баланс воды по системе

Определив к. п. д. всех каналов оросительной системы, находят расход (брутто) по системе в целом. Полученные расходы каналов сравнивают с их пропускной способностью. Убедившись в том, что расчетные расходы соответствуют фактической пропускной способности каналов, приступают к окончательной увязке баланса водораспределения по системе. Полученные данные по расходу воды (брутто) в голове магистрального канала (форма 3) заносят в форму 1 (приложение 1) и проводят увязку баланса.

В процессе увязки водораспределения разрешается недобор воды в одну декаду компенсировать перебором в следующую. Перебор не должен превышать размеров возможной форсировки каналов системы. При недостатке воды в водоисточнике более ±5% и невозможности его компенсации в процессе увязки водораспределения путем недобора или перебора водоподачи, а также значительного завышения планового забора воды из источника, увязку баланса осуществляют за счет снижения водопотребления по формуле:

$$Q_{б.у} = Q_{б} K_{у} \frac{\eta}{\eta_{и}}, \qquad (24)$$

где $Q_{б.у}$ — головной расход системы (канала) при уменьшенной подаче; $Q_{б}$ — головной расход системы (канала) при нормальной подаче; $K_{у}$ — коэффициент увязки, то есть отношение возможного забора воды к необходимому расходу брутто.

Все исправления вносят в форму 2 красными чернилами. После проведенных расчетов составляют сводную ведомость баланса оросительной воды по системе (форма 3, приложение 2). Составление ведомости начинают с определения суммарного забора воды (объема) и расхода в систему по декадам и нарастающим итогом. Определяют все расходные статьи оросительной воды на систему. Прежде всего выделяют объемы подачи воды на орошение сельскохозяйственных культур в точках выдела воды хозяйствам с подразделением данного объема на нужды орошения, обводнения, хозяйственные. Обязательно выделяют объем воды на фильтрацию из оросительных каналов и испарение. Далее находят суммарную подачу воды из межхозяйственных и магистральных каналов с выделением объема воды в точках выдела воды хозяйствам; на подпитывание рек и водохранилищ; на замочку, заполнение и опробование межхозяйственных и магистральных каналов; вынужденные сбросы из межхозяйственных каналов для поддержания уровней воды в реках и других водоисточниках. Отдельно определяют потери воды на фильтрацию и испарение в магистральных и межхозяйственных каналах. В конечном итоге вычисляют суммарную подачу воды на все нужды без потерь, а зная физическую площадь орошения сельскохозяйственных культур на системе, определяют средние поливную и оросительную нормы, к. п. д. системы в целом. Анализ данных этой ведомости позволяет оценить состояние использования оросительной воды по системе, выявить резервы для дальнейшего более рационального и эффективного ее использования, а также наметить конкретные мероприятия по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель системы.

Зная распределение оросительной воды по всем участкам оросительной системы, составляют календарный план полива сельскохозяйственных культур по форме 4 (приложение 2). Этот план составляют по каждой сельскохозяйственной культуре с указанием физической площади полива и его срока. Обязательно указывают проведение влагозарядки под озимые, яровые культуры и многолетние насаждения. Затем определяют физическую площадь полива всех сельскохозяйственных культур по системе в целом за каждую декаду и нарастающим итогом за весь вегетационный период и количество проведенных гектаро-поливов в такой же последовательности.

Большое внимание уделяют прогрессивным способам полива культур на системе. Это подлежит специальному учету, поэтому в календарном плане полива указывают физическую площадь, политую прогрессивными способами, и число проведенных гектаро-поливов. Анализ этих показателей позволяет судить о состоянии технического уровня системы.

§ 29. План распределения воды по системе

После составления планов забора воды в систему и полива сельскохозяйственных культур составляют план распределения воды по системе. Расчет ведут от головного участка оросительной системы через вододелительные узлы к точкам выдела воды хозяйствам.

Наиболее удачной формой распределения воды по системе является диспетчерский график, составляемый по форме 5 (приложение 2). Этот график показывает, какой распределительный узел вызывается, откуда подается вода и на какой узел и далее в каждую точку выдела. Эти данные рассчитывают по декадам каждого месяца всего вегетационного периода.

§ 30. Техническая документация

Системный план водораспределения состоит из пояснительной записки и форм, составленных в период его формирования. В пояснительной записке указывают использование лимита системы на оросительную воду, особенности источника орошения на планируемый год и использование оросительной воды на системе. Дают общую характеристику способов полива сельскохозяйственных культур.

Все эти материалы после предварительного обсуждения работниками оросительной системы передают на утверждение соответствующим райисполкомам.

План водораспределения должен быть составлен в срок, обеспечивающий утверждение его не позже чем за месяц до начала поливного периода.

Контрольные вопросы. 1. Основные части системного плана водораспределения. 2. Материалы, необходимые для составления системного плана водораспределения. 3. Определение ожидаемой водоносности источника орошения. 4. К. п. д. канала, группы каналов и их определение. 5. Определение потерь воды на фильтрацию в зависимости от уровня грунтовых вод. 6. Порядок составления системного плана водораспределения. Баланс воды по системе.

Глава 5

ПРОВЕДЕНИЕ СИСТЕМНЫХ ПЛАНОВ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

§ 31. Подготовка системы к забору воды

Успешное проведение планов водораспределения во многом зависит от нормального технического состояния всех сооружений на системе. Пуск воды в систему — это ответственное мероприятие, которому должен предшествовать целый комплекс работ по системе. Прежде всего необходимо проверить исправность оросительных и осушительных каналов, гидротехнических сооружений на них. Необходимо опробовать работоспособность сооружений на вододелительных узлах. Проверить работу всей имеющейся сигнализационной аппаратуры, а также всех узлов автоматизации на системе.

К моменту пуска воды в систему необходимо установить водоизмерительную аппаратуру, проверить работу связи. Важный момент в подготовительных работах — своевременный и качественно проведенный инструктаж эксплуатационного персонала. На каждом вододелительном узле, эксплуатационном участке и оросительной системе необходимо иметь инструкции по эксплуатации отдельных сооружений и узлов в целом.

Пуск воды по системе осуществляют в определенной последовательности. В первую очередь заполняют водой магистральные каналы, постепенно наращивая уровни воды в них. После проверки работы всех сооружений по трассе канала воду пропускают в межхозяйственную сеть и так далее до точек выдела воды хозяйствам, предварительно сообщив об этом водопользователям.

§ 32. Диспетчерский график

Проведение системных планов водораспределения обеспечивает служба диспетчеризации, которая должна быть организована таким образом, чтобы в течение суток в любой момент времени знать, какие расходы забираются в систему и как они распределяются. Операции по водозабору и водораспределению на оросительной системе осуществляет дежурный диспетчер под руководством главного инженера.

Порядок проведения операций по водозабору и водораспределению следующий:

дежурный диспетчер, получив сведения о фактических расходах источника орошения по опорному гидрометрическому посту, уточняет их для створа, расположенного в голове системы, и сопоставляет с расходами, принятыми в плане водопользования;

при совпадении фактических расходов с плановыми дают указания линейному штату об определении расходов по распределительным узлам в соответствии с плановыми процентами водораспределения. Если в предыдущую пятидневку отмечены недоборы или переборы воды отдельными оросительными каналами, соответственно изменяют процент водораспределения на предстоящую пятидневку;

при отклонении фактических расходов от плановых проводят увязку баланса водораспределения, меняя проценты водораспределения, а затем дают соответствующие указания гидротехническим участкам, которые извещают водопользователей о произведенных изменениях;

работники линейной службы, ведающие распределительными узлами, после выполнения распоряжений докладывают диспетчеру, когда и какие расходы установлены на узлах.

Регулировка сооружений на оросительной системе как инженерного, так и неинженерного типа должна быть предусмотрена соответствующими инструкциями или указаниями. Правильная организация диспетчерской службы — залог рационального распределения оросительной воды по межхозяйственной сети.

§ 33. Корректировка системного плана водораспределения

Планы водораспределения в процессе их выполнения корректируют при изменении основных исходных данных: размеров или состава площадей сельскохозяйственных культур от установленного фактического сева; водоносности источника орошения от принятой для расчетного года.

Эти изменения в плане водораспределения должны быть подтверждены организациями, утверждавшими план, и доведены до сведения водопользователей. Прочие не предусмотренные изменения можно вносить в план

путем ежедекадных диспетчерских корректировок в процессе его выполнения.

Кроме декадных корректировок плана водораспределения, его уточняют на последующий месяц при получении месячных уточненных прогнозов водоносности источника орошения. При отклонении последних от принятых плановых расходов не более чем на ±20% проводят заново увязку баланса водораспределения и пересматривают его общий план.

Корректировку плана водораспределения проводят, умножая плановые расходы на коэффициент μ, определенный по формуле С. Р. Оффенгендена:

$$\mu = \frac{a^2 \eta}{a - \sqrt{a}(1-\eta)}, \qquad (25)$$

где a — отношение расходов нетто, уточненных после корректировки, к расходам нетто, принятым по плану; η — к. п. д., принятый при разработке плана.

Для упрощения расчетов коэффициенты μ приведены в таблице 15.

Таблица 15

Коэффициенты μ, вычисленные по формуле С. Р. Оффенгендена

η \ a	1,25	1,20	1,15	1,10	1,05—0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
0,80	1,22	1,18	1,14	1,09	1,0	0,91	0,86	0,82	0,77
0,75	1,21	1,17	1,13	1,08	1,0	0,92	0,87	0,83	0,79
0,70	1,20	1,16	1,12	1,08	1,0	0,92	0,88	0,84	0,80
0,65	1,18	1,15	1,11	1,07	1,0	0,93	0,89	0,85	0,82
0,60	1,17	1,14	1,10	1,07	1,0	0,93	0,90	0,86	0,84
0,55	1,15	1,12	1,09	1,06	1,0	0,94	0,91	0,88	0,85
0,50	1,13	1,11	1,08	1,00	1,0	1,00	0,92	0,91	0,89

При отпуске дополнительных внеплановых расходов воды по заявкам водопользователей, подтвержденным районными производственными управлениями сельского хозяйства, руководство оросительной системы уточняет диспетчерский график подачи воды:

если дополнительная заявка на воду в пределах гидротехнического участка не превышает ±10% планового расхода, намеченного для данного участка, воду перераспределяют без увеличения отпуска воды участку;

если дополнительная заявка на воду превышает ±10% плановой подачи, воду перераспределяют между гидротехническими участками;

если отклонение фактических расходов от плановых составит ±25% и более, то корректировку системного плана за счет снижения водопотребления растений не проводят. В этом случае на оросительной системе необходимо вводить водооборот.

§ 34. Применение водооборота на системе

Водооборот — это очередное пользование водой. На оросительных системах его вводят при недостатке воды в водоисточнике и невозможности увязки баланса по системе даже при уменьшении водопотребления сельскохозяйственных культур до 25%. При уменьшении водопотребления более чем на 25% для отдельных декад вегетационного периода вводят более сложный водооборот.

Наиболее простой и практически выполнимой схемой очередного водораспределения является двух- и трехтактный водооборот — очередность подачи воды на распределительные узлы, которые группируются в две или три очереди. В каждую группу распределительных узлов вода подается пропорционально плановой подаче воды при распределении ее непрерывным потоком. При двухтактном водообороте продолжительность подачи воды каждой очереди составляет 5 сут.

Порядок проектирования водооборота.

1. Оросительную систему разбивают на группы гидротехнических участков, получающих воду в один такт водооборота. При этом должны быть выполнены следующие условия:

максимальная пропускная способность каналов одной группы должна обеспечить пропуск форсированных расходов при водообороте;

расположение участков в группе должно быть компактным;

действующая длина каналов наименьшая, причем их отношение по всей длине должно составлять $K_к = 0{,}5$;

расходы воды отдельных групп должны быть по возможности равными.

2. Определяют к. п. д. каналов между участками и подсчитывают суммарный расход каждой группы, который

должен быть пропорционален расходу участка при непрерывном вододелении:

$$\eta = \frac{Q_н K_у}{Q_д}, \qquad (26)$$

где η — к. п. д. участковой сети каналов; $Q_н$ — нормальный расход воды в канале; $Q_д$ — действующий расход воды при водообороте; $K_у$ — коэффициент увязки.

3. Продолжительность каждого такта водооборота определяют по формулам:

$$t_1 = \frac{Q_1 \eta_2}{Q_1 \eta_2 + Q_2 \eta_1} t_в, \qquad (27)$$

$$t_2 = \frac{Q_2 \eta_1}{Q_1 \eta_2 + Q_2 \eta_1} t_в, \qquad (28)$$

где t_1 и t_2 — продолжительность первого и второго тактов водооборота; $t_в$ — период водооборота, $t_в = 10$ сут; Q_1 и Q_2 — расходы действующей группы каналов; η_1 и η_2 — к. п. д. действующей группы каналов при водообороте.

Должное внимание необходимо также уделить введению внутрихозяйственного оборота. При этом может встретиться четыре основных случая. Первые два — при постоянном токе воды во внутрихозяйственный распределитель в течение вегетационного периода. Водооборот надо вводить или между двумя полеводческими бригадами (первый случай) или между двумя группами бригад (второй случай). Если хозяйства имеют лимиты на получение воды при коэффициенте водообеспеченности критического периода $K_к = 0{,}6—0{,}5$, вводят водооборот между внутрихозяйственными каналами, обслуживающими орошаемую площадь (третий случай). При $K_к = 0{,}4—0{,}5$ вводят водооборот между отделениями совхоза (четвертый случай).

Элементами водооборота являются: число тактов $N_т$, период водооборота $t_в$, срок действия чередующей единицы t_1, t_2 и т. д., действующий расход воды чередующей единицы $Q_д$.

§ 35. Водоучет на оросительной системе

Организация правильного учета воды на оросительной системе — основа рационального проведения плана водораспределения. Для этой цели на оросительной системе

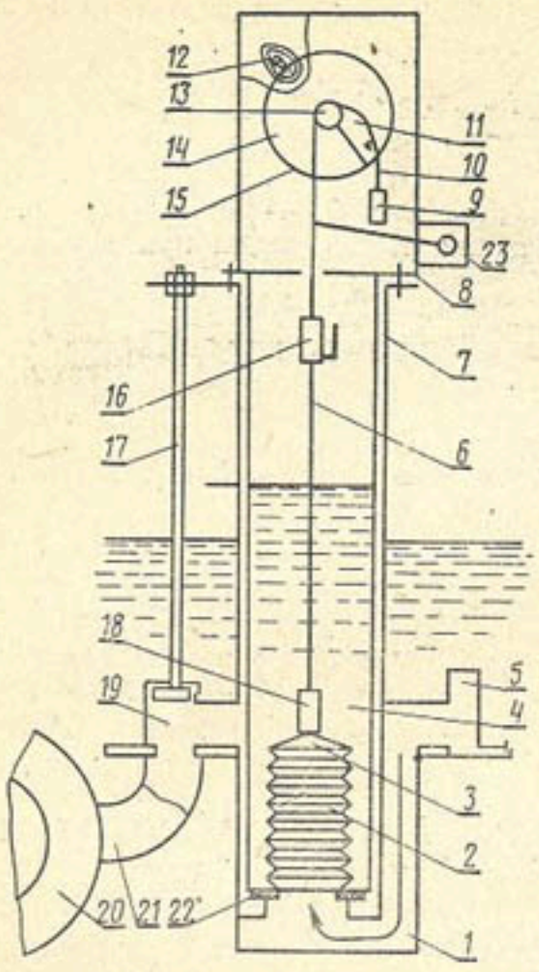


Рис. 9. Схема устройства водомера ДС-64-2М:

1 — камера пониженного давления; *2* — вялый сильфон; *3* — рабочая площадка сильфона; *4* — камера повышенного давления; *5* — фланец пониженного давления; *6* — трос; *7* и *8* — нижняя и верхняя части корпуса; *9* — противовес; *10* — трос противовеса; *11* — лекало; *12* — смотровое окно; *13* — лекальный шкив; *14* — шкала прибора; *15* — лента сильфона; *16* — промежуточный груз; *17* — переключатель установки нуля; *18* — дополнительный груз сильфона; *19* — фланец повышенного давления; *20* — патрубок; *21* — насадка; *22* — сильфонная площадка; *23* — унифицированная телеизмерительная приставка типа УТП-1И.

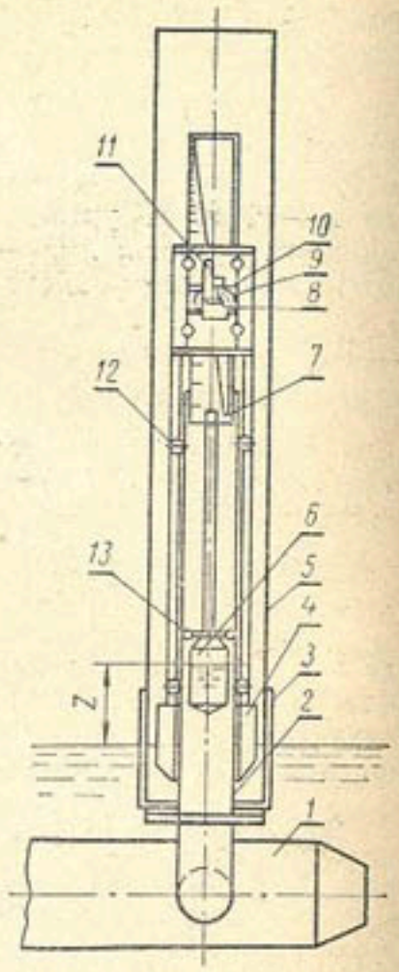


Рис. 10. Схема устройства водомера Ю-В-2М:

1 — насадка; *2* — пьезометрическая труба повышенного давления; *3* — кожух; *4* — вертикально-кольцевой поплавок; *5* — наружный корпус; *6* — поплавок; *7* — лекальный блок со шкалой; *8* — счетчик стока; *9* — центр диска; *10* — вертикальные направляющие; *11* — направляющий ролик; *12* — наружные ролики; *13* — внутренние ролики.

должны быть правильно организованы гидрометрические посты, а их расположение должно обеспечивать своевременную и достоверную информацию о расходах оросительной воды, проходящих по системе.

Гидрометрические посты организуют в голове магистрального канала и его ветвях, в распределительных и межхозяйственных каналах, на сбросных и коллекторно-дренажных каналах, в точках выдела воды хозяйст-

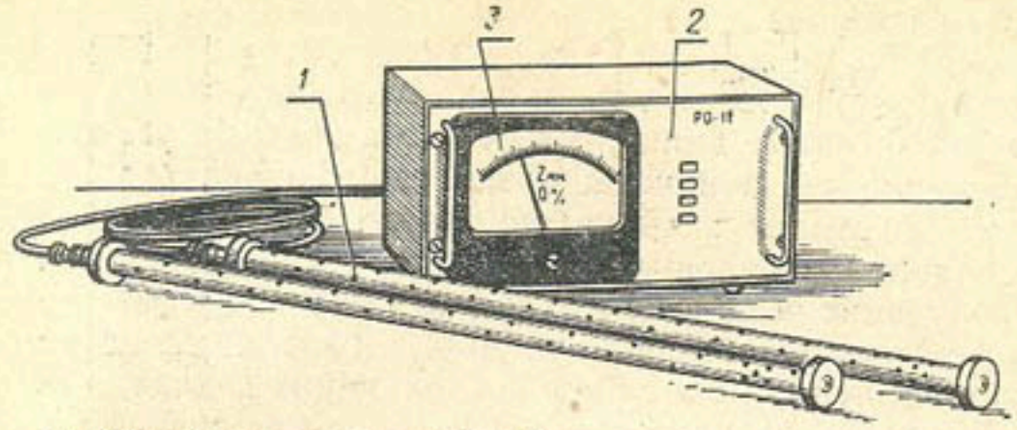


Рис. 11. Общий вид водомера РО-1Е:

1 — емкостные датчики; *2* — измерительный блок; *3* — шкала расходов и перепадов уровней.

вам. Эти посты находятся в ведении управления оросительной системы, и оно отвечает за их сохранность и исправную работу. Организация правильного водоучета в орошаемых хозяйствах находится в ведении специалистов хозяйства, они несут ответственность за работу водоучитывающей аппаратуры. Гидрометрические работы на межхозяйственной сети осуществляет штат оросительной системы. Не реже одного раза в месяц проводят контрольные измерения на гидрометрических постах. Управление оросительной системы обязано оказывать техническую помощь хозяйствам-водопользователям в организации на их территориях гидрометрических постов и инструктажа специалистов хозяйств по обслуживанию и подготовке кадров. Точность водоучета на всех гидрометрических постах должна составлять ±5%.

Управление оросительной системы систематически проводит работу по дальнейшему совершенствованию гидрометрических постов, применяя современные технические решения в этой области. Сооружения оросительной системы оборудуют водомерами различных конструкций (рис. 9, 10, 11).

На каждом посту необходимо систематически проводить замеры расхода и стока оросительной воды. Все сведения о распределении оросительной воды на вододелительных узлах, точках выдела воды хозяйству систематизируют за каждые сутки на соответствующих эксплуатационных участках, обслуживающих данные узлы. Сведения о расходах и стоке оросительной воды три раза в сутки (7, 13 и 19 ч) участковый гидротехник передает дежурному диспетчеру для анализа данных управлением

системы и разработки мероприятий для нормального водораспределения по системе в целом. На каждом гидрометрическом посту должны вестись специальные журналы (водомерные книжки) для учета воды на узлах вододеления и выдачи воды хозяйствам-водопользователям.

Специалисты эксплуатационного участка и хозяйств по водораспределению работают в тесном контакте. Недополучение объемов воды хозяйством в отдельные декады вегетационного периода может быть компенсировано в установленном порядке в последующих декадах.

Контроль за использованием оросительной воды осуществляет управление системы, которое сверяет объемы отпущенной хозяйствам воды с политыми площадями. Кроме того, специалисты управления системы проверяют правильность применения техники полива и норм, проводят систематические объезды орошаемых полей в хозяйстве для установления состояния оросительной сети и сооружений на них, выполнения внутрихозяйственного плана водопользования и использования оросительной воды. Выявленные недостатки при объездах должны быть доведены до руководства хозяйств и намечены мероприятия для их ликвидации, которые осуществляются с помощью специалистов эксплуатационного участка.

§ 36. Основные показатели выполнения системного плана водораспределения

О работе оросительной системы в течение года можно судить по основным техническим показателям системного плана, к которым относятся: выполнение плана забора воды в систему; равномерность распределения воды на системе в соответствии с плановыми заданиями; фактические к. п. д. межхозяйственной сети; выполнение плана полива сельскохозяйственных культур; коэффициенты полезного использования оросительной воды на системе. Основные технические показатели характеризуют состояние оросительной системы: чем технически совершеннее система, тем выше будут ее показатели. Поэтому одной из первостепенных задач управления оросительной системы является разработка и осуществление большого комплекса мероприятий, позволяющих совершенствовать и повышать технический уровень эксплуатации систем в целом.

Эффективная работа оросительной системы в целом зависит не только от высоких технических и экономических показателей работы системы как крупной производственной единицы, но и от эффективности возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях системы.

Выполнение плана забора в систему за каждую декаду вегетационного периода характеризуется коэффициентом $З_с$:

$$З_с = \frac{V_ф}{V_п}, \qquad (29)$$

где $V_ф$ — фактический объем воды, поступившей в оросительную систему за декаду, м³; $V_п$ — объем воды, предусмотренный планом за тот же промежуток времени (декаду), м³.

При идеальной работе оросительной системы $З_с = 1$. В этом случае плановые и фактические объемы оросительной воды, которые забираются для орошения культур, равны между собой.

Выполнение плана забора воды в систему зависит от фактических расходов воды в водоисточнике при бесплотинном водозаборе в оросительную систему и уровней — при водозаборе из водохранилищ. Поэтому указанный показатель необходимо сравнить с коэффициентом, характеризующим водоносность источника орошения на конкретный период:

$$З_с' = \frac{Q_ф}{Q_п}, \qquad (30)$$

где $Q_ф$ — средний за данный период фактический расход водоисточника, м³/с; $Q_п$ — средний плановый расход водоисточника за тот же период времени, м³/с.

Оросительная система считается вполне обеспеченной водой, если $З_с' = 1$ или отклонение не превышает $\pm 5\%$. В этом случае есть все основания для выполнения плана забора воды в систему.

Равномерное распределение оросительной воды по системе — важный технический ее показатель, для оценки которого необходимо выполнить условия одинаковых отношений фактических расходов к плановым по каждому узлу, а также точкам выдела воды хозяйствам.

К. п. д. системы — это отношение количества воды, потребляемого в известный момент времени на орошае-

мых полях в хозяйстве, к количеству воды, забираемому в голове системы из источника орошения.

К. п. д. системы каналов определяют по формуле:

$$\eta_c = \frac{V_{в.о}}{V_г}, \qquad (31)$$

где $V_{в.о}$ — объем воды, поданный в голову временных оросителей за определенный период, м³; $V_г$ — объем воды, забранный в голове системы за этот же период, м³.

К. п. д. межхозяйственной сети — это отношение объема или расхода воды, в определенный момент времени поступившей в хозяйственные водовыделы $V_{в.х}$, к объему или расходу воды, забираемой из источника орошения:

$$\eta_{м\,х} = \frac{V_{в.х}}{V_г}. \qquad (32)$$

Важной характеристикой работы системы является общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе — отношение суммарного полезного водопотребления сельскохозяйственных культур, необходимого и достаточного для получения высоких и устойчивых урожаев, к количеству воды, забираемой для этого из источника орошения:

$$\eta_{о.с} = \frac{\Sigma(\omega E)}{V_г}. \qquad (33)$$

Этот коэффициент, кроме того, включает к. п. д. системы каналов $\eta_с$ и полезного использования оросительной воды на полях $\eta_п$:

$$\eta_{о.с} = \eta_с \eta_п. \qquad (34)$$

Необходимо различать следующие коэффициенты: коэффициент использования оросительной воды на поле $\eta_п$, коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве $\eta_{о.х}$, коэффициент водообеспеченности культуры $\eta_{в.к}$ и общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе $\eta_{о.с}$.

Для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо $\eta_{в.к} = 1$, то есть суммарное расчетное водопотребление культур равно объему воды, который подается растениям. Коэффициент использования воды на полях открытых оросительных систем должен быть не менее 0,85, закрытых — не менее 0,95. Общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе теоретически должен стре-

миться к единице, тогда эта система будет технически совершенной и ее к.п.д. = 1—потери оросительной воды от места водозабора до орошаемых площадей отсутствуют.

Выполнение плана полива сельскохозяйственных культур выражается показателем $P_п$ в процентах за определенный промежуток времени (например, декаду) и имеет вид:

$$P_п = \frac{\omega_ф}{\omega_п} 100, \qquad (35)$$

где $\omega_ф$ — фактически политая площадь; $\omega_п$ — плановая площадь полива.

Выполнение плана по гектаро-поливам вычисляют по аналогичной зависимости:

$$P_{г.п} = \frac{\omega_{ф_{г.п}}}{\omega_{п_{г.п}}} 100. \qquad (36)$$

Для характеристики работы системы важное значение имеет также сравнение плановых и фактических поливных норм.

Практическая работа

Определить к. п. д. и составить диспетчерский график на оросительной системе, схема которой показана на рисунке 12.

Оросительная система имеет площадь орошения нетто 32 000 га и обслуживает 22 хозяйства, имеющих по одной точке выдела. При максимальном водопотреблении суммарные расходы нетто по системе составляют 23,6 м³/с, при минимальном — 4,65 м³/с.

Расходы в точках выдела (расходы брутто) приведены в таблице 16.

При максимальном водопотреблении семь хозяйств на системе имеют расходы в точке выдела 1,332 м³/с, а 15 хозяйств — 1,322 м³/с. При минимальном водопотреблении расходы равны и составляют 0,27 м³/с.

Водопроницаемость грунтов на системе — средняя. Чтобы определить к. п. д. каналов и системы в целом, необходимо вычислить потери воды на фильтрацию в межхозяйственных каналах и установить расходы в голове системы.

Определение потерь воды на фильтрацию в каналах проводят по таблице 15. Расчет выполнен для максимального и минимального расходов (табл. 16).

В результате расчета установлено, что расходы в голове системы составляют при максимальном расходе 35,779 м³/с, при минимальном — 8,609 м³/с.

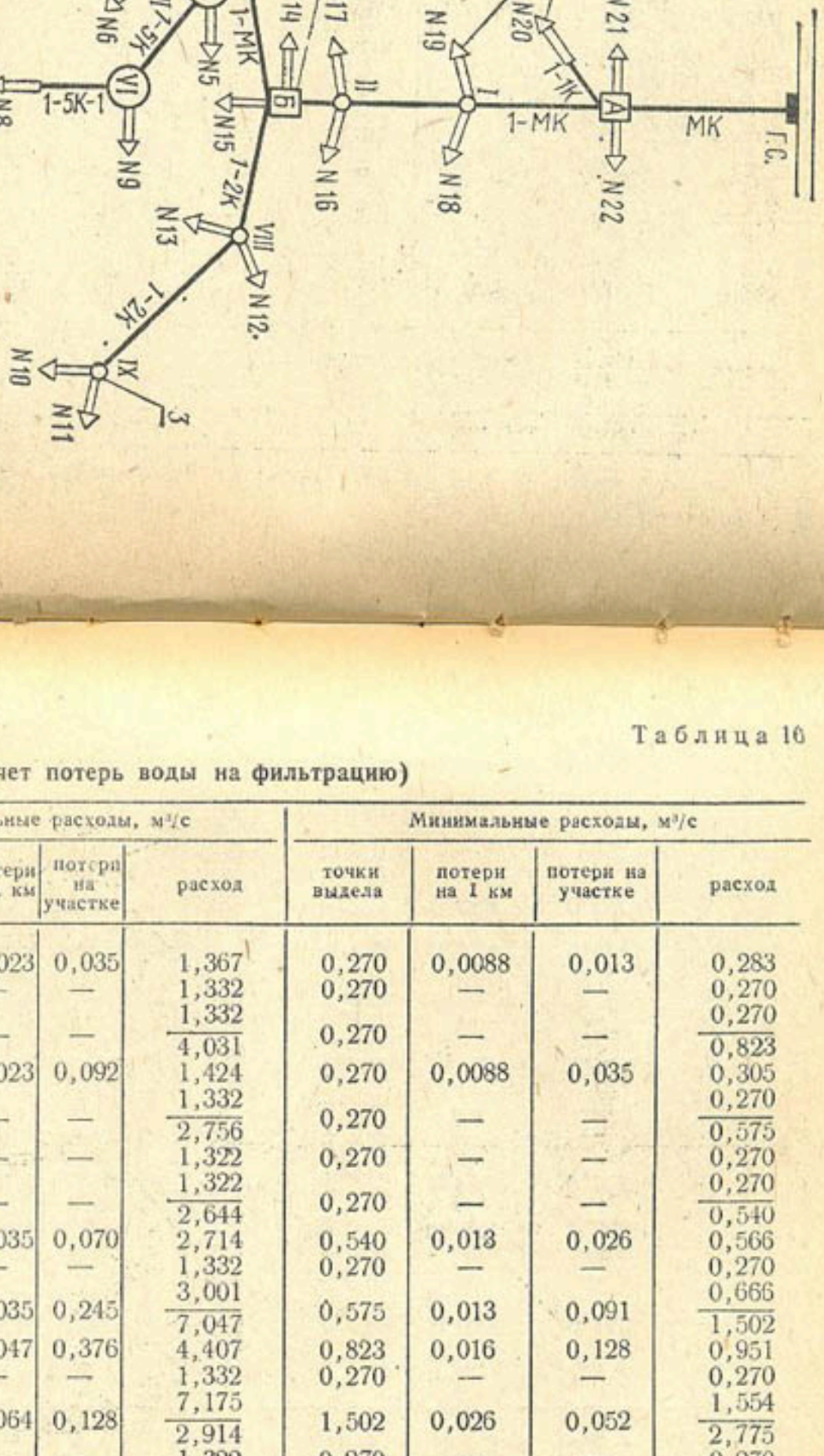


Рис. 12. Схема оросительной системы:

1 — узлы командования и распределения; *2* — точки выдела воды в хозяйства; *3* — пропорциональные вододелители.

К. п. д. сети каналов системы находят по формуле:

$$\eta_c = \frac{\Sigma Q_п}{Q_г},$$

где $\Sigma Q_п$ — суммарный расход нетто по системе; $Q_г$ — расход в голове системы.

К. п. д. межхозяйственных каналов определяют по зависимости:

$$\eta_м = \frac{\Sigma Q_б}{Q_г} = \frac{\Sigma Q_{т.в}}{Q_г},$$

где $\Sigma Q_б$ — суммарный расход брутто; $\Sigma Q_{т.в}$ — суммарный расход в точках выдела по системе.

Весь расчет сводят в таблицу 17.

Таблица 16

Определение к. п. д. сети каналов системы (подсчет потерь воды на фильтрацию)

Узлы	Точки выдела воды	Длина канала, км	Максимальные расходы, м³/с				Минимальные расходы, м³/с			
			точки выдела	потери на 1 км	потери на участке	расход	точки выдела	потери на 1 км	потери на участке	расход
	1	1,5	1,332	0,023	0,035	1,367	0,270	0,0088	0,013	0,283
IV	2	—	1,332	—	—	1,332	0,270	—	—	0,270
	3	—	1,332	—	—	1,332	0,270	—	—	0,270
						4,031				0,823
	8	4,0	1,332	0,023	0,092	1,424	0,270	0,0088	0,035	0,305
VI	9	—	1,332	—	—	1,332	0,270	—	—	0,270
						2,756				0,575
	6	—	1,332	—	—	1,322	0,270	—	—	0,270
VII	7	—	1,332	—	—	1,322	0,270	—	—	0,270
						2,644				0,540
	VII	2,0	2,644	0,035	0,070	2,714	0,540	0,013	0,026	0,566
V	5	—	1,332	—	—	1,332	0,270	—	—	0,270
	VI	7,0	2,756	0,035	0,245	3,001	0,575	0,013	0,091	0,666
						7,047				1,502
	IV	8,0	4,031	0,047	0,376	4,407	0,823	0,016	0,128	0,951
III	4	—	1,332	—	—	1,332	0,270	—	—	0,270
	V	2,0	7,047	0,064	0,128	7,175	1,502	0,026	0,052	1,554
						2,914				2,775
IX	10	—	1,322	—	—	1,322	0,270	—	—	0,270
	11	—	1,322	—	—	1,322	0,270	—	—	0,270
						2,644				0,540
	12	—	1,322	—	—	1,322	0,270	—	—	0,270

Продолжение

Узлы	Точки выдела воды	Длина канала, км	Максимальные расходы, м³/с				Минимальные расходы, м³/с			
			точки выдела	потери на 1 км	потери на участке	расход	точки выдела	потери на 1 км	потери на участке	расход
VIII	13	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	IX	11,0	0,540	0,013	0,143	0,683	2,644	0,035	0,385	3,029
						1,223				5,673
Б	14	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	15	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	III	10,5	2,775	0,035	0,368	3,143	12,914	0,089	0,935	13,849
	VIII	7,5	1,223	0,020	0,150	1,373	5,673	0,053	0,398	6,071
						5,055				22,564
II	16	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	17	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	Б	2,5	5,056	0,053	0,133	5,189	22,564	0,120	0,300	22,864
						5,729				25,508
I	18	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	19	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	II	7,0	5,729	0,053	0,371	6,100	25,508	0,130	0,910	26,418
						6,640				29,062
А	20	3,0	0,270	0,088	0,026	0,296	1,322	0,023	0,069	1,391
	21	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
	22	—	0,270	—	—	0,270	1,322	—	—	1,322
						7,133				30,244
ГС	1	8,5	6,640	0,058	0,493	7,969	29,062	0,139	1,182	34,279
	А	10	7,969	0,064	0,640	8,609	34,279	0,15	1,5	35,779

Таблица 17

К. п. д. оросительной системы

К. п. д.	Максимальные расходы	Минимальные расходы
Сети каналов системы	$\eta_c = \frac{23,6}{35,779} = 0,66$	$\eta_c = \frac{4,65}{8,609} = 0,54$
Межхозяйственных каналов	$\eta_к = \frac{(1,332 \cdot 7) + (1,322 \cdot 15)}{35,779} = 0,82$	$\eta_к = \frac{0,270 \cdot 22}{8,609} = 0,69$
Магистрального канала до узла А	$\eta_{м.к} = \frac{34,279}{35,779} = 0,958$	$\eta_{м.к} = \frac{7,969}{8,609} = 0,88$

По полученным данным строят график изменения к. п. д. от расходов (рис. 13). По таблице 16 и рисунку 13 составляют диспетчерский график (табл. 18).

Диспетчерский график составлен по максимальным расходам. Из головного сооружения оросительной системы на узел А выделяется расход 35,779 м³/с — 100%.

Поступит на узел А расход 34,279 м³/с, так как часть его — 1,5 м³/с будет потеряна на фильтрацию на участке канала длиной 10 км, или 4,2%. К. п. д. на участке канала составит 0,958.

С узла А будет выделен расход узлу I — 30,244 м³/с, или 88%, точке выдела 20—1,391 м³/с, или 4,2%, и точкам 21, 22 — по 1,322 м³/с, или по 3,9%. Однако на узел I поступит расход 29,062 м³/с, так как часть его — 1,182 м³/с будет потеряна на фильтрацию на участке канала длиной 8,5 км, что составит 9%.

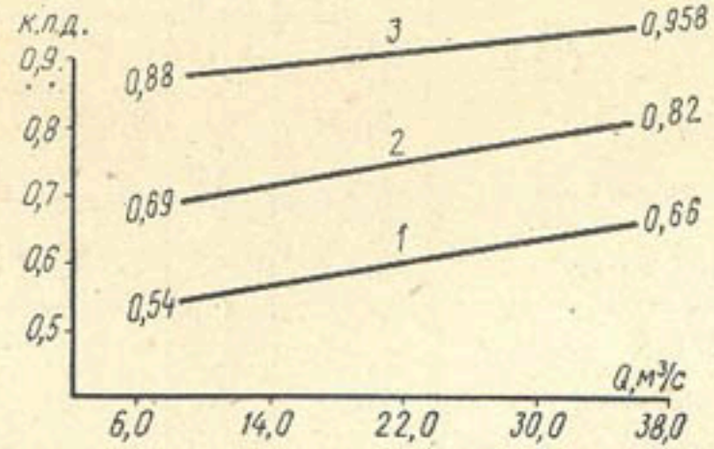


Рис. 13. График к. п. д.:

1 — сети каналов системы; *2* — межхозяйственных каналов; *3* — магистрального канала.

Таблица 18

Диспетчерский график водозабора и распределения воды до точек выдела в хозяйства на системе

Узел	Распределение воды	Расходы		Потери		К. п. д.
		м³/с	%	м³/с	%	
ГС	Выделено узлу А	35,779	100,0			
	Поступило воды	34,279	100,0	1,500	4,2	
	Выделено воды:					
	узлу I	30,244	88,0			0,958
	точке выдела 20	1,391	4,2			
	» » 21	1,322	3,9			
	» » 22	1,322	3,9			
I	Поступило воды	29,062	100,0	1,182	9,0	
	Выделено воды:					
	узлу II	26,418	91,0			0,910
	точке выдела 18	1,322	4,5			
	» » 19	1,322	4,5			
II	Поступило воды	25,508	100,0	0,910	2,0	
	Выделено воды:					
	узлу Б	22,864	90,0			0,980
	точке выдела 16	1,322	5,0			
	» » 17	1,322	5,0			
Б	Поступило воды	22,564	100,0	0,300	1,0	
	Выделено воды:					
	узлу III	13,849	61,3			
	узлу VIII	6,071	25,7			0,990
	точке выдела 14	1,322	6,5			
	» » 15	1,322	6,5			
VIII	Поступило воды	5,673	100,0	0,398	7,0	
	Выделено воды:					
	узлу IX	3,029	53,0			0,930
	точке выдела 12	1,322	23,5			
	» » 13	1,322	23,5			
IX	Поступило воды	2,644	100,0	0,385	12,0	
	Выделено воды:					
	точке выдела 10	1,322	50,0			0,880
	» » 11	1,322	50,0			
III	Поступило воды	12,914	100,0	0,935	6,5	
	Выделено воды:					
	узлу IV	4,407	34,0			0,935
	узлу V	7,175	55,8			
	точке выдела 4	1,332	10,2			
V	Поступило воды	7,047	100,0	0,128	2,6	
	Выделено воды:					
	узлу VI	3,001	43,0			0,974
	узлу VII	2,714	38,5			
	точке выдела 5	1,332	18,5			

Продолжение

Узел	Распределение воды	Расходы		Потери		К. п. д.
		м³/с	%	м³/с	%	
VII	Поступило воды	2,644	100,0	0,070	3,7	
	Выделено воды:					
	точке выдела 6	1,322	50,0			0,963
	» » 7	1,322	50,0			
VI	Поступило воды	2,756	100,0	0,245	8,0	
	Выделено воды:					
	точке выдела 8	1,424	52,0			0,920
	» » 9	1,332	48,0			
IV	Поступило воды	4,031	100,0	0,376	9,0	
	Выделено воды:					
	точке выдела 1	1,367	34,0			0,960
	» » 2	1,332	33,0			
	» » 3	1,332	33,0			

К. п. д. на этом участке канала 0,91. Поступивший на узел I расход 29,062 м³/с составит 100%. С этого узла вода распределяется на узел II и точки выдела 18 и 19.

На узел II поступит расход 26,418 м³/с, что составляет 91%, а в точки выдела по 1,322, или по 4,5%.

Аналогичные расчеты проводят по остальным узлам и точкам выдела.

Контрольные вопросы. 1. Мероприятия, необходимые для подготовки системы к пуску воды. 2. Системный план водораспределения. 3. Корректировка системного плана и порядок ее проведения. 4. Условия применения водооборота на системе. 5. Организация водоучета на системе. Приборы для определения расхода воды. 6. Основные показатели выполнения системного плана водораспределения и их сущность.

Глава 6

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ

§ 37. Эксплуатация рисовых систем

Эксплуатация рисовых систем по основным принципиальным вопросам не отличается от эксплуатации обычных оросительных систем. Однако имеется ряд существенных особенностей, связанных с конструкцией систем и возделыванием риса.

Техническая схема рисовых систем включает: источник орошения (река, водохранилище), головной водозаборный узел, конструкция и компоновка которого зависят от способа подачи воды на орошаемый участок (самотечный или машинный водоподъем); оросительную и водоотводящую сеть каналов, водораспределительные узлы на магистральном канале и гидротехнические сооружения на сети; подсобные, вспомогательные и другие сооружения, способствующие высокому уровню эксплуатации рисовых оросительных систем.

Оросительные каналы подразделяют на проводящие, распределительные и регулирующие. Проводящие каналы — это магистральные крупные распределители, межхозяйственные и хозяйственные каналы, транспортирующие оросительную воду от источника орошения до рисовых полей. Распределительные каналы обеспечивают распределение оросительной воды внутри рисового массива. Регулирующие каналы служат для поддержания заданного водного режима рисового поля.

Водоотводящая сеть включает сбросные и дренажные каналы всех порядков на системе. Ее главная задача — своевременно отводить сбросные и дренажные воды.

Основной элемент рисовой оросительной системы — *рисовая карта,* разделенная поперечными валиками на чеки площадью от 2 до 5 га. При благоприятном рельефе вся карта представляет собой единый чек площадью 16 га и более. Такие карты-чеки находят широкое применение на рисовых системах Краснодарского края.

Важным условием правильной эксплуатации рисовых систем является своевременное планирование и рациональное осуществление водопользования. Внутрихозяйственный план водопользования включает ведомость размещения сельскохозяйственных культур с указанием плана полива, посева, забора воды и плана эксплуатационных мероприятий в хозяйстве. При составлении плана забора воды необходимо учитывать следующее: согласовывать план посева риса с фактически возможным затоплением риса за сутки; режим орошения риса; увязку поливов сопутствующих культур с периодами затопления риса.

Для выполнения первого условия составляют график посева и затопления риса, в котором ежедневная площадь посева равна среднесуточной площади затопления риса.

Режим орошения риса имеет существенные особенности, что позволяет выделить следующие периоды в работе системы: первоначальное затопление для создания слоя воды в чеках; повторное затопление после обработки посевов риса гербицидами; поддержание и регулирование слоя воды; предуборочный сброс воды.

Наиболее напряженный период — это первоначальное затопление риса. В это время оросительная сеть должна работать круглосуточно на максимальных отметках в расчете на ее полную загрузку. Не менее напряженным является период повторного затопления риса после обработки посевов гербицидами. В период поддержания и регулирования слоя оросительные каналы работают нормальным расходом.

При составлении плана забора воды учитывают также объем и сроки ее подачи для орошения сопутствующих культур, но в первую очередь обеспечивают плановые объемы воды для культуры риса. Что же касается сопутствующих культур, то при необходимости сроки их полива, а также поливные и оросительные нормы могут быть значительно сокращены и сдвинуты во времени.

Планированию эксплуатационных мероприятий в хозяйстве следует уделять большое внимание. От своевременного выполнения их зависит нормальная эксплуатация сети и в конечном итоге своевременная подача воды на поля в необходимых объемах.

После окончания вегетационного периода гидротехник хозяйства обследует оросительную и водоотводящую сеть, сооружения на ней и другое оборудование, а также объекты вспомогательной службы эксплуатации. Результаты такого осмотра заносят в дефектные ведомости, на основании которых и составляют общий план эксплуатационных работ в хозяйстве.

Внутрихозяйственные планы водопользования выполняют по оперативным декадным графикам с учетом конкретных почвенных, гидрогеологических, организационных и технических особенностей хозяйства, а также метеорологических условий текущего года. Внутрихозяйственные планы водопользования составляются гидротехником хозяйства за 2—3 дня до начала очередной декады.

При реализации планов водопользования обеспечивают рациональное распределение и использование оросительной воды. Для этого целесообразно организовать

четкий водоучет на оросительных и водоотводящих каналах.

Внутрихозяйственные планы водопользования служат основой для составления системных планов водораспределения, включающих ведомость расчетных расходов источника орошения и возможных расходов в голове системы, планов забора и распределения воды по системе.

При проведении планов на рисовых системах имеются отдельные особенности, заключающиеся в характере работы оросительной и водоотводящей сети. При эксплуатации новых рисовых систем особое внимание следует обратить на правильную замочку каналов, а также на недопущение их работы на форсированных уровнях. Пристального внимания в этот период требует и работа картовой сети и валиков. Чеки заполняют постепенно, особенно если земли, из которых выполнены валики, засолены. Быстрое нарастание уровней воды может привести к растворению солей и как следствие разрушению валиков и каналов.

Для быстрой просушки рисовых чеков в осенний период устанавливают сроки и очередность сброса воды с чеков в зависимости от возделываемых сортов риса, отметок чеков, водопроницаемости почвы и климатических условий. В этот период воду в оросительные каналы не подают, а водоотводящая сеть работает с полной нагрузкой.

Подробное изучение и наблюдение за всеми частями системы способствует правильной эксплуатации рисовой системы. Если она имеет незасоленные участки, то на них целесообразно создавать соответствующий режим работы сбросной сети. Подпоры в этом случае положительно влияют на уменьшение оросительной нормы риса и снижение потерь воды на фильтрацию.

Равномерное затопление рисовых чеков в значительной степени зависит от их планировки. При строительстве рисовых систем ее выполняют по принятой технологии. Ежегодно проводят текущую (эксплуатационную) планировку грейдерами Д-206, Д-241М в агрегате с тракторами Т-100 или ДТ-75. Находит распространение выравнивание почвы по воде с использованием колесных тракторов типа «Беларусь» МТЗ-50, у которых обычные колеса заменены решетчатыми или колесами с широкопрофильными пневматическими шинами; применяют так-

же гусеничные тракторы Т-74, ДТ-75 в агрегате с зубовыми боронами с деревянным плавающим брусом.

В вегетационный период необходим своевременный уход за оросительной сетью и сооружениями на ней. Поэтому каждое хозяйство должно иметь мелиоративную технику. Для проведения текущего и капитального ремонтов каналов и сооружений каждому хозяйству необходимо заключать договоры со специализированными трестами на проведение этих работ.

При эксплуатации рисовых систем ведут наблюдения за режимом грунтовых вод не только на территории системы, но и за ее пределами, за солевым составом оросительной, сбросной и грунтовой воды, а также за солевым режимом почвы рисовых полей.

Дальнейшее совершенствование рисовых систем состоит в широком применении автоматизации и телемеханизации основных процессов на системе с использованием современных электронно-вычислительных машин.

§ 38. Эксплуатация обводнительно-оросительных систем

В задачу эксплуатации обводнительно-оросительных систем входит обеспечение водой всех потребителей на территории пастбищ, подача воды водопойным пунктам и на отдельные участки лиманного и регулярного орошения кормовых культур в районах отгонно-пастбищного животноводства для создания страхового запаса кормов.

Эксплуатация обводнительно-оросительных систем имеет специфические особенности, связанные с круглогодовой работой каналов, особенно в зимний период, и с трудностями в борьбе с шугой и ледовыми явлениями.

Шуга—мелкие частицы донного льда, образующегося в канале в результате переохлаждения воды при отсутствии ледяного покрова. Шуга отрывается от дна движущимся потоком воды, поднимается на поверхность и продолжает движение в верхних слоях. На поворотах и участках с пониженной скоростью шуга образует заторы в каналах, которые являются причиной аварий на системах. Лед и шуга могут полностью забивать каналы и сооружения, особенно дюкеры, акведуки, перепады и др.

В послеполивной период воду используют для водоснабжения населенных пунктов, а также животноводчес-

ких комплексов, ферм, а иногда и местных промышленных предприятий.

В период вегетации сельскохозяйственных культур вода подается и на орошаемые участки.

На обводнительно-оросительных системах устраивают регулирующие емкости в виде водохранилищ, прудов, отдельных крупных резервуаров на командных отметках для создания резерва воды сроком на 2—3 месяца. В критические периоды, когда система прекращает работу, потребители обеспечиваются водой из этих водоемов в необходимом количестве.

На пастбищных участках оборудуют водопойные пункты. Их размещают с учетом расстояния, которое животное может пройти без ущерба для поддержания его высокой продуктивности. Это расстояние принято называть радиусом водопоя. Он зависит от вида животных, сезона использования пастбищ, наличия кормовых ресурсов и характера местности.

Подходы к водопойным пунктам должны быть удобные и благоустроенные. На площадке устанавливают водопойные корыта. Площадку, устраиваемую с уклоном от корыта до 0,05, около корыта асфальтируют или делают каменную отмостку, если имеется местный материал. Подход к водопойному корыту должен быть с двух сторон. Корыта изготовляют из дерева, бетона, металла, кирпича или камня; в дне делают отверстие, закрываемое пробкой, для спуска воды при чистке и мытье корыта.

Если водопой осуществляется из артезианских скважин или шахтных колодцев при небольшом их дебите, то рекомендуется устраивать запасной регулирующий железобетонный резервуар, который обычно занимает командное по отношению к корытам положение. Вода из резервуара самотеком подается в корыта. Объем резервуара рассчитывают по имеющемуся поголовью с обеспечением животных водой в течение 1—1,5 ч.

Фонтанирующие артезианские скважины переводят на регулируемую эксплуатацию благодаря применению диафрагменного и краново-диафрагменного оборудования. Это способствует рациональному использованию подземных вод, поддержанию окружающей территории в нормальном мелиоративном и санитарном состоянии.

Перед началом использования пастбищ все сооружения и устройства ремонтируют, очищают от ила, проводят дезинфекцию и устанавливают водоподъемное оборудование.

Шахтные и трубчатые колодцы на пастбищных угодьях содержат в нормальном рабочем и санитарно-техническом состоянии. Шахтные колодцы детально осматривают раз в год, а в санитарно-профилактических целях — раз в месяц. При эксплуатации трубчатых колодцев особое внимание обращают на их водоприемную часть (фильтр).

При составлении планов подачи воды каждому пользователю учитывают их потребность в воде на обводнение, водоснабжение и орошение отдельных участков и массивов. Предпочтение отдают нуждам обводнения и водоснабжения. Полученные таким образом фактические планы подачи воды потребителям систематизируют и на их основе составляют план забора и распределения воды по системе. Общая методика планирования водопользования на обводнительно-оросительных системах остается аналогичной при планировании этих мероприятий на оросительных системах. Отличие состоит в планировании и проведении мероприятий, связанных с конструктивными особенностями и назначением обводнительно-оросительных систем.

Эксплуатация каналов, борьба с растительностью, очистка от заиления, ремонт каналов и гидротехнических сооружений на обводнительно-оросительных системах аналогичны работам на оросительных системах.

С целью повышения эффективности обводнительно-оросительных систем необходимо проектировать групповые водопроводы и осуществлять их строительство для круглогодового снабжения водопотребителей.

Технически грамотную эксплуатацию обводнительно-оросительных систем и объектов на пастбищах выполняет специальная служба.

§ 39. Эксплуатация лиманов

Лиманное орошение — это одноразовое глубокое увлажнение почвы водой от таяния снега, стекающей с вышерасположенной площади, разлива реки, а также водой из обводнительно-оросительных систем.

Лиманное орошение применяют на площадях посева скороспелых сельскохозяйственных культур, на участках, используемых под сенокосы и пастбища, в Казахстане,

Заволжье, в Саратовской области и в степных районах Украины. Одноразовое увлажнение почвы на глубину 1—3 м позволяет в 2—3 раза увеличить урожайность культур. Стоимость строительства валов и гидротехнических сооружений колеблется от 45 до 200 руб/га.

Условия для строительства лиманов состоят в следующем: площадь водосбора должна быть в 5—15 раз больше площади орошения; уклон орошаемой площади 0,001—0,005, причем с увеличением уклона возрастает число валов и уменьшается площадь каждого лимана; спокойный микрорельеф, желательно выровненный; почвы средние по влагоемкости и водопроницаемости; неминерализованные грунтовые воды с естественным оттоком.

К достоинствам лиманного орошения относятся: простота и дешевизна устройства сооружений по сравнению с регулярным орошением; автоматическое заполнение лиманов; сравнительно простая эксплуатация таких систем; уменьшение весеннего стока и эрозии почвы; возможность организации орошения сельскохозяйственных культур на сравнительно высоких элементах рельефа.

К недостаткам лиманного орошения следует отнести: однократность увлажнения почвы, что не всегда позволяет создавать необходимый запас влаги для роста и развития культур; неравномерное увлажнение почвы по глубине в пределах лимана; неодинаковая площадь увлажнения по годам вследствие колебания стока (лиманы рассчитывают на 50%-ную обеспеченность стока); низкий к. и. в., особенно на участках, где построены глубоководные лиманы.

Лиманы различают по глубине затопления, форме ограждения и по местоположению.

По глубине затопления их делят на мелководные и глубоководные. Мелководные лиманы, как правило, строят на пологих склонах. Средняя глубина их затопления 15—40 см. Глубоководные лиманы чаще всего расположены в поймах рек. Глубина воды в них в среднем равна 0,6—1,0 м. Строительство глубоководных лиманов позволяет затапливать значительные площади в пределах одного лимана. В этом случае полезно используется не более 30% воды.

По форме расположения различают одиночные и ярусные лиманы. Одиночные лиманы чаще всего создают при строительстве глубоководных лиманов, ярусные располагают на пологих склонах (рис. 14). Достоинства

ярусных лиманов состоят в следующем: значительно выше к. и. в.— 0,8—0,85, так как при заполнении лиманов вода перепускается из одного в другой лиман; более равномерное увлажнение почвы.

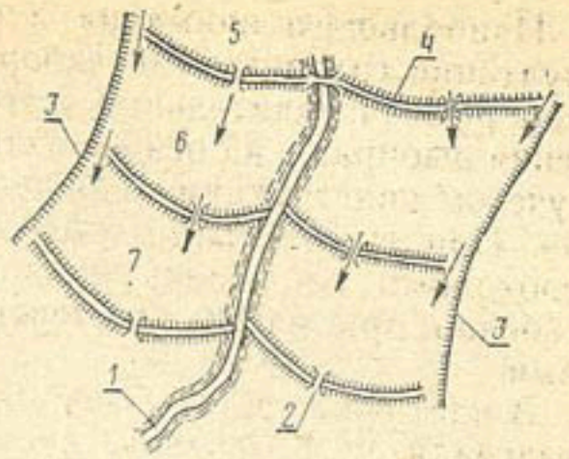


Рис. 14. Схема многоярусного лимана в пойме реки:
1 — река; *2* — водовыпуски; *3* — коренной берег; *4* — дамбы; *5* — лиман первого яруса; *6* — лиман второго яруса; *7* — лиман третьего яруса.

В зависимости от местоположения и источника орошения лиманы делят на пойменные, склоновые и в зоне расположения оросительных и обводнительных каналов.

Основной оградительный вал в пойменном лимане располагают поперек поймы. В русле сооружают плотину, которая в период паводка поднимает уровень воды в реке. Паводковые воды выходят на пойму и с помощью дамб и каналов распределяются по орошаемой площади.

Склоновые лиманы строят мелководными. Для этого выбирают ровные участки, всю площадь разбивают на ярусы. Во время увлажнения почвы среднюю глубину воды в них в степных районах обычно принимают равной 20—35 см.

В последние годы в связи со строительством крупных обводнительных каналов в Заволжье и Казахстане строят лиманы и используют воду оросительных и обводнительных каналов в период, когда она меньше всего требуется для организации регулярного орошения. Такие лиманы делают мелководными, а воду из каналов подают насосами отдельно в каждый лиман.

Эксплуатационные работы на участках лиманного орошения в значительной степени определяются временем года. Так, осенью после завершения основных сельскохозяйственных работ проверяют техническое состояние валов и сооружений и выполняют текущий ремонт, то есть подсыпают валы, окашивают и уничтожают сорную растительность, запасают необходимый аварийный материал. Перед весенним снеготаянием очищают от снега и мусора водообходы, проводящую и отводящую часть сбросных сооружений. В период весеннего паводка ос-

новное внимание обращают на заполнение водой лиманов до расчетной глубины. После увлажнения почвы сооружения открывают для сброса неиспользованной воды. Все работы по уходу за валами и ремонту их и сооружений осуществляет специальная бригада под руководством инженера-гидротехника хозяйства.

§ 40. Эксплуатация участков орошения на местном стоке из прудов

Развитие орошения за счет использования вод местного стока имеет важное народнохозяйственное значение. Строительство таких орошаемых участков гораздо дешевле, чем крупных государственных оросительных систем, так как нет необходимости в строительстве сложных водозаборных сооружений, крупных магистральных каналов, коллекторно-дренажной сети и других дорогостоящих сооружений.

В зависимости от рельефа местности, места расположения источника орошения, типа водозабора и способов подачи воды, энергетических и технических возможностей орошаемых хозяйств оросительные системы на местном стоке по своей конструкции так же, как государственные системы, делятся на три основных типа: открытые, закрытые и комбинированные.

К открытым оросительным системам чаще всего относятся самотечные, когда источник орошения находится выше орошаемого участка и вода на орошение поступает самотеком по открытому каналу или лотковой сети. Это наиболее простой и дешевый тип оросительной системы, не требующий энергетических затрат на подачу воды, но обладающий большим недостатком — относительно большими потерями воды на фильтрацию в каналах, проходящих в земляном русле. При данной схеме поливной участок располагают как можно ближе к источнику орошения, сводя протяженность оросительных каналов до минимума. Из открытой подводящей оросительной сети вода поступает обычно во временные оросительные каналы для поверхностного полива или полива дождеванием с помощью передвижных дождевальных агрегатов.

Комбинированная схема орошения наиболее распространенная и применяется в тех случаях, когда орошаемый участок расположен выше источника орошения и

вода к нему подается передвижными или стационарными насосными станциями (рис. 15, 16). В этом случае вода по напорному трубопроводу транспортируется на самую высокую отметку местности в приемный бассейн или прямо в распределительный канал, откуда самотеком поступает во временную оросительную сеть. Такая схема имеет ряд преимуществ перед открытой системой: более высокий к. п. д.; возможность автоматизации и механизации процессов распределения воды по каналам. Комбинированные системы по стоимости строительства 1 га в 2—3 раза дороже открытой, но в эксплуатации более маневренные.

При закрытой оросительной системе вода от источника до орошаемых культур подается по закрытым трубопроводам. Такая система может быть одно-, двух- и

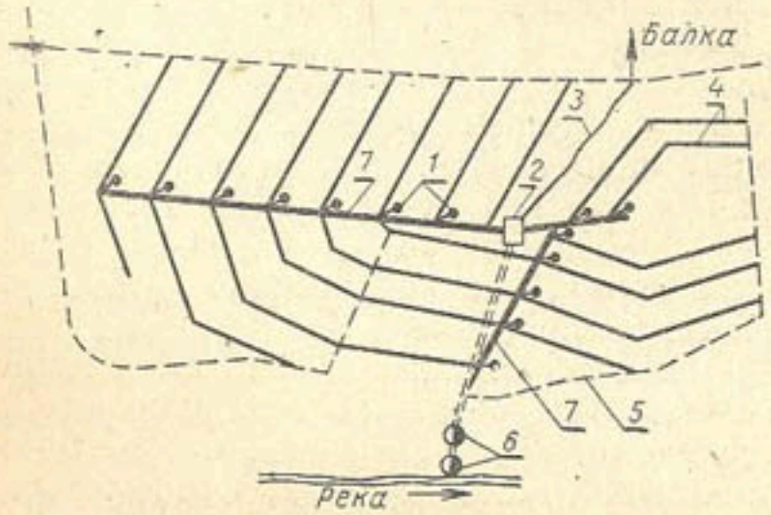


Рис. 15. Схема комбинированной системы на местном стоке с водозабором из реки:
1 — гидранты; *2* — бассейн; *3* — аварийный сброс; *4* — временные оросители; *5* — сбросной канал; *6* — насосные станции; *7* — распределительный канал.

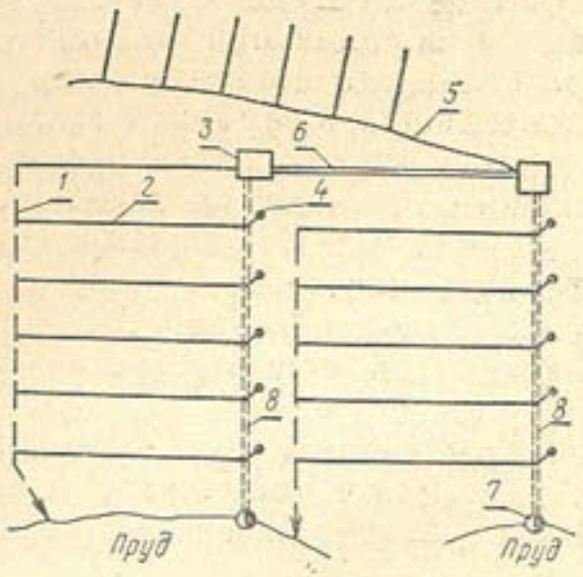


Рис. 16. Схема комбинированной системы на местном стоке с водозабором из пруда:
1 — сбросной канал; *2* — временный ороситель; *3* — напорный бассейн; *4* — водовыпуск; *5* — поливной рукав; *6* — постоянный оросительный канал; *7* — насосная станция; *8* — напорный трубопровод.

трехъярусной. Чаще всего она бывает двустороннего командования, что значительно повышает ее к. п. д. Строительная стоимость 1 га такой системы 600—900 руб., а иногда и до 1200 руб. Это наиболее совершенные системы с высоким к. п. д. На них могут быть полностью механизированы и автоматизированы процессы полива, что значительно повышает производительность поливальщиков, а также позволяет более экономно распределять воду по хозяйственным подразделениям, севооборотам и каналам.

Наиболее эффективному использованию земельного участка, орошаемого водами местного стока, способствует правильно размещенная на нем схема орошения. Принятая схема находится в прямой зависимости от полезного объема источника орошения, рельефа, почвенно-геологических условий, типа и места водозабора и т. д. При выборе схемы необходимо, чтобы к. п. д. ее был максимальным, а затраты на строительство орошаемого участка сводились к минимуму. Из известных на сегодняшний день схем орошения на местном стоке предпочтение следует отдать самотечным системам, наиболее простым в обслуживании, надежным в работе, недорогим в эксплуатации.

Насосные станции при орошении на местном стоке находят широкое применение как наиболее мобильные, маневренные и способные забирать воду в самых различных местах источников орошения, почти без предварительной подготовки для их установки.

Ремонт насосно-силового оборудования выполняют специализированные организации и службы хозяйств.

Эффективность оросительных систем на местном стоке в значительной степени зависит от правильной эксплуатации прудов, из которых забирают воду для орошения. Большой вред прудам наносит заиление, обусловленное развитием эрозионных процессов. Для уменьшения этого явления необходимо соблюдать комплекс агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий. Особое внимание следует уделять своевременному ремонту и правильному уходу за водосбросными сооружениями на прудах.

Специалисты хозяйства составляют план водопользования по установленной методике. Согласно действующим нормативным документам, колхозы, совхозы и другие предприятия, забирающие воду из источников, должны иметь разрешение на *специальное водопользование* по каждому сооружению или техническому устройству раздельно. Срок его действия устанавливается органами по регулированию использования и охране вод в каждом конкретном случае и зависит от санитарно-гидрологического состояния водного объекта, существующего и перспективного развития водопользования на нем, полноты и состава представляемых материалов, вида и цели водопользования.

Для действующих мелиоративных объектов при заборе воды более 0,5 м³/с, для водохранилищ объемом более 10 млн. м³, для проектируемых мелиоративных объектов при сметной стоимости мелиоративной части более 3 млн. руб. разрешение на специальное водопользование дает Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР. В остальных случаях разрешение выдают министерства мелиорации союзных республик или бассейновые (территориальные) управления (инспекции) по регулированию использования и охране вод.

Эксплуатацию оросительной сети и сооружений на ней выполняют сами хозяйства, в которых создана для этой цели специальная служба.

§ 41. Эксплуатация земледельческих полей орошения

Земледельческие поля орошения организуют с целью использования предварительно очищенных сточных вод городов и поселков для полива сельскохозяйственных культур. Эти системы включают приемный бассейн сточных вод, насосные станции для перекачки к местам первичной очистки воды, очистные резервуары или пруды, трубопроводы для полива по бороздам, полосам или дождеванием.

Воду на поля подают круглый год независимо от погодных условий. Осенью, зимой и весной сточные воды используют для удобрения полей, в вегетационный период — для полива трав, кормовых и овощных культур.

При орошении сточными водами необходимо соблюдать следующие санитарно-гигиенические правила: земледельческие поля размещать вдали от поселков с обсадкой их лесными полосами шириной 15—20 м; систематически проводить химический анализ сточных вод и образцов почв; биологическое и химическо-бактериологи-

ческое исследование осадка сточных вод; готовить поливальщиков и рабочих для полива сточными водами и обучать их правилам санитарной безопасности.

Если площадь орошения сточными водами в районе более 3000 га, то организуется управление эксплуатации. Оно обеспечивает прием сточных вод, составление и проведение в жизнь внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения, осуществляет контроль за использованием сточных вод в хозяйствах, мелиоративным состоянием орошаемых полей и минерализацией грунтовых вод, выполняет мероприятия по поддержанию в нормальном техническом состоянии каналов, трубопроводов, насосных станций и другого оборудования и вспомогательных устройств на системе, проводит мероприятия по выполнению гигиенических требований к получаемой продукции и соблюдению личной гигиены персонала.

Контрольные вопросы. 1. Основные периоды в работе рисовой оросительной системы. Их характеристика. 2. Особенности эксплуатации обводнительно-оросительных систем. 3. Характерные особенности эксплуатации лиманов. 4. Организация правильной эксплуатации участков на местном стоке. 5. Специальное водопользование и кто выдает разрешение на него. 6. Требования, предъявляемые к эксплуатации земледельческих полей орошения.

Глава 7

БОРЬБА С ЗАСОЛЕНИЕМ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

§ 42. Мелиоративная служба на оросительных системах, ее организация и задачи

Организация наблюдений за мелиоративным состоянием орошаемых земель является частью общей службы эксплуатации оросительных систем, и поэтому в организационном плане мелиоративная служба до 1970 г. входила в состав управления систем. С 1970 г. мелиоративные наблюдения на орошаемых территориях осуществляют специально созданные Министерством мелиорации и водного хозяйства РСФСР гидрогеолого-мелиоративные экспедиции с обширной зоной их деятельности и непосредственным подчинением министерству. Например, Ростовская экспедиция обслуживает орошаемые земли Ростовской области, Краснодарского края и части Ставропольского края.

В задачу таких экспедиций входит создание постоянной сети гидрогеологических скважин, систематические наблюдения за ней, контроль мелиоративного состояния орошаемых земель колхозов и совхозов, а также влажности почвы при поливах.

Для осуществления этих задач мелиоративная служба:

ведет наблюдения за режимом грунтовых вод и их минерализацией, отводом дренажных вод и солей за пределы обслуживаемой территории;

составляет карты глубин залегания грунтовых вод и их минерализации;

оказывает техническую помощь хозяйствам в проведении промывок засоленных земель и оценивает их эффективность;

составляет отчеты о мелиоративном состоянии орошаемых земель, работе коллекторно-дренажной сети, скважин вертикального дренажа;

участвует в разработке предложений по научно-исследовательским и проектным работам, связанным с улучшением технической эксплуатации коллекторно-дренажной сети и скважин вертикального дренажа, мелиоративного состояния орошаемых земель;

организует мелиоративные лаборатории, сеть наблюдательных скважин, гидропостов на коллекторно-дренажной сети;

вносит предложения органам сельского хозяйства, колхозам и совхозам об улучшении состояния коллекторно-дренажной сети и проведении поливов сельскохозяйственных культур;

принимает участие в разработке рекомендаций по установлению оптимального режима работы оросительной системы в мелиоративно неблагоприятных районах.

§ 43. Размещение гидромелиоративных створов и наблюдательных скважин

Поддержание орошаемых земель в хорошем мелиоративном состоянии обеспечивается наряду с другими факторами обязательным изучением и анализом элементов водного баланса грунтовых вод на системах. Изучение водного баланса позволяет количественно оценить источники питания и пути расходования грунтовых вод. Без

указанных данных невозможен полноценный анализ мелиоративного состояния орошаемых земель.

Элементы водного баланса (инфильтрация, испарение, приток и отток грунтовых вод) можно рассчитать на основе гидродинамического анализа режима уровня грунтовых вод (метод конечных разностей). Однако в слабодренированных и бессточных районах этот метод позволяет только ориентировочно определить элементы водного баланса.

Для получения более точных данных по элементам баланса требуются специальные наблюдения, по которым элементы водного баланса определяются экспериментальным путем. Эти два метода не должны исключать друг друга. Только совместное изучение баланса грунтовых вод этими методами дает достоверные результаты.

Для получения исходной информации на орошаемых землях наблюдательные скважины размещают по створам и равномерно по территории. Створы располагают в зависимости от местоположения района орошения, его геологического строения и поставленных задач. Желательно, чтобы отдельные скважины гидрогеологического створа выходили за пределы орошаемых массивов для получения данных по режиму грунтовых вод за пределами района орошения. Створы скважин вблизи поверхностных водотоков и каналов закладывают перпендикулярно к их оси.

Для правильной организации наблюдений немаловажное значение имеет равномерное размещение скважин по орошаемой территории. В этом случае необходимо учитывать многообразие геоморфологических, гидрогеологических и почвенных условий, а также целевое назначение скважин. Поэтому площадь, на которой может быть заложена одна режимная скважина, может колебаться от 20 до 100—150 га.

Вблизи оросительных каналов, дрен и коллекторов скважины располагают значительно чаще. Например, для выявления зоны влияния магистрального канала на режим грунтовых вод скважины располагают примерно на следующих расстояниях от уреза воды в канале: 10 м, 40, 130, 400, 1000 м и далее через 500 м каждая.

Для определения направления движения грунтового потока на отдельных орошаемых полях необходимо заложение трех скважин в одном направлении при одномерном движении грунтовых вод и пяти скважин в разных направлениях при двумерном движении.

Равномерное размещение скважин по орошаемой территории с обязательным учетом особенностей рельефных, почвенных и гидрогеологических условий позволяет построить в конечном итоге карту глубин залегания грунтовых вод и их минерализации. Число скважин в этом случае зависит от масштаба карт и составляет четыре скважины на 1 км^2 при масштабе 1 : 10 000 и две скважины при масштабе 1 : 25 000.

Размещение наблюдательных скважин необходимо увязывать с расположением оросительной, коллекторно-дренажной и сбросной сети, составом сельскохозяйственных культур и их размещением на орошаемых землях, а также с почвенной и гидрогеологической характеристикой участков.

Режимные и балансовые наблюдения позволяют решить следующие вопросы:

определить влияние оросительных каналов, дрен, поливных и атмосферных вод на изменение уровня и минерализацию грунтовых вод;

установить взаимосвязь грунтовых вод с нижележащими подземными водами;

количественно определить отдельные элементы баланса грунтовых вод: инфильтрацию, испарение, транспирацию, приток и отток грунтовых вод, приток из нижележащих подземных вод или перетекание из грунтовых вод;

рассчитать эффективность работы системы коллекторов и дрен по водно-солевому балансу грунтовых вод;

прогнозировать режим грунтовых вод для конкретного района с определенными гидрогеологическими и водохозяйственными условиями.

§ 44. Причины засоления и заболачивания орошаемых земель

Засоление и заболачивание довольно широко распространенные явления в районах орошения. Засоление почвогрунтов может быть первичным и вторичным. Первичное засоление — это соленакопление в почве под влиянием естественноисторических, природных процессов, происходящих на данной территории; вторичное — процесс ускоренного засоления и превращения незасоленных

почв в солончаковые и солончаки в результате искусственного изменения их водно-солевого режима.

Засоление — это процесс накопления вредных солей в верхних горизонтах почвы, обусловленный восходящими водными токами, интенсивностью процессов перемещения и испарения. Восходящие токи определяются капиллярными свойствами почвы и уровнем залегания грунтовых вод.

Капиллярным называется движение воды по узким трубочкам или щелевым пространствам (капиллярам), осуществляемое силой менисков. Высота капиллярного поднятия тем больше, чем меньше диаметр капилляра, и, следовательно, зависит от механического состава почвогрунтов. Интенсивность перемещения солей и испарения зависит от концентрации водных растворов и теплового режима почвы. Таким образом, если глубина залегания уровня грунтовых вод меньше, чем высота их капиллярного поднятия, будут происходить процессы засоления, интенсивность которых зависит от степени минерализации грунтовых вод.

Рассматривая в целом проблему засоления орошаемых земель, можно выделить основные причины, способствующие засолению почвы:

высокое стояние уровня высокоминерализованных грунтовых вод, на отметках выше критических для данной категории грунтов;

использование для полива сельскохозяйственных культур оросительной воды минерализацией более 1 г/л;

несвоевременное проведение комплекса агротехнических мероприятий на орошаемых землях, ведущее к обеструктуриванию почвы.

Залегание уровня грунтовых вод в основном определяет и степень заболоченности орошаемых земель. Различают две категории заболоченности: первая—с глубиной грунтовых вод от 0 до 1 м от поверхности; вторая — с глубиной грунтовых вод от 1 до 2 м. Участки с глубиной залегания грунтовых вод более 2 м считаются незаболоченными.

§ 45. Понятие о водно-солевом балансе орошаемых земель

Для обоснования мероприятий по предупреждению и борьбе с засолением орошаемых земель составляют балансы грунтовых вод на основе систематических наблюде-

ний за колебаниями их уровня. Водный баланс — это количественное определение приходных и расходных статей. Приходные статьи: поступление фильтрационных, атмосферных, промывных и поливных вод на орошаемые массивы, приток со стороны. Расходные статьи: транспирация и испарение, отток с орошаемых массивов. В общем виде уравнение водного баланса имеет вид:

$$\pm\Delta V_г = V_о(1-\eta)+P+M+M_{пр}\pm\Delta W-E_г-V_д, \qquad (37)$$

где $\pm\Delta V_г$ — изменение запасов грунтовых вод, м³/га; η — к. п. д. системы каналов; $V_о$ — объем воды, поданной на массив орошения, м³/га; P — используемые осадки, м³/га; M и $M_{пр}$ — поливные и промывные нормы, м³/га; $E_г$ — количество грунтовых вод, расходуемых на испарение и транспирацию, м³/га; $\pm\Delta W$ — изменение запасов влаги в расчетном слое почвы, м³/га; $V_д$ — отток в дрены, м³/га.

Изменение уровня грунтовых вод может быть определено по зависимости:

$$\pm\Delta H=\frac{\pm\Delta V_г}{10^4\,\delta}, \qquad (38)$$

где δ — коэффициент водоотдачи грунта.

Водный баланс орошаемых массивов тесно связан с солевым балансом почв.

Засоленными называют почвы, которые содержат в корнеобитаемом слое вредные соли в количествах, превышающих допустимые для произрастания сельскохозяйственных растений. К таким землям необходимо относить и те, которые содержат в верхних слоях или в более глубоких горизонтах, а также в грунтовых водах легкорастворимые соли в таких количествах, которые могут в дальнейшем значительно повысить концентрацию солей в верхних горизонтах почвы и оказать в перспективе токсическое действие на сельскохозяйственные растения.

Солевой баланс почв складывается под действием многих факторов. Общее уравнение его имеет вид:

$$\Delta\Theta=\Theta_н+\Theta_п+\Theta_г+\Theta_а-\Theta_у-\Theta_д, \qquad (39)$$

где $\Delta\Theta$ — изменение в суммарном запасе солей, равное разности солей в почве в начале и конце рассматриваемого периода; $\Theta_н$ — суммарный запас солей в начале периода; $\Theta_п$ — соли поливной воды; $\Theta_г$ — количество солей, поступившее из грунтовых вод; $\Theta_а$ — соли, попавшие с осадками; $\Theta_у$ — вынос солей с урожаем растений и их стеблями; $\Theta_д$ — вынос солей с грунтовыми водами.

Количество солей, поступающих с осадками, и вынос солей при формировании урожая весьма невелики, поэтому ими можно пренебречь. Тогда уравнение (39) примет вид:

$$\Delta\Theta = \Theta_в + \Theta_п + \Theta_г - \Theta_д \cdot \qquad (40)$$

Повышение содержания солей в почве оказывает, с одной стороны, на растение токсичное действие, с другой — повышая осмотическое давление почвенного раствора, в сильной степени препятствует поступлению воды и питательных веществ из почвы в корневую систему растений.

Степень засоления почв характеризуется по плотному остатку и наличию хлора. Почвы с плотным остатком более 3% и количеством хлора более 0,1% относятся к солончакам и считаются непригодными для орошения.

С целью изучения процессов передвижения солей в почве, а также разработки конкретных мероприятий по предупреждению и борьбе с засолением необходимо определять и знать тип засоления. В зависимости от сочетания анионов и катионов засоление может быть двух типов — анионное и катионное.

В зависимости от глубины залегания солевого горизонта почвы классифицируются на солончаки (до 30 см), солончаковатые (от 30 до 150 см), глубокозасоленные — более 150 см.

§ 46. Мероприятия по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием орошаемых земель

Борьба с засолением и заболачиванием орошаемых земель включает комплекс водохозяйственных, агротехнических и агрохимических мероприятий; на орошаемых землях, где засоление и заболачивание проявляются в небольшой степени, применяют комплекс предупредительных мероприятий.

К водохозяйственным мероприятиям по предупреждению засоления и заболачивания относятся следующие:

организация и проведение в жизнь рационального водопользования на оросительных системах и в орошаемых хозяйствах;

полное устранение причин, вызывающих поверхностное заболачивание орошаемых земель, путем рационального использования оросительной воды, ликвидации сброса воды с полей и поступления поверхностных или подземных вод на орошаемые земли;

правильная эксплуатация и содержание каналов, дамб, сооружений и всего оборудования на системе;

борьба с фильтрацией из оросительных каналов и повышение их к. п. д. путем применения современных технических решений, а также переустройство и реконструкция систем с целью доведения их до уровня технически совершенных;

устранение причин, обусловливающих подъем уровня грунтовых вод (правильное содержание коллекторно-дренажной сети, обеспечение оттока грунтовых вод с орошаемых территорий, улучшение техники полива сельскохозяйственных культур, использование грунтовых вод для орошения при наличии соответствующих условий и т. д.);

правильное планирование рисосеяния на орошаемых землях как в вопросах их рационального размещения, так и применения к ним современных технически выгодных решений по конструкции, а также их эксплуатации.

Водохозяйственные мероприятия по борьбе с заболачиванием и засолением включают:

строительство водоотводящей, сбросной и дренажной сети для уменьшения питания грунтовых вод с целью понижения их уровня;

проведение промывных поливов сильнозасоленных почв на фоне дренажа и без него в зависимости от соответствующих почвенных, геологических и гидрогеологических условий.

К агротехническим мероприятиям по предупреждению засоления и заболачивания относятся следующие:

создание и поддержание комковатой структуры почвы путем применения комплекса агротехнических мероприятий, дифференцированных применительно к конкретным почвенным, климатическим и организационно-хозяйственным условиям (правильное применение севооборотов, обогащение почв органическими веществами, своевременная культивация и т. д.);

посев многолетних трав, создающих благоприятные условия для поддержания комковатой структуры почвы за счет снижения температуры и уменьшения испарения влаги почвой, а следовательно, и снижение подтягивания солей в поверхностные слои почвы, а также понижение уровня грунтовых вод за счет мощной корневой систе-

мы, использующей влагу из глубоких горизонтов почвы и понижающих уровень грунтовых вод на 50—100 см больше по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами;

капитальная и эксплуатационная планировка орошаемых полей, способствующая равномерному увлажнению и уменьшению пятнистости засоления почв;

применение дифференцированного режима орошения сельскохозяйственных культур на основе достижений советской науки и передового опыта ведения орошаемого земледелия;

посадка лесных насаждений вдоль каналов и дорог, снижающих испарение влаги почвой за счет повышения влажности воздуха, понижающих уровень грунтовых вод вдоль каналов и действующих как биологический дренаж.

Агротехнические мероприятия по борьбе с засолением и заболачиванием включают:

проведение глубокой пахоты в общем агротехническом комплексе для увеличения влажности верхних слоев почвы и снижения концентрации почвенных растворов;

посев солеустойчивых культур (ячмень, тимофеевка, райграс и т. д.).

К агрохимическим мероприятиям по предупреждению засоления и заболачивания относятся следующие:

организация и проведение наблюдений за солевым составом почвы, особенно в корнеобитаемом слое. Динамика солевого состава дает возможность своевременно принять меры по предупреждению засоления;

применение в необходимых дозах минеральных и органических удобрений с целью повышения солеустойчивости культур. При высокой степени засоления удобрения не дают эффекта.

Агрохимические мероприятия по борьбе с засолением и заболачиванием состоят в эффективном проведении гипсования почв, особенно солонцовых.

§ 47. Промывка засоленных земель, промывные нормы, организация и техника проведения промывок

Мелиорация засоленных земель включает проведение промывных поливов и выполнение комплекса предупредительных мероприятий по борьбе с засолением. Только

в этом случае можно говорить о правильном и эффективном использовании засоленных земель.

Промывные поливы проводят при наличии дренажа или без него. Промывку почв без дренажа применяют в том случае, если грунтовые воды залегают глубоко и ниже 1,5—2,0 м от поверхности земли находится слой хорошо водопроницаемых пород и если грунтовые воды имеют достаточно хороший отток за пределы орошаемого массива. Промывку почв с дренажем применяют в следующих случаях: если минерализованные грунтовые воды залегают близко к поверхности (менее 2—3 м) и не имеют оттока; если почвы имеют малую водопроницаемость и промывки их без дренажа требуют длительных сроков; если почвы сильно засолены и требуют для промывки больших норм, которые могут вызвать заболачивание орошаемых земель.

Промывная норма зависит от степени засоления, химического состава солей, глубины залегания грунтовых вод, механического состава почвы, сроков промывки, влажности почв до промывки. Кроме того, она должна быть минимальной с целью экономии оросительной воды, обеспечения оптимальной пропускной способности оросительных каналов и своевременного отвода минерализованных грунтовых вод с орошаемых территорий.

Для определения промывной нормы проводят опытные промывки на конкретном участке. При отсутствии указанных данных промывную норму вычисляют по эмпирическим зависимостям.

При слабом засолении промывную норму находят по формуле И. А. Шарова:

$$M_{пр} = 4000 - O, \qquad (41)$$

где $M_{пр}$ — промывная норма, м³/га; O — осадки, м³/га.

При отсутствии дренажа промывную норму определяют по эмпирической формуле Л. П. Розова:

$$M_{пр} = НВ - W_в + nНВ, \qquad (42)$$

где НВ — наименьшая влагоемкость слоя почвы до уровня грунтовых вод, м³/га; $W_в$ — запас воды в данном слое почвы перед промывкой, м³/га; n — коэффициент, изменяющийся от 0,5 до 2,0, в зависимости от степени засоления, механического состава грунтов, глубины залегания и минерализации грунтовых вод.

При отсутствии дренажа и близком стоянии уровня грунтовых вод и достаточном естественном их оттоке

промывная норма не должна превышать по А. Н. Костякову:

$$M \leqslant HHBK_{н} + 10\,000T\left(\frac{Q_{гр}}{\omega} - e\right), \qquad (43)$$

где H — глубина промывного слоя почвы, равная 1,5—2,0 м, а при близких грунтовых водах соответствует глубине их залегания, м; НВ — наименьшая (предельная) влагоемкость почвогрунта в слое H, % объема почвы; $K_{н}$ — недостаток насыщения грунта влагой до наименьшей влагоемкости, зависящей от влажности почвы перед промывкой, % НВ; T — срок, в течение которого должен понизиться уровень грунтовых вод после промывки до допустимого уровня, сут; $Q_{гр}$ — средний за время T суточный отток грунтовых вод, м³/сут; ω — площадь подъема грунтовых вод после промывки, м²; e — суточный слой испарения грунтовых вод, равный 2—5 мм.

Мелиорация засоленных земель — это сложный многофакторный процесс, проходящий определенные этапы. Первый этап этого процесса заключается в промывке корнеобитаемого слоя от избытка токсичных солей. На втором этапе ставится задача развития рассоления в глубь почвенной толщи и верхнего слоя грунтовых вод. Следующий этап состоит в сохранении достигнутого опреснения почв и грунтовых вод, в стабильности малого солесодержания, отзывчивости на вносимые удобрения в виде высоких урожаев сельскохозяйственных культур на ранее засоленных землях. Такой подход к вопросам мелиорации засоленных земель позволил В. Р. Волобуеву установить общую закономерность изменения солевых запасов почв для основных типов солевого баланса — рассоления, засоления, неизменного его состояния и предложить формулу для определения промывной нормы в зависимости от исходного и допустимого содержания солей в почве:

$$M_{пр} = K_{пр} \lg\left(\frac{\Theta_1}{\Theta_0}\right)^{\alpha}, \qquad (44)$$

где $K_{пр}$ — коэффициент пропорциональности (при расчете промывной нормы в м³/га он равен 10 000); θ_1 — содержание солей в промываемой почве в любых единицах измерения; θ_0 — допустимое содержание солей в тех же единицах, что и θ_1; α — показатель солеудержания, зависящий от химического и механического состава промываемых почв и их физико-химических свойств и колеблется от 0,62 до 3,3.

Промывные нормы колеблются в довольно широких пределах и для отдельных участков могут достигать 12 500 м³/га и более (табл. 19).

Таблица 19

Промывные нормы, м³/га

Засоление	Содержание солей	В. Р. Волобуев (для Азербайджана)	В. М. Легостаев (для Средней Азии)	И. Е. Рабочев	Число промывок
Слабое	До 0,5	1 500	1500—2000	—	—
Среднее	0,5—1,0	3 000	3000—4000	3000—3500	2—3
Сильное	1,0—1,5	5 000	3000—4000	3000—3500	2—3
Очень сильное	1,5—2,0	7 000	4000—6000	—	—
Солончаки	2,0	10 000			

Большое внимание следует уделять технике промывки засоленных земель. На землях, подлежащих промывке, проводят почвенно-солевую съемку до глубины 2 м в масштабе 1:5000 или 1:2000. На основании этих данных составляют карту засоления участков с указанием плотного остатка и содержания хлора. Это позволяет дифференцировать нормы промывок отдельных территорий.

Промывку проводят на хорошо спланированном, заборонованном участке.

Участок для промывки в зависимости от уклона местности и водопроницаемости разделяют на чеки площадью от 0,3 до 0,5—1,0 га и более. Чеки обносят валиками высотой 0,4—0,5 м, шириной у основания не менее 80 см. На чеки подают воду: первая порция с расчетом доведения почвы до состояния наименьшей влагоемкости. В таком состоянии чек оставляют на несколько суток для более полного растворения солей в почве. На легких почвах делают перерыв 1—2 суток, на средних — 2—3 суток, на тяжелых — 3—5 суток. После этого добавляют новую порцию воды для вытеснения раствора солей. Так повторяют несколько раз до предельно допустимого содержания солей в почве.

Промывку ведут массивами, причем сначала заливают наиболее сильнозасоленные участки, затем менее засоленные, как правило, в невегетационный период (осень, зима). Сроки промывки назначают в зависимости от организационно-хозяйственных условий и механического состава почв. Чем тяжелее по механическому составу почва, тем сроки промывки назначают раньше.

После промывки и подсыхания почвы ее рыхлят для уменьшения испарения с ее поверхности и разравнивают валики. Для определения степени рассоления почв выполняют выборочно солевую съемку.

§ 48. Значение дренажа на засоленных землях

Дренаж на оросительных системах — это комплекс гидротехнических сооружений (дрен, коллекторов, скважин, насосных станций), предназначенных для сбора и отвода с орошаемых земель излишков почвенно-грунтовых вод и растворимых в них солей. Таким образом, основное назначение дренажа заключается в понижении уровня грунтовых вод, рассолении почвогрунтов и предотвращении процессов вторичного засоления. Действие дренажа необходимо рассматривать в два периода.

Первый период — мелиоративный — охватывает время освоения засоленных земель. Назначение дренажа в этот период состоит в устойчивом рассолении корнеобитаемого слоя почвы до содержания в нем не более 0,2—0,3% суммы солей, в том числе не более 0,01% хлор-иона, а также в рассолении нижележащей толщи почвогрунтов и грунтовых вод с последующим созданием пресного слоя.

Второй период — эксплуатационный. Назначение дренажа в этом случае заключается в поддержании созданного оптимального солевого режима почв и грунтовых вод и обеспечении нормальной мелиоративной обстановки на орошаемых землях совместно с полным комплексом предупредительных мероприятий по борьбе с засолением земель.

§ 49. Контроль мелиоративного состояния орошаемых земель

Важной задачей эксплуатационной службы органов мелиорации и водного хозяйства является контроль мелиоративной обстановки орошаемых земель. Он заключается в наблюдениях за динамикой формирования уровня грунтовых вод и их минерализацией, в организации гидрометрической службы на коллекторно-дренажной и сбросной сети и наблюдениях за изменением их солевого состава, оценке работы дренажной сети, систематическом проведении водобалансовых расчетов с обоснованием конкретных мероприятий по улучшению мелиоративного состояния земель, а также в корректировке поливных и промывных норм сельскохозяйственных культур.

Практическая работа

Требуется рассчитать промывную норму для опреснения почвенного слоя толщиной 1 м.

Составление промывной нормы при отсутствии дренажа. *Дано.* По механическому составу почвы тяжелые, $П=55\%$. При глубине промываемого слоя $H=1$ м заполнение пористости $\beta=70\%$. Степень засоления средняя, содержание солей до 1%. Тип засоления хлоридный, количество хлора составляет 40—60% плотного остатка. Допустимое содержание солей после промывки 0,2%. Грунтовые воды к началу промывных поливов находятся на глубине 3 м.

Порядок расчета. Промывную норму определяют по формуле Л. П. Розова

$$M_{пр}=НВ-W_н+nНВ,$$

где НВ — наименьшая влагоемкость промываемого слоя почвы, м³/га.

$$НВ=ПВ\frac{\beta}{100};$$

ПВ — полная влагоемкость, м³/га, $ПВ=100\,ПН$; β — заполнение пористости расчетного слоя почвы, %; $П$ — пористость, % объема почвы; H — мощность (глубина) промываемого слоя, м; $W_н$ — запасы влаги в расчетном слое почвы, м³/га, $W_н=(0{,}5\div0{,}7)НВ$; n — коэффициент, зависящий от степени засоления.

$$n=\frac{\Theta_1-\Theta_0}{\Theta_1};$$

Θ_1 и Θ_0 — начальное и допустимое содержание солей, %.

При получении $n>0{,}75$ это значение увеличивают на 10—20%:

$$ПВ=100ПН=100\cdot55\cdot1=5500\ м^3/га.$$

$$НВ=ПВ\frac{\beta}{100}=5500\frac{70}{100}=3850\ м^3/га.$$

Запасы влаги в расчетном слое принимаем:

$$W_н=0{,}6\,НВ=0{,}6\cdot3850=2310\ м^3/га.$$

Коэффициент n составит:

$$n=\frac{\Theta_1-\Theta_0}{\Theta_1}=\frac{1-0{,}2}{1}=0{,}8.$$

Увеличиваем его на 10—20%. Принимаем $n=1{,}1\cdot0{,}8=0{,}88$. Тогда промывная норма будет равна:

$$M_{пр}=3850-2310+0{,}88\cdot3850=4928\ м^3/га.$$

Округлим промывную норму до 4950 м³/га. Промывку проводим в три приема $M_{пр}=M_1+M_2+M_3$.

Первый раз часть промывной нормы M_1 устанавливаем такой, чтобы довести метровый слой почвы до влажности, соответствующей ее полной влагоемкости. Это делают для того, чтобы растворить все соли в слое 1 м.

$$M_1=НВ-W_н=3850-2310=1540 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Принимаем $M_1=1550$ м³/га.

Остаток распределяем на две промывки поровну:

$$M_2=M_3=\frac{M_{пр}-M_1}{2}=\frac{4950-1550}{2}=1700 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Составление промывной нормы при наличии дренажа. *Дано.* Почвы участка суглинистые с пониженной солеотдачей. Тип засоления сульфатно-хлоридный, хлора содержится 25—35% плотного остатка. Начальное содержание солей в метровом слое почвы $\Theta_1=4\%$.

Порядок расчета. Промывную норму определяют по формуле:

$$M_{пр}=10\,000 \lg\left(\frac{\Theta_1}{\Theta_0}\right)^{\alpha}.$$

Допустимое содержание солей после промывки принимаем для сульфатно-хлоридного солевого состава почв $\Theta_0=0{,}3\%$. Показатель солеотдачи, принимаемый по таблице 20, $\alpha=1{,}32$. Тогда промывная норма составит:

$$M_{пр}=1{,}32 \lg\left(\frac{4}{0{,}3}\right)10\,000=1{,}32 \lg 13{,}3\cdot 10\,000=$$
$$=1{,}32\cdot 1{,}12385\cdot 10\,000=14\,834{,}82 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Принимаем $M_{пр}=15\,000$ м³/га.

Таблица 20

Показатель α для группы почв по солевому составу в формуле В. Р. Волобуева

Группы почв по механическому составу	Солевой состав почв			
	хлоридный (хлора 40—60%)	сульфатно-хлоридный (хлора 25—35%)	сульфатно-натриевый (хлора 10—20%)	сульфатно-натриево-кальциевый
Легкого механического состава со свободной солеотдачей	0,62	0,72	0,82	1,18
Среднесуглинистые или аналогичные им по солеотдаче, сложные, неоднородного механического состава	0,92	1,02	1,12	1,48
Глинистые или суглинистые с пониженной солеотдачей	1,22	1,32	1,42	1,78
Глинистые с низкой солеотдачей	1,8	1,9	2,10	2,40
Глинистые, слитные с особенно низкой солеотдачей	2,70	2,80	3,00	3,30

Контрольные вопросы. 1. Задачи мелиоративной службы на оросительных системах. 2. Правильное размещение гидромелиоративных створов и наблюдательных скважин на оросительных системах. 3. Что называется засолением орошаемых земель? 4. Уравнение водного баланса. 5. Составляющие солевого баланса почв. 6. Связь между солевым и водным балансом орошаемых земель. 7. Мероприятия по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием орошаемых земель. 8. Значение промывки засоленных земель. 9. Что такое дренаж и его периоды действия? 10. Контроль мелиоративного состояния орошаемых земель.

Глава 8

БОРЬБА С ПОТЕРЯМИ ВОДЫ ИЗ КАНАЛОВ

§ 50. Классификация потерь на оросительных системах

Потери на открытых оросительных системах складываются из трех основных элементов: фильтрации, технических потерь и испарения с водной поверхности. Общие потери (м³/га) можно определить по следующей зависимости:

$$S_0=S_ф+S_т+E, \qquad (45)$$

где S_0 — общие потери оросительной воды на системе; $S_ф$ — потери воды на фильтрацию; $S_т$ — технические потери; E — потери на испарение с водной поверхности.

Потери воды на фильтрацию из каналов вызывают дополнительный забор воды в систему, увеличивают пропускную способность каналов и сооружений, мощность насосных станций, ухудшают мелиоративное состояние орошаемых земель.

К техническим потерям относятся: непланируемые сбросы воды из постоянных каналов, временных оросителей и поливных борозд; утечки через затворы различных гидротехнических сооружений в недействующие каналы; утечки через кротовины, промоины или переливы через бровку канала при форсированных расходах.

Если общие потери на системе принять за 100%, то они распределятся примерно так: фильтрация из каналов — 65—70%, а в отдельных случаях достигает 80%; технические потери — 20—30%; потери на испарение с водной поверхности — 4—5%. При правильной организации службы эксплуатации оросительных систем технические потери должны быть сведены к минимуму. Потери на испарение незначительны. Таким образом, наибольшие потери на открытых оросительных системах приходятся на фильтрацию в дно и откосы канала. Знание этих потерь крайне необходимо для установления к. п. д. каналов и для выбора наиболее эффективного противофильтрационного мероприятия.

§ 51. Методы определения потерь воды на фильтрацию

Для количественного определения потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов существует несколько методов, которые условно можно разделить на две группы. Первая из них основана на измерении скорости течения в отдельных точках живого сечения потока и на определении площади потока. К этой группе относятся гидрометрический и геофизический методы. Вторая группа методов основана на непосредственном определении потерь. К ней относятся следующие методы: объемный, балансовый, метод фильтрационных колонн, с помощью теоретических и экспериментальных формул, гидравлический, с помощью меченых атомов.

В практике эксплуатации оросительных систем наиболее широкое применение получили следующие методы: гидрометрический, балансовый, объемный, с помощью фильтрационных колонн. При проектировании оросительных систем потери воды на фильтрацию определяют по теоретическим и экспериментальным формулам с нахождением основных параметров, входящих в формулы, во время проведения изыскательских работ.

Гидрометрический (русловый) метод заключается в вычислении потерь по разности расходов в двух смежных гидрометрических створах путем замера площади живого сечения и определения средней скорости движения потока.

Гидрометрический метод, применяемый для всех каналов межхозяйственной и внутрихозяйственной сети,

находит широкое распространение в практике эксплуатации оросительных систем. Основными условиями его применения и получения достоверных данных являются: определение потерь при закрытых водовыделах; постоянный режим работы канала. Эти условия, однако, накладывают определенные ограничения на возможность его применения, а также на точность установления потерь. Точность метода зависит от точности определения параметров, определяющих расход, и составляет ±5,0—7,0%.

Объемный метод прост в исполнении, но осуществим только при выключенном из работы канале, что не всегда возможно в практике эксплуатации оросительных систем. Поэтому этот метод рекомендуется в основном для каналов периодического действия. Возможно использование его и на крупных каналах при наличии перегораживающих сооружений, в период отсутствия забора воды на орошение.

Сущность метода заключается в том, что в канале перегораживающими сооружениями или перемычками отгораживают один или несколько отсеков, которые в последующем заполняют водой. Перемычки могут быть земляные, металлические, бетонные, железобетонные переносного типа или деревянные. Наполнение отсеков и поддержание уровня воды на одной отметке выполняют с помощью передвижных низконапорных навесных или прицепных насосных станций. В период замеров насос выключают и по двум-трем водомерным рейкам, установленным в отсеке, учитывают снижение уровня воды (Δh) за время (Δt).

Объемный метод — самый точный из всех существующих, и точность его определяется точностью замеров уровня воды и ширины канала (отсека) по урезу воды и составляют ±1,0—2,0%.

Балансовый метод применим для определения потерь на оросительной системе в целом, а также по отдельным каналам или их группам. Сущность его состоит в определении потерь воды на фильтрацию путем подсчета баланса прихода и расхода оросительной воды как на систему в целом, так и на отдельные ее части.

В практике эксплуатации оросительных систем далеко не всегда создаются условия для применения гидрометрического (руслового) метода определения потерь. Вполне понятно, что в период вегетации сельскохозяйст-

венных культур невозможно закрыть водовыделы и тем самым оставить растения без поливов, преследуя лишь одну цель: замер расходов воды и определение потерь на фильтрацию. В этом случае применяют балансовый метод. При использовании этого метода желательно иметь точные водоизмерительные приборы и устройства на головных участках магистральных каналов, на всех узлах водораспределения, точках выдела воды в хозяйства, на сбросной и коллекторно-дренажной сети.

При отсутствии водоизмерительных приборов расход воды в нужной точке системы может быть определен с помощью гидрометрических вертушек, поплавками (поверхностными или глубинными) и другими приспособлениями и способами.

Метод фильтрационных колонн состоит в определении необходимых фильтрационных характеристик (скорость фильтрации, объем профильтровавшейся воды) на основании фактических их замеров в характерных точках смоченного периметра канала с достаточной степенью точности, с последующим пересчетом и получением потерь воды на фильтрацию для всей фильтрующей площади канала.

Метод фильтрационных колонн наиболее приемлем при решении ряда водохозяйственных задач, связанных с локальным определением потерь воды на фильтрацию из действующих каналов, а также при подготовке материалов по реконструкции открытой оросительной сети. Этот метод применим для систематических определений к. п. д. каналов при любом режиме работы. Кроме этого, данный метод дает возможность дифференцированно определять потери по элементам смоченного периметра каналов и устанавливать очаги повышенной фильтрации из них.

§ 52. Методы борьбы с потерями

Борьба с потерями воды из оросительных каналов слагается из инженерных и эксплуатационных мероприятий.

Эксплуатационные меры борьбы с потерями воды включают: правильную организацию и проведение внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения; рациональное распределение оросительной воды; своевременное проведение работ по

ремонту и уходу за каналами, гидротехническими сооружениями и другим оборудованием на системах и поддержание их в технически исправном состоянии; правильную эксплуатацию каналов, недопущение работы их при форсированных уровнях и значительных подпорах.

К инженерным методам борьбы с потерями относятся: рациональное проектирование поперечного сечения оросительных каналов с учетом минимума потерь; уменьшение водопроницаемости грунта ложа оросительных каналов; устройство противофильтрационных покрытий на каналах; применение технически совершенных оросительных систем.

При проектировании оросительных каналов должны быть выдержаны определенные соотношения ширины канала по урезу воды к его глубине, что обеспечивает минимальные потери.

Способы уменьшения водопроницаемости грунта ложа оросительных каналов, в свою очередь, делятся на три группы: способы физико-механического воздействия на грунт (кольматация, уплотнение, пропитывание вяжущими, введение гранулометрических добавок); способы химического воздействия на грунт (солонцевание, силикатирование, грунтополимерные экраны и др.); способы химико-биологического воздействия на грунт — искусственное оглеение.

Методы борьбы с потерями путем устройства противофильтрационных одежд и покрытий по принципу их действия можно разделить на две группы: одежды, устраиваемые из материалов, не обладающих активной порозностью (водонепроницаемые или слабопроницаемые), — бетонные, железобетонные, асфальтовые, грунтовые, синтетические пленки, мощение камнем; одежды из материалов, обладающих активной порозностью, но с такой системой скважности, при которой капиллярные силы препятствуют фильтрации (слоистые грунтовые одежды).

К новым методам относятся уплотнение грунтов подводными взрывами и электроискровой метод. По общей классификации их следует отнести к методам уменьшения водопроницаемости грунта ложа оросительных каналов.

§ 53. Повышение к.п.д. оросительной системы

Одним из важнейших показателей технического состояния оросительной системы является коэффициент полезного действия. Чем выше к. п. д., тем система в большей степени удовлетворяет требованиям, предъявляемым к технически совершенным системам. В идеальном случае максимальное значение к. п. д. должно стремиться к единице.

Разумное сочетание эксплуатационных и инженерных методов борьбы с фильтрацией позволит значительно повысить к. п. д. системы.

Рассмотрим некоторые инженерные методы борьбы с фильтрацией.

Кольматация — это процесс вмывания глинистых или илистых частиц в поры грунта с помощью фильтрационных токов с целью их закупоривания и уменьшения активной порозности грунта. Кольматация может быть естественной и искусственной. Естественная кольматация ложа канала происходит в процессе движения по каналу мутной воды, забираемой из водоисточника. Искусственную кольматацию выполняют по специально разработанной методике и проводят двумя способами: в движущемся потоке и спокойной воде.

При кольматации в движущемся потоке приготавливается раствор глины, который смешивается с потоком и переносится им по длине канала. Мельчайшие частицы глины оседают на дно канала и затем вмываются в поры грунта фильтрационным потоком. Кольматацию следует начинать со старших каналов, переходя затем к младшим. Длина участка кольматирования зависит от скорости и глубины воды в канале, гидравлической крупности осаждаемых частиц и мутности потока. Скорость воды в канале при кольматации должна быть 0,1—0,2 м/с.

При кольматации в спокойной воде приготовленный раствор глины вносят в нескольких местах по длине участка канала с равномерным разбрызгиванием его по поверхности канала. Этот метод кольматации более эффективен, чем в движущемся потоке.

Уплотнение ложа оросительных каналов заключается в создании грунтового экрана по периметру канала механизмами ударного действия. Результатом уплотнения является уменьшение общей, а вместе с тем и активной

порозности и как следствие этого значительное снижение фильтрационной способности грунта ложа канала.

Уплотнение применяют на каналах, проходящих в связных грунтах при оптимальной их влажности. Толщина уплотненного экрана должна быть больше глубины промерзания почвы для данного климатического района. Глубина уплотнения должна быть не менее 100 см, а плотность грунта экрана—1,55—1,65 г/см^3.

Использование данного метода на оросительных каналах сдерживается в связи с отсутствием серийно выпускаемых высокопроизводительных грунтоуплотняющих машин.

Пропитывание вяжущими применяют с целью уменьшения активной порозности грунта путем заполнения его пор этими материалами. К ним относится битумизация и нефтевание ложа каналов.

Эти методы основаны на пропитывании ложа канала битумной эмульсией, каменноугольным дегтем, нефтью, мазутом. Поверхность канала предварительно планируют и покрывают в несколько приемов горячим битумом или нефтью при температуре 150°С. Расход битума составляет от 8 до 12 кг на 1 м^2 поверхности. Скорость движения потока в канале с битумным покрытием не должна превышать 1 м/с. Долговечность одежды составляет 4—5 лет. Потери уменьшаются в 3—4 раза.

Солонцевание уменьшает активную порозность грунта. Сущность метода заключается в непосредственном воздействии на грунт солей натрия (NaCl и др.), в результате чего поглощенный комплекс грунта обогащается катионами Na^+. Это вызывает диспергацию и набухание частиц грунта, что резко уменьшает активную порозность, а следовательно, и водопроницаемость грунта.

Солонцевание проводят как открытым, так и закрытым способом. При первом способе поверхность грунта покрывают слоем сухой соли или пропитывают насыщенным раствором поваренной соли; во втором — солонцованный грунт покрывают слоем грунта или устраивают экраны горизонтального или лоткового типа.

Бетонные одежды (сборный железобетон, монолитный бетон, железобетонные лотки-каналы) за последние годы наибольшее распространение получили при строительстве и реконструкции оросительных систем. Бетонные и железобетонные покрытия каналов по прочности,

долговечности, технологии проведения работ имеют ряд преимуществ по сравнению с другими облицовками.

В настоящее время все большее применение на оросительных каналах находят комбинированные покрытия, в которых роль водонепроницаемого экрана играет полиэтиленовая пленка, а защитным покрытием, предохраняющим пленку от повреждения, служат железобетонные плиты.

Широкое распространение в СССР и за рубежом получили железобетонные лотки прямоугольной, трапецеидальной и особенно полуциркульной и параболической форм. Преимущества лотков перед другими видами покрытий заключаются в высоком к. п. д., индустриализации их строительства, простоте в эксплуатации и надежности в работе.

Асфальтовые одежды как противофильтрационные облицовки на оросительных каналах могут быть открытыми и в виде экранов. Асфальтирование состоит в нанесении на поверхность откосов и дна каналов асфальтовой массы, состоящей из 80% песка, 10% битума и 10% мела.

Перед асфальтированием уничтожают растительность, стерилизуют и трамбуют грунт, подсыпают слой гравия. Асфальтовую массу наносят в расплавленном состоянии и укатывают катками.

Синтетические пленки, используемые в водохозяйственном строительстве как противофильтрационное мероприятие, размещают на некоторой глубине, сверху их пригружают грунтом.

Мощение каналов камнем применяют на горных и предгорных системах, обеспеченных местным строительным материалом. Мощеные каналы надежны в эксплуатации, потери воды на фильтрацию из них снижаются в 3—5 раз, скорость воды повышается до 3—5 м/с.

Уплотнение грунтов подводными взрывами заключается в том, что канал или котлован предварительно заполняют водой, замачивают в течение 7—15 дней (в зависимости от свойств грунтов) для достижения определенной влажности окружающего массива, при которой происходит максимальное уплотнение грунта. После замачивания на дно канала опускают горизонтальный цилиндрический заряд в водозащитной оболочке и взрывают.

Создание таких противофильтрационных экранов позволяет во много раз сократить затраты времени и средств по сравнению с другими методами. Так, бригада, состоящая из одного взрывника и 6—7 рабочих, за смену может уплотнить 450—500 м канала.

Электроискровой метод уплотнения грунтов состоит в создании в водонасыщенных песчаных и глинистых грунтах высоковалентного разряда сильной мощности, ведущего к образованию больших давлений. Этот метод осуществляется с помощью отечественного стандартного оборудования; применение электроискрового метода не вызывает особых трудностей в гидромелиоративной практике.

Из всех рассмотренных методов снижения фильтрации в каналах в мировой практике наиболее широкое распространение получили монолитные бетонные облицовки и железобетонные сборные конструкции (плиты, лотки).

Контрольные вопросы. 1. Классификация потерь на оросительных системах. 2. Методы определения потерь воды на фильтрацию. Их характеристика. 3. Классификация методов борьбы с потерями. 4. Методы повышения к. п. д. оросительных каналов. Краткая их характеристика.

Глава 9

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СООРУЖЕНИЙ, НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ, СКВАЖИН, КАНАЛОВ И КОЛЛЕКТОРОВ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

§ 54. Условия работы оросительных систем и показатели их работы

Каждая оросительная система к началу поливного сезона должна быть тщательно подготовлена, что является залогом правильной ее эксплуатации. Главная задача технической эксплуатации оросительной системы — создание условий для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур при наиболее эффективном использовании водных и земельных ресурсов. Для этих целей служба эксплуатации осуществляет:

организационные и технические мероприятия по содержанию в исправном и рабочем состоянии всех элементов оросительной системы и соответствующую их охрану;

плановый забор воды из источника орошения и рациональное ее распределение;

улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, повышение технического уровня и проведение мероприятий по совершенствованию оросительной системы.

Ниже приведены основные показатели работы оросительной системы:

высокая урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых землях;

высокие к. п. д. системы, коэффициент полезного использования оросительной воды, к. з. и.;

благоприятная мелиоративная обстановка орошаемых земель системы;

соответствующая техническая оснащенность системы, отсутствие аварий и повреждений;

снижение эксплуатационных затрат в расчете на 1 га орошаемой площади.

§ 55. Эксплуатация головных участков оросительных систем

Головным участком системы называется комплекс гидротехнических сооружений, возводимых у места водозабора со всеми подсобными сооружениями. К головному участку относятся: отрезок реки, непосредственно прилегающий к голове системы и с полосой отчуждения; все сооружения, обеспечивающие и регулирующие поступление воды в магистральный канал; сооружения, предотвращающие поступление наносов в магистральный канал; участок магистрального канала до гидрометрического поста в голове системы; головной регулятор и другие сооружения на головном участке магистрального канала; вспомогательные устройства — связь, служебные и жилые здания, склады.

Длина отрезка русла реки, входящего в состав головного участка системы, складывается из двух частей: верхового и низового участков.

При плотинном водозаборе длину верхового участка можно определить по формуле И. А. Шарова:

$$l = \frac{H}{2i},$$

где H — глубина воды у плотины; i — уклон.

Длину отрезка реки с низовой стороны определяют из условий отсутствия подпора сбрасываемых вод в нижний бьеф.

При бесплотинном водозаборе или машинном водоподъеме отрезок русла реки, входящий в состав участка, устанавливают с учетом полного размещения всех необходимых основных и вспомогательных сооружений, но не менее 200 м вверх и вниз от головного регулятора.

Для оросительных систем со слабозакрепленными и сильноразмываемыми берегами длина русловой части может приниматься не менее $20a$, где a — устойчивая меженная ширина реки.

Для проведения систематических наблюдений за головными водозаборными сооружениями их оборудуют: гидрометрическими постами; промерными створами выше и ниже головного сооружения; опорными реперами и марками, фиксирующими состояние сооружений; водомерными рейками или самописцами; знаками, определяющими распространение кривой подпора и границы особо опасных мест размыва и обрушений каналов.

Головной участок эксплуатируют согласно инструкции по эксплуатации головного участка. В ней в зависимости от типа водозабора даны полные указания по регулировочным работам, поддержанию необходимых уровней воды и подачи ее в магистральный канал, по эксплуатации отстойников, пропуску паводков и т. д.

При плотинном водозаборе необходима увязка и постоянная корректировка объемов забираемой воды в систему с водоносностью источника орошения на основе гидрометеорологических прогнозов.

При бесплотинном водозаборе требуется проведение регулировочных работ в русле реки для поддержания соответствующих рабочих уровней перед водозаборными сооружениями, а также защита системы от попадания донных и взвешенных наносов.

Отстойники оснащают средствами управления и оборудованием для определения объема отложений наносов в камерах.

Проведение строительных и ремонтных работ на сооружениях головного водозабора увязывают с графиком подачи воды в систему без его нарушения.

В ночное время крупные сооружения должны быть освещены. Участок обязательно обеспечивают спасательными и противопожарными средствами.

Наибольшего внимания и ответственности при эксплуатации головных водозаборных сооружений заслуживают рыбозаградительные устройства. Тип такого сооружения выбирают на основе ихтиологического заключения с учетом конструкции головного водозаборного сооружения. При эксплуатации рыбозаградителей любого типа необходимо соблюдать правила техники безопасности, особенно при работе с электрическими рыбозаградителями.

В настоящее время имеется несколько различных рыбозаградителей механического, электрического и биологического типа. Наибольшее внимание заслуживает механический рыбозаградитель.

На головном водозаборном сооружении должны быть следующие технические документы: план узла сооружений в масштабе 1 : 500—1 : 1000 с указанием всех сооружений, геодезических знаков и контрольных устройств; продольные и поперечные профили участка реки, всех каналов, оградительных валов и дамб с указанием характерных и расчетных уровней воды; исполнительные чертежи сооружений; список реперов с их отметками; паспорта сооружений, графики забора воды в систему; технические инструкции по эксплуатации головного узла и сооружений оросительной системы.

§ 56. Эксплуатация распределительных узлов и линейных сооружений

В состав распределительного узла входят: отрезок канала, подводящего воду с вышележащего узла; группа распределительных каналов, подающих воду к точкам выдела водопользователям; отрезок канала, подающего воду на нижележащий узел; распределительные сооружения на узле; линейные сооружения на транзитной части каналов, причисленных к узлу; точки выдела, получающие воду из узла.

Общее содержание узлов осуществляется работниками службы эксплуатации оросительных систем. В состав этих мероприятий входит охрана сооружений, соблюдение противопожарных мер, периодический осмотр, надзор за сооружениями и поддержание их в рабочем состоянии.

Основными показателями технически исправного состояния сооружений являются: обеспечение проектной

пропускной способности; минимальные фильтрационные и технические потери; отсутствие размывов нижних бьефов и пустот за стенками сооружений; безотказная работа щитовых устройств, подъемных механизмов, средств автоматики, телемеханики и связи.

При эксплуатации распределительных узлов могут возникнуть случаи резкого изменения уровней воды в бьефах сооружений. Работники службы эксплуатации должны быть готовы быстро оценить обстановку и принять правильное решение. Например, при аварии на распределительном узле необходимо сбросить излишнюю или перераспределить поступающую к узлу воду между действующими отводами на узле и по возможности часть передать другому распределительному узлу.

Охрана сооружений возложена на штаты управления эксплуатацией оросительной системы. Доступ на сооружение, маневрирование расходами разрешен только определенным лицам.

На стенках контурной части узла красной линией наносят катастрофический уровень воды. Поддержание уровня выше этой линии категорически запрещено.

К линейным сооружениям, являющимся арматурой на системе и обеспечивающим транспортирование воды от водоисточника и ее равномерное распределение между водопользователями, относятся дюкеры, акведуки, перепады, быстротоки и трубы. При эксплуатации этих сооружений необходимо учитывать особенности их конструкции. Основная задача эксплуатации — содержать сооружения в технически исправном состоянии, обеспечивающем пропуск проектных расходов. Для этого необходимо проводить систематический надзор, своевременно выявлять и ликвидировать дефекты. К общим мероприятиям относятся недопущение размывов и заилений русла канала в верхнем и нижнем бьефах сооружений, поддержание в рабочем состоянии всех частей сооружений.

Особенности эксплуатации металлических дюкеров, которые проложены по поверхности земли, заключаются в организации наблюдений за промежуточными и анкерными опорами, предупреждении образования просадок и воронок под их основанием; систематическом ремонте арматуры металлических дюкеров (воздушные клапаны, вантузы, компенсаторы) и периодической покраске металлических трубопроводов и арматуры.

9 Заказ 4289

Железобетонные и асбестоцементные трубы дюкеров проложенные в траншеях, должны иметь засыпку соответственно не менее 0,6 м и 1,5 м.

При эксплуатации акведуков необходимо исключать фильтрацию через дно и стенки лотка и следить за состоянием опор.

§ 57. Эксплуатация каналов, водохранилищ и защитных валов

Основная задача эксплуатации оросительных каналов, водохранилищ и валов — это поддержание их в технически исправном состоянии. Для предотвращения повреждений и возможных аварий проводят систематическое наблюдение за объектами и всю информацию по их состоянию заносят в специальный журнал.

Основные показатели технически исправного состояния каналов: соответствие их проектным размерам и пропускной способности; отсутствие заиления, зарастания, обрушения и размывов каналов.

В напряженные периоды работы при пропуске по каналам форсированных расходов или при поддержании подпоров превышение дамб над соответствующими уровнями должно быть не менее следующих значений:

Расход канала, м³/с	<1,0	1—10	10—30	30—50	>50
Превышение, м	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60

Форсированные расходы в каналах не допускаются в первый год их эксплуатации.

Максимальные и минимальные скорости воды в каналах поддерживают в пределах, обеспечивающих транспортирование наносов и неразмываемость каналов.

Наполнение и опорожнение каналов во избежание оползания откосов выполняют постепенно. Интервал между отдельными попусками или уменьшениями расхода не должен быть менее двух часов, а изменения расходов — не более 20% для хозяйственных и 10% для межхозяйственных каналов.

На участках каналов, проходящих в высоких дамбах, на крутых косогорах и в просадочных грунтах, ведут тщательные наблюдения. В период пропуска максимальных расходов устанавливают круглосуточное дежурство.

На оросительных каналах, проходящих в земляном русле, систематически проводят работы по очистке от

наносов и сорной растительности. На каналах с одеждами и креплением систематически наблюдают за состоянием облицовок, температурных швов, дренажей.

Оградительные валы защищают от наводнений населенные пункты, дороги, промышленные объекты и сельскохозяйственные угодья. Поэтому в период прохождения паводков следят за процессами размыва валов и вовремя предотвращают их. Нельзя допускать перелива воды через гребень вала. По защитным валам запрещено пасти скот. Посадки леса и кустарники со стороны поймы необходимо сохранять, чтобы предохранить вал от размыва.

С этой же целью следят за ходами землеройных животных и своевременно заделывают их. Для аварийных ремонтов валов необходимо иметь соответствующий запас материалов.

Водохранилища в зоне неустойчивого увлажнения служат в основном для регулирования стока с целью использования его для орошения.

Водохранилища емкостью до 10 млн. м³ эксплуатируют по типовой инструкции, крупные водохранилища — по специальным инструкциям.

При эксплуатации водохранилищ осуществляют строгий контроль за всеми сооружениями в отношении их осадки, образования трещин, нарушения швов, разрушения креплений, фильтрации в основании и в обход сооружений, работы дренажных устройств, деформации русл.

§ 58. Уход за затворами, подъемными механизмами, металлическими конструкциями сооружений

Затворы, механизмы их подъема, рабочее оборудование и металлические конструкции гидротехнических сооружений, приспособления и транспортные средства, устройства для обогрева, аппаратура автоматического управления и другое оборудование должны содержаться в порядке, гарантирующем полную их сохранность и постоянную исправность.

Подъемные механизмы должны быть снабжены тормозными приспособлениями для поддержания затвора в нужном положении, специальными копирами для защиты узлов от пыли и осадков, соответствующими ограждениями, комплектом запасных частей.

При обнаружении неисправности маневрирование затворами запрещено. Перед каждым маневрированием затвором осматривают механизмы, пазы и уплотнения, проверяют тормозные устройства и, убедившись в их исправности, приступают к работе.

Подъемные механизмы ремонтируют при опущенных затворах и при обязательном соблюдении правил техники безопасности.

§ 59. Борьба с поступлением наносов в систему

В связи со строительством крупных инженерных систем все чаще применяют типы плотинных головных водозаборов. При наличии плотинных водозаборов наносы в оросительную сеть практически не попадают, и вопрос о борьбе с поступлением их полностью исключен. При бесплотинном водозаборе остро стоит вопрос о борьбе с наносами на оросительных каналах. Крупные наносы оседают на первых километрах магистрального канала, более мелкие проходят в межхозяйственную и внутрихозяйственную сеть, а наиболее мелкие выносятся на орошаемые поля. Распределение наносов по элементам оросительной системы зависит от общего ее уклона.

С крупными, средними и мелкими наносами необходимо вести борьбу. Илистые наносы с диаметром частиц 0,005—0,001 мм и менее почти всегда ценны как удобрения. Поэтому их целесообразно транспортировать по каналам системы во взвешенном состоянии на орошаемые поля.

Попадание наносов в оросительные каналы крайне нежелательно, так как вызывает их заиление, а это увеличивает шероховатость, уменьшает пропускную способность каналов и препятствует поступлению нужного объема воды для своевременного полива сельскохозяйственных культур. Для уменьшения поступления донных наносов в каналы оросительной системы при бесплотинном водозаборе устраивают различные сооружения: пороги, шпоры, раздельные стенки, струенаправляющие системы.

Наиболее надежными сооружениями для борьбы со взвешенными наносами показали себя отстойники. По способу удаления из них осевших наносов отстойники делятся на две группы — с периодической и непрерывной промывкой.

По конструкции отстойники могут быть однокамерные, двухкамерные и многокамерные. На оросительных системах в головной части водозабора чаще всего устраивают одно- или двухкамерные отстойники с периодической промывкой. Частота промывки отстойника зависит от мутности воды в источнике, конструкции и размеров отстойника.

Отстойники устраивают не только на магистральном канале, но и на распределителях, поэтому их называют внутрисистемными. Такие отстойники применяют в случаях, когда устройство одного головного отстойника для полной очистки воды сложно, дорого или отсутствует для этого площадь, а рельефные условия позволяют транспортировать воду по магистральному каналу.

Отстойники с периодической промывкой состоят из следующих частей: входа; отстойной камеры; устройств, отводящих осветленную воду; промывных конструкций; конструкций, предупреждающих поступление в камеру шуги и мусора. Скорость воды во входной части в несколько раз превышает скорость в камере.

Запас над уровнем воды в отстойнике принимают таким же, что и в канале, на котором строят отстойник.

При заборе воды из реки головным регулятором, расположенным на берегу и не имеющем специальных устройств для борьбы с наносами, поступление их в систему можно уменьшить следующими приемами: забор воды осуществляют из верхних слоев потока; не допускают поступление воды в канал из-под щита; нижнюю часть водозабора перекрывают шандорами; целесообразно иметь несколько водозаборных сооружений.

§ 60. Особенности эксплуатации коллекторно-дренажной сети

Основное назначение коллекторно-дренажной сети на оросительной системе заключается в поддержании водного и солевого режимов почвогрунта в благоприятном мелиоративном состоянии.

По конструкции дренажная сеть может быть открытой и закрытой. Это обусловливает особенности ее эксплуатации.

Дренажные каналы проходят по пониженным местам в водонасыщенных грунтах и имеют большую глубину. Эти конструктивные особенности являются причиной

неравномерной осадки, что приводит к деформации их сечения.

Надзор и уход за дренажными каналами ведут линейные работники управлений эксплуатации оросительных систем. В порядке мер необходимо проводить ремонтные работы по очистке каналов от заиления и зарастания сорной растительностью дна и откосов каналов, а также всех сооружений на них, строго следить за уровнями воды в каналах, установить водоизмерительные приборы на водомерных постах для систематического учета отводимой воды.

Закрытую дренажную сеть необходимо поддерживать в хорошем техническом состоянии и обеспечить условия для свободного отвода воды. Основная причина плохой работы закрытых дрен — их заиление. Причинами заиления могут быть просчеты при проектировании, плохое качество строительства и нерациональное использование оросительной воды.

§ 61. Эксплуатация скважин вертикального дренажа

Вертикальный дренаж — один из способов коренной мелиорации, направленный на устойчивое рассоление почв или на предупреждение вторичного засоления земель и создание на них оптимального мелиоративного режима.

Система вертикального дренажа состоит из скважин, оборудованных насосами, пьезометрической сети для наблюдения за уровнем грунтовых вод, технологического и электротехнического оборудования, сооружений для отвода откачиваемой воды, водоизмерительных приборов, объектов связи, телемеханики и автоматики, подъездных дорог.

Основная задача эксплуатации систем вертикального дренажа — обеспечить нормальную работу всего комплекса при условии оптимального мелиоративного режима.

На вновь осваиваемых землях выделяют два периода эксплуатации — освоение земель и собственно эксплуатацию. В период освоения земель необходимо обеспечить оптимальные условия рассоления почвогрунтов и грунтовых вод. В период эксплуатации на освоенных землях вертикальный дренаж должен обеспечить залегание уровня грунтовых вод не выше критической глубины, при

котором происходит дальнейшее рассоление почвогрунтов.

Надежность эксплуатации систем вертикального дренажа зависит от систематического проведения планово-профилактических осмотров, текущих и капитальных ремонтов. Планово-профилактический осмотр проводят один раз в шесть месяцев, текущий ремонт — один раз в год, капитальный — в тех случаях, когда в результате текущего ремонта не удалось восстановить дебит скважин, когда скважина заплывает песком или произошло механическое повреждение. Работы, связанные с проведением планово-профилактических осмотров, текущих и капитальных ремонтов, оформляют соответствующими актами и прикладывают к паспорту скважины.

Для проведения осмотра за одним работником службы эксплуатации закрепляют до 25 скважин при отсутствии средств автоматики и телемеханики, за одной бригадой, которая проводит профилактический осмотр и ремонт оборудования и сооружений, — до 50 скважин.

§ 62. Эксплуатация каналов-лотков

За последнее время при строительстве новых участков орошения, а также при реконструкции существующей внутрихозяйственной оросительной сети появилось значительное число каналов-лотков.

Лотки опираются на стоечные и реже на свайные опоры, которые, в свою очередь, делятся на низкие, средние и высокие. Свайные опоры рекомендуется применять на просадочных и слабопросадочных грунтах.

Нормальной работой лотковой сети считается, когда отсутствуют течи в стыках и лотках, переливы через борта, заиление, а к. п. д. лоткового канала находится в пределах 0,9—0,95.

При эксплуатации лотковой сети для содержания ее в нормальном техническом состоянии в оросительный сезон ведут систематические наблюдения за ее состоянием, фиксируют утечки в стыках и просадки опор, появление трещин в лотках и т. д. Дефекты и повреждения по возможности устраняют. Нельзя допускать растворение в каналах-лотках различных удобрений, вызывающих разрушение бетона. Эксплуатировать каналы-лотки в зимних условиях при температуре — 5°С и ниже, как правило, не рекомендуется.

Для подготовки каналов-лотков к зимней консервации и перед наступлением первых заморозков их полностью опорожняют, сбрасывают или откачивают воду из колодцев сооружений, устанавливают и закрепляют в открытом положении все автоматические регуляторы и затворы на каналах-лотках, включая водовыпуски во временную сеть. Затворы водовыпусков из земляных или облицованных каналов в каналы-лотки закрепляют в закрытом состоянии.

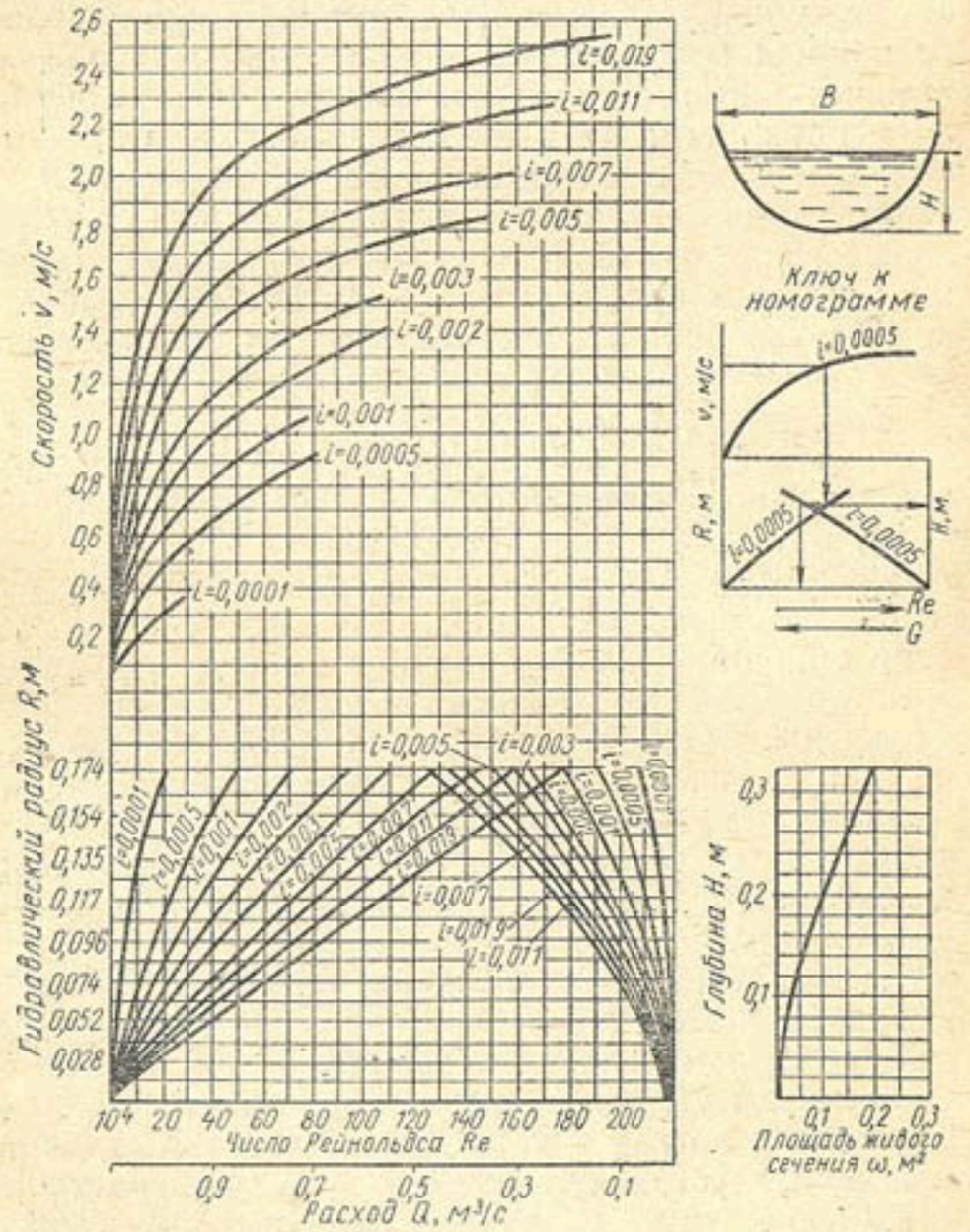


Рис. 17. График для гидравлического расчета полукруглых лотков типоразмера ЛН-40.

В период снеготаяния периодически расчищают заторы, если они имеются, для быстрого опорожнения лотков от талых вод.

После окончания поливов каналы-лотки обследуют, составляют план ремонта на невегетационный период. По окончании ремонта, за две недели до начала полива, проводят пробный пропуск воды, определяют готовность сети к работе, устраняют выявленные дефекты.

Для организации правильного водораспределения каналы-лотки оборудуют автоматами по поддержанию постоянных уровней или водомерами. В большинстве случаев каналы-лотки сами могут служить как водоизмерительные приборы.

По предложению Л. Ф. Ольгаренко коэффициент C определяют по формуле

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}}, \qquad (46)$$

где λ — коэффициент гидравлического трения.

Гидравлические сопротивления в лотках-каналах находятся в двух зонах: I зона, где $\lambda = f(\mathrm{Re})$, и II зона, где $\lambda = f(\mathrm{Re}; i)$.

Формулы по определению коэффициента гидравлического трения составлены для допустимых по нормам проектирования отклонений в высотном отношении дна лотков.

На основании полученных формул разработаны номограммы для лотков-каналов полукруглой и параболической форм поперечного сечения, которые удобны и точны в практическом использовании и позволяют решать любые задачи, связанные с определением расхода воды в лотках-каналах (рис. 17).

§ 63. Эксплуатация закрытых оросительных систем

Эксплуатация закрытых систем отличается от открытой содержанием отдельных характерных конструктивных узлов, включающих водозаборные и регулирующие сооружения, арматуру на сети и трубопроводы.

Водозаборные узлы закрытых систем обеспечивают подачу воды в сеть трубопроводов самотечно-напорным или машинным способом (насосами).

Самотечно-напорные трубопроводы обычно забирают воду из открытых магистральных или распределительных каналов, проходящих по командным точкам. Эта система особенно хорошо себя показала в предгорных условиях и других местах, имеющих на местности хотя бы незначительные возвышенности.

Практикой эксплуатации трубчатое самотечно-напорное водозаборное сооружение рекомендуется оборудовать только задвижкой «Лудло». Если в период эксплуатации (но не реже одного раза в месяц) задвижка все время была открытой, то с целью освобождения от наносов и мусора ее закрывают и открывают.

Для предохранения попадания в закрытый трубопровод плавающих предметов, мусора, травы и живых существ устраивают ограждающие решетки, которые делают съемными, с возможным устройством очистки их от травы и мусора. При очистке решеток следят, чтобы трава и мусор не попадали в трубопровод. Это в одинаковой степени относится к водозаборам закрытых систем, которые обеспечивают подачу воды в сеть трубопроводов машинным способом — стационарными, а также передвижными или плавучими насосными станциями.

При эксплуатации постоянно следят за работой водозаборных и регулирующих сооружений, арматуры и трубопроводов, содержат их в исправном состоянии.

Особенность эксплуатации водозаборных сооружений заключается в постоянном наблюдении за уровнем воды в канале и создании условий, при которых воздух не может попасть в трубопровод.

При эксплуатации трубопроводов необходимо обеспечить правильное их наполнение и опорожнение.

Водоводы закрытых оросительных систем устраивают из асбестоцементных, полиэтиленовых, стальных и чугунных труб. Асбестоцементные и полиэтиленовые трубы имеют ряд недостатков, приводящих к деформации труб и соединительных стыков, а это вызывает значительные перебои при поливах сельскохозяйственных культур.

§ 64. Эксплуатация гидрометрических устройств, дорожной сети, средств связи и подсобно-вспомогательных сооружений

Чтобы правильно организовать водораспределение, на оросительной системе устраивают водомерные посты.

Гидрометрические наблюдения сводятся к выбору участка канала, оборудованию на нем постоянного створа и измерению расходов и уровней воды. Участок канала, на котором устраивают пост, должен правильно отображать гидравлический режим потока и удовлетворять следующим требованиям:

дно и откос канала должны быть достаточно устойчивыми. Для этой цели их желательно закрепить железобетонными плитами или каменной отмосткой;

подпор не должен влиять независимо от причин возникновения на режим потока, так как в противном случае нарушается связь между расходами и уровнями воды;

участок должен быть прямолинейным, длиной не менее пятикратной ширины канала поверху при наибольшем его наполнении;

пост должен быть оборудован гидрометрическим мостиком соответствующих размеров или гидрометрической люлькой на крупных каналах;

выбранное место постоянного рабочего створа закрепляют на обоих берегах специальными реперами, на которые переносят высотные отметки.

Все приборы, входящие в состав гидрометрического поста, должны поддерживаться в хорошем техническом состоянии. Само гидротехническое сооружение должно удовлетворять всем требованиям его нормальной работы.

На реечных водомерных постах необходимо периодически наблюдать за состоянием реек, водомерных колодцев и порогов.

При эксплуатации водоизмерительных приборов, которыми оборудуют гидротехнические сооружения (динамический расходоуказатель ДРС-60, роторный счетчик стока СВН, приборы конструкции К. С. Глубшева, прибор ДС-64М и др.), необходимо систематически следить за их исправностью и хорошим техническим состоянием.

Прибор ДС-64М рекомендуется применять на оросительных системах для измерения расхода воды на следующих сооружениях:

типовом трубчатом сооружении с насадкой САНИИРИ на расходы до 5 м³/с и диаметром труб до 1,5 м. Насадки могут быть бетонные или металлические;

переездах с затопленной трубой. Прибор устанавливают на расстоянии диаметра трубы от входа;

на сооружениях с забральной стенкой, рекомендуемой институтом САНИИРИ.

Служба эксплуатации оросительных систем должна ремонтировать дороги и ограждающие валы.

Эффективность работы оросительной системы зависит от четкой связи между всеми ее звеньями. Точками связи оборудуют управление оросительных систем, головные участки, распределительные узлы, насосные станции, водохранилища и крупные сооружения, а также помещения, занимаемые должностными лицами, связанные с оперативной работой системы.

Наиболее распространенный вид связи — телефонная связь. Применяться может селекторная или избирательная телефонная связь. Находит применение и радиосвязь. В этом случае персонал станции должен руководствоваться правилами технической эксплуатации радиостанций.

На каждой мелиоративной системе имеются подсобные и вспомогательные сооружения, которые включают служебные, жилые и производственные помещения, склады, ремонтные мастерские, цехи, гаражи, навесы и т. д. Эксплуатация указанных помещений заключается в правильном уходе и своевременном ремонте, в соблюдении санитарных и противопожарных правил.

§ 65. Содержание каналов и сооружений зимой. Охрана каналов

Основными условиями подготовки сооружений к зиме являются: очистка сооружений от ила; тщательный осмотр гидротехнических сооружений из бетона на предмет выявления трещин, которые в первую очередь должны быть заделаны цементным раствором с его железнением; освобождение от воды путем откачки насосами (чаще передвижными) колодцев, дюкеров, трубчатых переездов, сбросов на сооружениях.

Большую часть сооружений и каналов к зимним условиям подготавливают из расчета, что они в это время на оросительной системе не работают, а находятся на консервации.

Чтобы предохранить металлические части на сооружениях от коррозии, их необходимо покрасить масляными красками или нитрокрасками, а все вращающиеся

и трущиеся части (гайки, винты на подъемных щитах) смазать солидолом или мазутом.

Эксплуатация крупных каналов и сооружений на них зимой заключается в борьбе с шугой и ледовыми явлениями.

Охрана каналов и сооружений возлагается на органы мелиорации и водного хозяйства, в ведении которых находится эксплуатация этих сооружений.

Охрана внутрихозяйственной сети и сооружений на ней осуществляется силами и средствами водопользователей.

Ответственность за охрану межхозяйственных каналов и сооружений в целом несут начальник и главный инженер управления оросительной системы, а эксплуатационных участков — гидротехники, за узлы сооружений и отдельные сооружения, где установлена охрана, отвечает заведующий сооружением или лицо, на которое возложена персональная ответственность за данное сооружение. За внутрихозяйственную сеть ответственны председатель колхоза, директор совхоза и главный (старший) гидротехник.

Работники, несущие охрану, должны быть тщательно проинструктированы. Они должны строго руководствоваться положениями инструкции.

Доступ на сооружение и маневрирование затворами разрешается только определенным штатным работникам. Другие лица могут допускаться на сооружение только в сопровождении работников оросительной системы, обслуживающих данное сооружение.

Важное значение придается надзору за каналами и сооружениями, который должен быть систематическим, и своевременному устранению выявленных недостатков. Надзор осуществляется или визуально, или инструментально.

Визуальный осмотр дает возможность установить начало опасных процессов, возникающих на сооружениях: неблагоприятные гидравлические явления (размывы, вибрация, деформация сооружений и его элементов, повышенная фильтрация и суффозия грунта).

Инструментальный надзор ведется через сеть наблюдательных пунктов, представленных реперами, марками и др.

§ 66. Полосы отчуждения

В пределах каждой системы вдоль крупных каналов и около крупных сооружений выделяются полосы отчуждения для содержания, развития и улучшения мелиоративных систем, строительства производственных и жилых зданий и других целей. Охрана и содержание в порядке этих полос возлагаются на работников службы эксплуатации оросительных систем.

§ 67. Лесонасаждения

Лесонасаждения на гидромелиоративных системах улучшают микроклимат орошаемых территорий, уменьшают оросительную норму, повышают урожайность сельскохозяйственных культур и защищают берега водохранилищ от размыва. Кроме того, они дают древесину и хворост, которые используют при противопаводковых, регулировочных и ремонтных работах. Лесонасаждения имеют также большое санитарно-гигиеническое значение.

Лесонасаждения на гидромелиоративных системах включают: защитные лесные полосы вдоль постоянных оросительных каналов, водосборно-сбросных каналов; насаждения по берегам водохранилищ; насаждения на участках, подверженных разрушению; озеленительные посадки вдоль дорог и на усадьбах.

Контрольные вопросы. 1. Состав головного участка оросительной системы и особенности его эксплуатации. 2. Что такое распределительный узел и линейные сооружения? 3. Особенности эксплуатации каналов и сооружений. 4. Мероприятия по борьбе с наносами на оросительных системах. 5. Особенности эксплуатации коллекторов, дрен, скважин вертикального дренажа. 6. Особенности эксплуатации каналов-лотков. 7. Содержание каналов зимой.

Глава 10

ЗАЩИТНО-РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

§ 68. Регулировочные, защитные и выправительные сооружения на реках и их назначение

Регулировочные сооружения обеспечивают плановый забор воды в оросительную или обводнительную систему, а также предотвращают попадание наносов, льда и шуги в системы.

Защитные сооружения предназначены для защиты от разрушений гидротехнических сооружений водозаборного узла, берегов рек, от затопления и подмывов каналов, мостов, а также населенных пунктов.

К защитным сооружениям относятся крепления различных типов, а также сооружения, снижающие скорость потока, что уменьшает процессы размыва.

Выправительные сооружения служат для исправления русла реки в местах его размыва.

Выправительные и защитные сооружения подразделяются: по условиям расположения в речном потоке на продольные и поперечные (дамбы, шпоры, буны); по конструктивным особенностям на сплошные (массивные), сквозные и комбинированные; по материалам на сооружения из местных грунтов, габионные, сипайные, каменнонабросные, а также комбинированные.

К сооружениям, регулирующим забор воды в систему, относятся струенаправляющие щиты, перемычки с прорезями или без прорезей, шпоры, шлюзы-регуляторы.

На предгорных участках рек при наличии камня, хвороста и соломы строят дамбы и полузапруды для регулирования водозабора и защиты сооружений. На остальных участках рек этот вид дамб сооружают редко. Находят применение также сипайные и габионные дамбы. Сипайные дамбы строят из бревенчатого четырех- или трехногого каркаса и заложенной в него каменно-хворостяной клади. Габионные дамбы состоят из отдельных габионов, представляющих собой заполненную камнем металлическую сетку в виде параллелепипеда. В том случае, когда в дно реки нельзя забить сваи или шпунты, а также на участках с большими скоростями и глубинами делают ряжевые дамбы. Когда дамбе необходимо наряду с прочностью придать водонепроницаемость, применяют бетонные стенки. Особенно это выгодно в предгорных районах, где в большинстве случаев имеются на месте составляющие бетона (гравий, песок).

Крепление откосов зависит от местных строительных материалов. Предпочтительнее каменные крепления в виде мощения или наброски, которые применяют для защиты берегов рек, откосов каналов, дамб и плотин. Фашинные и особенно карабурные крепления используют при закреплении откосов, усилении основания сооружения, закрытии прорывов в дамбах. Для закрепления дна

и откосов водотоков применяют фашинные тюфяки и выстилки, которые готовят из хвороста на месте производства работ.

§ 69. Организация и производство регулировочных и защитных работ

Приступая к регулировочным и защитным работам, необходимо иметь проектную документацию, которая выполняется в таком же порядке, как и для инженерных сооружений капитального назначения.

Трудоемкие процессы при производстве защитно-регулировочных работ должны быть механизированы, особенно земляные работы по устройству прорезей, излучин, расчистке головных участков каналов от заиления. В том случае, если земляные работы проводятся в малосвязных грунтах при наличии воды, эти работы целесообразно выполнять гидромеханическим способом.

При производстве земляных работ необходимо использовать высокопроизводительные механизмы: скреперы, бульдозеры, автомобильный транспорт. Для механизации погрузочных и разгрузочных работ применять краны, экскаваторы и другие подъемные механизмы.

При строительстве защитных валов особое внимание необходимо уделять качеству их возведения, обеспечивая заданную плотность грунта, что достигается послойным его уплотнением при оптимальной влажности. Грунт уплотняют кулачковыми или гладкими катками.

§ 70. Эксплуатация защитно-регулирующих сооружений

Защитно-регулирующие сооружения входят в состав головного участка системы, поэтому их эксплуатация осуществляется в общем комплексе работ по участку.

Особенности эксплуатации защитно-регулировочных сооружений — постоянный надзор за ними.

Наибольшие повреждения и аварии защитно-регулирующих сооружений бывают в паводковый период. Поэтому на этот период разрабатывается и осуществляется специальный план организационно-технических мероприятий по их эксплуатации.

План работ по борьбе с паводками составляется на основе данных предварительного прогноза о его размере.

В подготовительный период проводят работы по завершению ремонта старых и возведению новых сооружений, связанные с пропуском паводка, пополняют запасы аварийных материалов, проверяют готовность транспорта, организуют ночное освещение опасных мест и осуществляют их связь с начальником управления, создают бригаду рабочих для пропуска паводка. Общее руководство пропуском паводка осуществляют специальные комиссии.

§ 71. Пропуск селевых потоков и эксплуатация селепропускных сооружений

Селевой поток — это внезапный, стремительно продвигающийся, кратковременный паводок, выносящий с горных ущелий в долины большое количество почвогрунтов и обломочного материала. Этот поток имеет до 60% по объему твердых включений и при больших скоростях представляет серьезную опасность для искусственных и других сооружений.

Селевые потоки могут быть грязевыми (грязекаменными) или жидкими (водокаменными).

Борьба с селевыми потоками осуществляется в пределах всего водосборного бассейна селя и включает организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и инженерно-гидротехнические мероприятия.

Организационно-хозяйственные, агротехнические и лесомелиоративные мероприятия включают комплекс работ по систематическому обследованию бассейна селя, чтобы выявить наиболее опасные участки и провести на них в первую очередь укрепительные работы, а также своевременную посадку леса.

Инженерно-гидротехнические мероприятия относятся к руслу бассейна и конусу выноса и включают большой комплекс работ. В группу русловых мероприятий входит строительство регулирующих сооружений. Чтобы уменьшить продольный уклон русла, строят различного рода запруды, плотины, пороги, а чтобы уменьшить боковой размыв, сооружают продольные стенки, поперечные дамбы, наносозадерживающие плотины. На конусах выноса для защиты от селей, как правило, устраивают продольные ограждающие дамбы, осадочные бассейны (наносоуловители).

10 Заказ 4289

При переходе оросительных каналов через селевые потоки возводят дюкеры и акведуки. Следует обращать самое серьезное внимание на хорошее техническое состояние противоселевых сооружений и своевременно проводить ремонтные работы на них.

Одно из условий правильной эксплуатации гидротехнических сооружений оросительных систем — выполнение мероприятий по пропуску селевых потоков. Водозаборные устройства не должны подвергаться воздействию селевого потока. Он должен быть беспрепятственно направлен мимо водозабора, для чего выполняют соответствующий комплекс регулировочных работ.

При эксплуатации каналов оросительных систем необходимо помнить, что селевой поток, как правило, не должен попадать в канал. И лишь в том случае, если большой оросительный канал пересекает русло слабого селевого потока, его можно впустить в канал. Но предварительно селевой поток надо освободить от твердого стока. Места впуска селя в канал оборудуют соответствующими сооружениями.

Служба эксплуатации должна заблаговременно готовиться к пропуску селевых потоков. С этой целью тщательно обследуют русло селя и выявляют участки завалов, скоплений валунов. Особенно тщательно надо обследовать селепропускные сооружения. При этом ликвидируют все закупорки. Кроме этого, обследуют оросительные каналы и сооружения, пропускающие селевые потоки.

После прохождения селя собирают данные о максимальных уровнях, объеме наносов в зоне отложения и о крупности наносов. Все данные заносят в специальный журнал. Это дает возможность накапливать данные о селевых потоках.

§ 72. Регулировочные работы в период маловодья

В период маловодья разрабатывают и осуществляют технические и организационные мероприятия, чтобы обеспечить непрерывность подачи воды в систему. Особенно строго надо следить за осуществлением внутрихозяйственных планов водопользования (введение водооборота, круглосуточное проведение поливов сельскохозяйственных культур, своевременный ремонт каналов и т. д.). Повышению водообеспеченности оросительных систем

способствуют мероприятия по техническому их улучшению, переустройству, повышению к. п. д., согласование режимов работы водоисточника с режимами орошения культур.

В общем комплексе мероприятий по борьбе с маловодьем немаловажное значение имеют регулировочные работы. Их проводят прежде всего на головных участках систем, чтобы обеспечить необходимый водозабор из источника орошения. К данным работам относятся: удлинение шпор при бесплотинном водозаборе; устройство временных водозаборов; регулировочно-выправительные работы в русле реки.

Режим работы головного сооружения должен быть увязан с планами водоподачи на орошение на основе гидрометеорологических прогнозов.

Контрольные вопросы. 1. Назначение регулировочных и защитных сооружений. 2. Организация производства и особенности эксплуатации регулировочных и защитных сооружений. 3. Какие мероприятия осуществляются при пропуске селевых потоков через сооружения?

Глава 11

ПЕРЕУСТРОЙСТВО И УЛУЧШЕНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

§ 73. Причины, вызывающие переустройство и улучшение оросительной системы

Начиная с первых лет Советской власти, ежегодно происходит реконструкция каналов, сооружений, проводятся значительные работы по улучшению оросительных систем.

В районах старого орошения, где преобладали полуинженерные оросительные системы, ежегодно шла перестройка и улучшение оросительных систем. Оросительные каналы, особенно внутрихозяйственные, были выполнены криволинейно, имели очень большую протяженность, а орошаемые участки между каналами были неправильной конфигурации. Оросительные каналы такой сети имели большие потери на фильтрацию. Их невозможно было очищать от заиления механизмами, следовательно эту работу выполняли только вручную. Поливные участки планировали плохо или

совсем не планировали из-за сложного применения техники на полях с неправильной конфигурацией. На таких системах было много заболоченных и засоленных участков, которые давали низкие урожаи. Здесь невозможно было наладить простейший учет воды, решать вопросы автоматизации и механизации процесса полива сельскохозяйственных культур.

Все вышеперечисленные недостатки обусловили реконструкцию оросительных систем. Этот процесс закономерный, и он должен определяться перспективным планированием.

Самое серьезное внимание при переустройстве необходимо обращать на эффективное использование орошаемых земель, повышение водообеспеченности систем, на борьбу с засолением и заболачиванием земель.

Вопросы, связанные с осуществлением рационального внутрихозяйственного водопользования и системного водораспределения, должны быть под строгим контролем специалистов колхозов и совхозов и службы эксплуатации.

§ 74. Перспективный план улучшения и переустройства оросительной системы

В основу перспективного плана развития оросительной системы должны быть положены материалы, характеризующие ее современное состояние, подробный анализ недостатков и положительных сторон работы системы. Вначале должен быть дан технико-экономический анализ по всему району, который включает экономические и водохозяйственные показатели. Затем проводится весьма детальный анализ в полной увязке всех факторов и намечаются этапы развития оросительной системы на современном научном и техническом уровне.

Перспективный план составляет эксплуатационная служба на основе производственных исследований, требований и запросов производственных единиц и соответствия технического уровня развития системы. В нем освещаются следующие вопросы:

что необходимо для улучшения работы и для использования резервов системы;

какие показатели будет иметь система после проведения различных мероприятий; какая будет эффективность после осуществления предложений;

какова очередность проведения работ и мероприятий и какими экономическими и техническими данными подтверждены;

в какие сроки и кем будут проводиться работы.

Перспективный план — это первичный документ, на основании которого определяют состав работ по совершенствованию системы и в последующих стадиях составляют проекты и рабочие чертежи.

Перспективный план ежегодно уточняют и дополняют в процессе изучения показателей работы системы. Составление перспективного плана, его уточнение в процессе эксплуатации и осуществление основных предложений плана является основной задачей эксплуатационной службы системного управления.

В перспективном плане отмечают мероприятия, которые проводят в процессе эксплуатации силами и средствами эксплуатационной службы, и мероприятия, которые необходимо провести за счет капитальных вложений. Для инженерного обоснования перспективного плана активное участие должны принимать проектные группы и лаборатории производственных исследований, находящиеся в составе управления оросительной системы.

В перспективном плане обычно предусматривается:

улучшение мелиоративного состояния земель с применением различных способов понижения уровня грунтовых вод;

повышение к. п. д. каналов системы за счет облицовки их бетонными покрытиями, ударного уплотнения, замены на лотковую сеть;

оборудование водозаборных и распределительных сооружений водомерами и стокомерами; перевод крупных гидротехнических сооружений и насосных станций на автоматическое и телемеханическое управление;

устройство защитных сооружений, чтобы уменьшить поступление наносов в оросительные каналы и объемы их очистки; разработка мероприятий по дислокации наносов по каналам системы;

замена новыми каналами или лотками непрямолинейных оросительных каналов неинженерного профиля, построенных по горизонталям без необходимых

уклонов и пропускной способности с примитивными подпорными сооружениями;

перевод системы на закрытые водоводы, железобетонные лотки; организация поверхностного полива с помощью современных поливных машин;

проведение тщательной строительной планировки орошаемых площадей с последующими ежегодными эксплуатационными планировками;

устройство дренажа засоленных и заболоченных земель с переходом на закрытый дренаж, значительно повышающий к. з. и.;

внедрение диспетчерских методов управления работой узловых сооружений, точек выдела при водораспределении;

улучшение дорожной сети, насаждение лесопосадок вдоль внутрихозяйственных и межхозяйственных каналов.

§ 75. Переустройство межхозяйственной и внутрихозяйственной сети каналов и сооружений

При составлении проектов или схем по переустройству межхозяйственной сети основное внимание необходимо уделять повышению водообеспеченности путем реконструкции головного водозабора, борьбы с наносами и фильтрацией воды из каналов, автоматизации и телемеханизации процессов на системе, организации диспетчерской службы эксплуатации, вопросам возможного расширения орошаемых площадей на системе. Одновременно уделяется внимание коллекторно-дренажной сети, но только на открытых системах. На комбинированных и закрытых системах устраивают, как правило, сбросную сеть.

Организация диспетчерской службы на системе — это уже первые шаги к автоматизации и телемеханизации системы. Автоматизация системы может быть частичная (начальная) и полная.

Начальная автоматизация включает автоматизацию головного узла и распределительных сооружений на магистральном канале.

При полной автоматизации управление водой идет от головного водозаборного узла до хозяйственного водовыдела в обычной оросительной системе и до картового оросителя в рисовой системе.

Межхозяйственные каналы имеют высокий к. п. д., минимальные фильтрационные и технические потери. Состояние гидротехнических сооружений поддерживается на относительно высоком уровне. Учет воды организован по всем точкам распределения различными способами.

Внутрихозяйственные каналы находятся в более неудовлетворительном состоянии: значительные потери воды на гидротехнических сооружениях, плохое состояние русла каналов, значительные технические и фильтрационные потери; ухудшение мелиоративного состояния земель. Поэтому в задачу переустройства и улучшения работы внутрихозяйственной оросительной сети входит:

улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель за счет строительства закрытой и реконструкции открытой коллекторно-дренажной сети, систематическое проведение эксплуатационной и строительных планировок;

повышение водообеспеченности систем за счет сокращения фильтрационных и технических потерь воды из каналов, проведение круглосуточных поливов, организация повторного использования сбросных и дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур;

укрупнение поливных участков, особенно на полуинженерных системах, и перестройка каналов неинженерного профиля на каналы-лотки или на каналы с облицовкой монолитным или сборным железобетоном;

оборудование каналов гидротехническими сооружениями с водомерными устройствами;

перевод открытой внутрихозяйственной системы в закрытую или комбинированную.

Переустройства оросительной системы проводят комплексно строительно-монтажные управления и передвижные механизированные колонны.

§ 76. Противофильтрационные мероприятия

Противофильтрационные мероприятия на межхозяйственной или на внутрихозяйственной сети, повышающие к. п. д. каналов, — одна из важнейших задач переустройства оросительных систем. Фильтрация из каналов ухудшает не только мелиоративное состояние земель, поднимая уровень грунтовых вод, но и водо-

обеспеченность. Следовательно, поливные участки недополучают значительное количество воды, тем самым урожаи сельскохозяйственных культур на орошаемых землях, естественно, снижаются.

Прежде чем планировать противофильтрационные мероприятия, сначала необходимо детально изучить потери на внутрихозяйственных каналах. После этого можно выбирать типы одежд или намечать противофильтрационные мероприятия.

Наибольшие потери воды как фильтрационные, так и технические наблюдаются на открытых внутрихозяйственных оросительных каналах. Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети обычно бывает очень низкий по сравнению с межхозяйственной и колеблется в пределах 0,6—0,65.

Чтобы повысить к. п. д. внутрихозяйственной оросительной сети, применяют различные противофильтрационные мероприятия и используют местные материалы.

Кроме того, каналы можно облицовывать железобетонными плитами. Облицовка из сборных бетонных плит, изготовленных на заводах, самая прочная. Но ее основной недостаток — большое количество стыков, которые должны быть заделаны очень тщательно, чтобы вода через них не просачивалась. Непрочная заделка стыков, которая быстро деформируется, приводит к большим утечкам воды. Поэтому к. п. д. таких облицовок снижается до 0,85 и ниже.

На закрытых оросительных системах, представленных напорными трубопроводами, а также на комбинированных системах остаются практически технические потери. Поэтому к. п. д. таких систем высокий и находится в пределах 0,95—0,98. Такие системы могут быть переведены на автоматизацию распределения воды с одного пульта управления.

§ 77. Планировка орошаемых земель

Переустройство внутрихозяйственной сети связано с проведением планировочных работ. Планировка орошаемых земель бывает двух видов: капитальная и эксплуатационная. Эксплуатационная планировка выполняется хозяйствами по мере необходимости без составления проекта.

При проектировании капитальной планировки устанавливают величину срезок и насыпей почвогрунта, объем земляных работ, маршрут перемещения земляных масс, стоимость планировочных работ. В зависимости от техники полива сельскохозяйственных культур и экономических соображений планировка осуществляется под горизонтальную и наклонную плоскости. Планировка под наклонные плоскости рекомендуется на участках с малым уклоном (от 0,002 до 0,003). Планировка под горизонтальную поверхность осуществляется на рисовых оросительных системах.

Планировка выполняется двумя способами: обычным, со сплошной срезкой почвы; с сохранением верхнего слоя почвы. При планировке первым способом (основной) сплошной слой срезают и перемещают в пониженные места. Способ планировки с сохранением верхнего растительного слоя имеет следующие разновидности: кулисный, по полосам с двукратным перемещением верхнего слоя почвы, по полосам с однократным перемещением верхнего слоя почвы, буртованием.

Каждый из способов планировки применяют в зависимости от конкретных условий и экономических расчетов.

§ 78. Организация работ по переустройству системы

Переустройство межхозяйственной оросительной сети, как и строительство новых систем, осуществляется по проектам, разработанным проектными институтами, специализированными строительными организациями.

Схема переустройства должна быть согласована с водопользователями, управлениями оросительных систем и управлениями сельского хозяйства райисполкома, строительными организациями и утверждена областными и республиканскими организациями Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

Проектно-изыскательские работы на переустройство оросительной системы финансируют за счет капитальных вложений.

Строительные работы по переустройству необходимо проводить в течение всего года. С этой целью со-

ставляют планы работы и согласовывают их с хозяйствами и районными организациями.

Выполненные строительные работы принимают в соответствии с действующими инструкциями.

§ 79. Эффективность переустройства оросительных систем

Эффективность переустройства определяется значительным улучшением следующих показателей: к. п. д. систем и коэффициента использования оросительной воды; водообеспеченности систем; мелиоративного состояния орошаемых земель; техники полива сельскохозяйственных культур; водораспределения по системе.

В том случае, если структура посевных площадей после переустройства не изменилась, эффективность переустройства может быть определена по формуле С. Р. Оффенгендена:

$$Э = \frac{\omega \Delta У + \Delta\omega (У + \Delta У)}{У_{пр}}, \qquad (47)$$

где ω — существующая площадь орошения по системе, га; $\Delta\omega$ — прирост фактической орошаемой площади за счет ранее не использованных земель с оросительной сетью, га; $У$ — существующая урожайность ведущей культуры, ц/га; $\Delta У$ — прирост урожайности ведущей культуры, ц/га; $У_{пр}$ — проектная урожайность ведущей культуры, ц/га.

Контрольные вопросы. 1. Необходимость переустройства и улучшения оросительной системы. 2. Цель составления перспективного плана улучшения и переустройства оросительной системы. 3. Материалы, на основе которых составляется перспективный план развития системы. 4. Организация и эффективность работ по переустройству.

Раздел второй

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Глава 12

ОСУШИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Осушительные мелиорации за последние годы претерпели существенные изменения. Вместо применявшихся ранее открытых осушительных систем широкое распространение получили закрытые системы и системы двустороннего действия. Осушительная система сельскохозяйственного назначения представляет собой (рис. 18) комплекс инженерно-мелиоративных сооружений и устройств для регулирования водного режима болот и заболоченных минеральных земель, чтобы получать на них устойчивые и высокие урожаи сельскохозяйственных культур путем поддержания оптимального для возделывания культур водно-воздушного режима почвы. Осушительные системы подразделяют: по способу отвода избыточных вод на самотечные (вода отводится осушительной сетью, сбрасывается в водоприемник самотеком) и с машинным водоподъемом (вода, собранная осушительной сетью, перекачивается насосами); по виду осушительно-регулирующей сети на открытые и закрытые; по характеру воздействия на водный режим корнеобитаемого слоя осушаемых земель на системы одностороннего и двустороннего действия (в первом случае сеть только отводит избыточные воды, а во втором — обеспечивает отвод и подачу воды в корнеобитаемый слой почвы). Осушительные системы могут быть межхозяйственными, которые обслуживают земли двух и более хозяйств, и внутрихозяйственными, которые располагаются на территории одного хозяйства. На межхозяйственных системах всегда имеется внутрихозяйственная осушительная сеть, обслуживающая земли одного хозяйства. Водоприемник, дамбы и эксплуатационные дороги с соору-

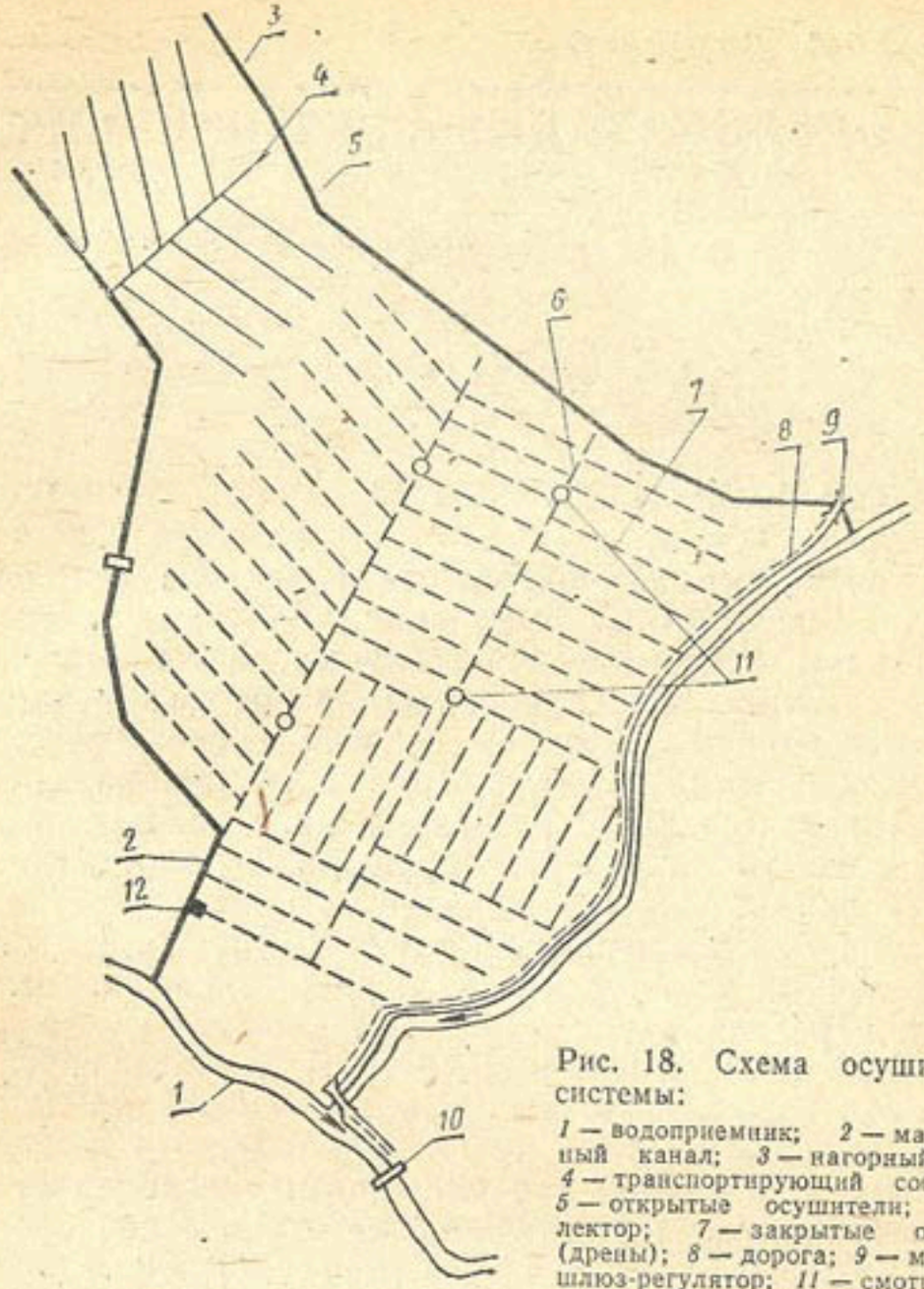


Рис. 18. Схема осушительной системы:

1 — водоприемник; *2* — магистральный канал; *3* — нагорный канал; *4* — транспортирующий собиратель; *5* — открытые осушители; *6* — коллектор; *7* — закрытые осушители (дрены); *8* — дорога; *9* — мост; *10* — шлюз-регулятор; *11* — смотровой колодец; *12* — устье коллектора.

жениями на них, пересекающие границы двух и более хозяйств, также являются межхозяйственными. Они находятся на балансе управления осушительных систем и полностью содержатся за счет средств государственного бюджета.

Вся внутрихозяйственная осушительная сеть и сооружения на ней находятся на балансе хозяйства-землепользователя и содержатся за счет его средств.

Осушительная система с учетом природных условий должна отвечать следующим техническим требованиям:

водно-воздушный, тепловой и питательный режимы корнеобитаемой зоны должны регулироваться по возможности автоматически в зависимости от природных особенностей и условий сельскохозяйственного производства конкретного года;

система должна быть оборудована всеми необходимыми контрольно-измерительными приборами по наблюдению за режимом уровня грунтовых вод, дренажным и поверхностным стоками, почвенной влажностью, температурой по глубине корнеобитаемой зоны, метеорологическими данными и др.;

осушительная часть системы должна беспрепятственно и своевременно отводить все избыточные поверхностные и грунтовые воды, не оказывать отрицательного воздействия на окружающую среду;

режим уровней почвенногрунтовых вод не должен затруднять механизированное выполнение всего комплекса полевых сельскохозяйственных работ;

режим почвенной влажности при увлажнении должен быть управляемым, увлажнять можно любым технически и экономически целесообразным способом для реальных условий.

Осушительная система состоит из регулирующей, проводящей, ограждающей сетей, водоприемника, гидротехнических сооружений, дорожной сети, а также оградительных дамб, насосных станций, эксплуатационных устройств.

§ 80. Регулирующая осушительная сеть

Главная задача регулирующей осушительной сети — своевременный отвод избыточных вод с поверхности и из корнеобитаемого слоя почвы. По принципу действия регулирующая сеть делится на следующие: дренажную (закрытые дрены и открытые осушители), предназначенную для снижения уровня грунтовых вод в заданные сроки на норму осушения на массивах грунтового и грунтово-напорного водного питания или для отвода верховодки; собирательную (закрытые и открытые собиратели), которая принимает и отводит избыточные воды из пахотного слоя и с поверхности почвы в водоприемник. В состав собирательной сети входят наряду с закрытыми и открытыми собирателя-

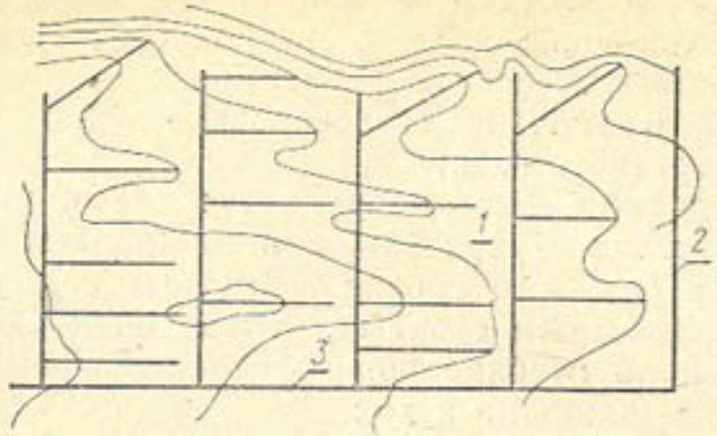


Рис. 19. Схема расположения ложбин в плане:

1 — ложбина; *2* — открытый собиратель; *3* — магистральный канал.

ми ложбины, кротовые дрены, а также борозды, кротовины, гряды, гребни, глубокое рыхление и др.

Открытая регулирующая сеть. *Открытые собиратели* устраивают в основном на тяжелых почвах для отвода поверхностных вод. Длину открытых собирателей-каналов принимают 700—1500 м, глубину — 0,8—1,2 м, ширину по дну — 0,3—0,4 м; заложение откосов определяется устойчивостью грунтов. Расстояние между собирателями принимают в зависимости от уклона местности: под пашню — 60—70 м, луга — 100—160 м. Каналы должны быть параллельны один другому. Уклон дна канала не менее 0,0003. Собиратели располагают под острым углом к горизонталям местности. Собиратели поверхностную воду отводят в проводящую сеть. Для регулирования водного режима на глинистых и суглинистых почвах применяют также собиратели ложбинного типа глубиной 35—40 см с очень пологими откосами 1 : 5, 1 : 7. Длина ложбин при ровном рельефе 400—800 м, при наличии малых уклонов они могут достигать 1500 м. Минимальный уклон ложбин 0,0008—0,004. Русла ложбин засевают травосмесями. Это обеспечивает беспрепятственный переезд через ложбины, благодаря чему косьба трав может быть механизирована. При осушении луговых угодий целесообразно сочетать открытые каналы с ложбинами. Ложбины делают выборочно по понижениям, тальвегам и бессточным котловинам осушаемой поверхности (рис. 19).

Открытые осушители устраивают для понижения уровня грунтовых вод, сбора и отвода их в проводящую сеть.

Глубину осушителей принимают 1,2—1,8 м, заложение откосов — 0,75—1,25 в торфе, 1,25—1,5 в суглинках и супесях, 1,5—2 в песках. Длина осушителей зависит от природных условий и желательно, чтобы она была 700—1500 м.

Расстояния между открытыми осушителями принимают в зависимости от типа грунтов и уклонов местности. Чтобы равномерно понижать уровень грунтовых вод, осушители располагают параллельно один другому.

Закрытая регулирующая сеть. В зависимости от условий водного питания и поступления воды в трубы различают: закрытые собиратели и дрены-осушители. Дрены представляют собой отверстия в грунтах, закрепленные трубами (материальный дренаж) и незакрепленные (кротовый и щелевой дренаж).

Закрытые собиратели предназначены для отвода поверхностных вод и вод, стекающих по подошве пахотного слоя. Они представляют собой траншею глубиной в истоке не менее 0,8 м, на дно которой уложены керамические трубы диаметром 5,0—7,5 см или пластмассовые диаметром 4,3 см. Гончарные трубы должны быть уложены так плотно, чтобы ни одну из них нельзя было свободно поднять. Уложенные в траншею трубы засыпают хорошо фильтрующим материалом (гумусовым грунтом, крупнозернистым песком, гравием, щебенкой, шлаком и т. д.), а также вынутым грунтом с добавкой 30—35% гумуса. Расстояния между закрытыми собирателями принимают по расчету примерно от 12—30 до 40—60 м. Длина собирателей колеблется в пределах 150—200 м, конструкции их должны быть устойчивы, обладать необходимой прочностью и долговечностью. В плане закрытые собиратели с закрытыми коллекторами сопрягают под углом 60—90°. В вертикальной плоскости их сопрягают внахлестку, свободный конец дрены закладывают камнем, а также замазывают глиной или цементом.

Дрены (закрытые осушители) применяют при грунтовом и грунтово-напорном водном питании. Закрытая дрена-осушитель имеет траншею, стеллаж, фильтр и трубы. Траншеи устраивают экскаваторами ЭТЦ-202,

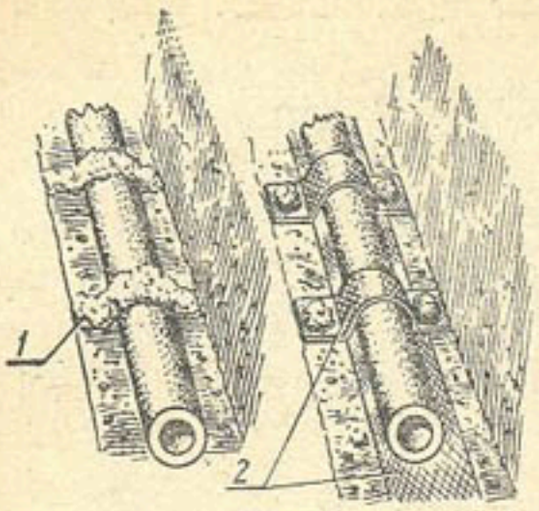


Рис. 20. Защита стыков дренажных труб:
1 — мхом; *2* — стеклотканью.

ЭТЦ-202А и др. Ширина ее 40—50 см. Чтобы предохранить трубы от смещения при нагрузке, на дне траншеи делают желобок. В торфяных грунтах, песках, плывунах трубы укладывают на деревянный стеллаж, устроенный из доски длиной 4—6 м с бортиками. Стеллаж предохраняет трубы от вертикальных смещений при уплотнении грунта и неравномерной осадке торфа. Чтобы трубы не заилялись в местах соединения между собой (стыках), их защищают фильтрующим материалом (рис. 20). После укладки труб и защиты их фильтрующим материалом траншеи засыпают сначала гумусовым грунтом слоем 20—30 см, а затем вынутым грунтом до поверхности земли. Последовательность работ при укладке дренажа следующая: отрывка траншеи; закладка труб; защита стыков; ручная засыпка дрен; засыпка дрен бульдозером.

При строительстве закрытой регулирующей сети применяют в основном гончарные трубы, реже пластмассовые (рис. 21), асбестоцементные. Ограниченно

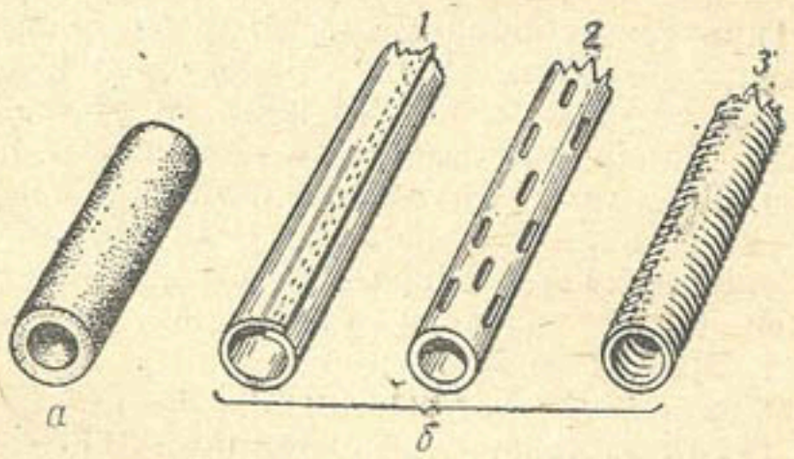


Рис. 21. Дренажные трубы:
а — гончарная; *б* — пластмассовые; *1* — со швом «перфорированная нахлестка»; *2* — гладкая с перфорацией; *3* — гофрированная с перфорацией.

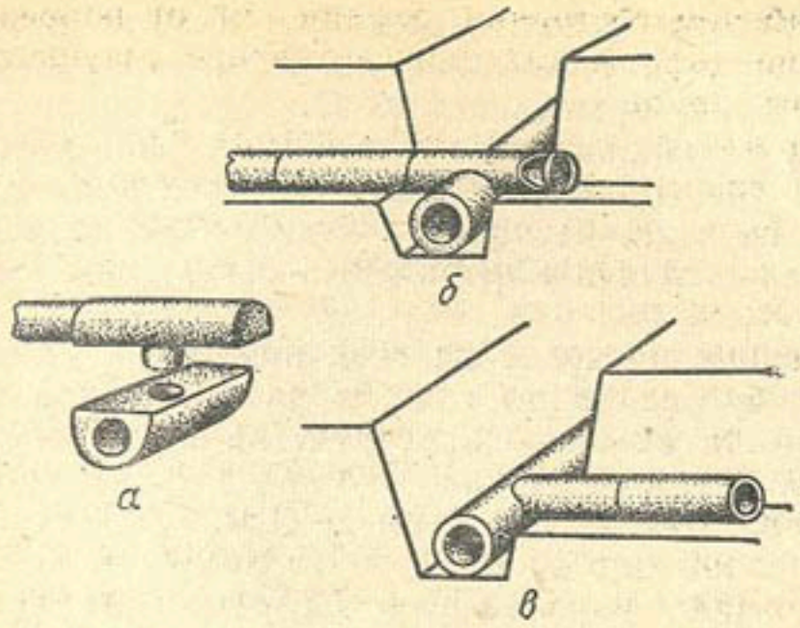


Рис. 22. Способы сопряжения дрен с коллектором:
а — при помощи фасонных частей; *б* — «внахлестку»; *в* — сверху «впритык».

дренаж делают деревянным, каменным (из наброски камня), жердевым, фашинным (из связок хвороста), стеклянным и др. Дрены выводят в коллекторы. Способы сопряжения дрен с коллекторами показаны на рисунке 22. Минимальный уклон дрен принимают 0,003, а при наличии железистых соединений — 0,006 и более. Минимальная глубина заложения дрен в суглинистых и торфяных почвах 1,1 м, в песчаных и супесчаных 1,0 м.

Расстояние между дренами-осушителями устанавливают в зависимости от почвогрунтов и хозяйственных требований. При осушении пашни дрены располагают на суглинках через 12—25 м, на супесчаных почвах — 20—30, торфах — 25—30 м. При осушении лугов расстояние между дренами принимают на 5 м больше, чем на пашне.

Кротовый дренаж устраивают глубиной 0,6—1,0 м. Расстояние между дренами принимают от 4 до 8 м в минеральных грунтах и от 6 до 12 м в торфах. Длина кротовых дрен — 150—200 м. Дрены выводят в открытые каналы или коллекторы. Кротовые дрены прокладывают путем протаскивания специального дренера, образующего в грунте круглую полость, напоми-

нающую кротовый ход. Дрены устраивают кротодренажной машиной КН-1200 и др. Минимальный уклон кротовых дрен принимают 0,002. Диаметр дрен 5—12 см в минеральных грунтах и 10—25 см в торфах. Кротовые дрены целесообразно применять в кротоустойчивых грунтах, беспнистых болотах со слабой степенью разложения и минеральных бескаменистых грунтах.

Кротование проводят на всех почвенных разностях, от легких суглинков до глин, в разных направлениях в зависимости от способа устройства и расположения постоянной сети. Обычная глубина кротовин 0,4—0,6 м, расстояние между ними 1—3 м. Кротование проводят одновременно со вспашкой с помощью кротового приспособления, укрепленного на одном из корпусов плуга или же отдельно с помощью специальных кротователей.

Кротовый дренаж отличается от кротования тем, что его проводят только в кротоустойчивых грунтах с определенным уклоном и выводят в открытые каналы.

§ 81. Проводящая осушительная сеть

Собранная регулирующей сетью вода поступает в проводящую сеть, которая состоит из магистральных каналов различного порядка, тальвеговых каналов, закрытых и открытых коллекторов. Основное назначение проводящей сети — своевременный отвод воды в водоприемник. Наряду с этим проводящая сеть оказывает также и осушительное действие за счет большой ее глубины.

Магистральный канал. Магистральным называется канал, в который впадает вся осушительная сеть. Это наиболее ответственная часть осушительной системы, так как всякое повышение уровней воды против расчетного влияет на эффективность работы всей осушительной сети. Магистральные каналы проектируют с особой тщательностью и прокладывают по самым низким местам осушаемой площади. При осушении торфяных почв магистральный канал должен проходить по оси тальвега минерального дна болота. В местах пересечения канала с плывунами и другими оплывающими грунтами откосы и дно нужно закреплять. Не

следует проводить магистральный канал через водоемы. Число изломов в плане должно быть минимальным, и ось магистрального канала по возможности надо приближать к прямой линии. В период летних и осенних паводков вода не должна выливаться на поверхность осушаемой им площади. Запас между бровкой и уровнем воды в канале должен быть не менее 0,1—0,3 м во время летних паводков. Если водосборная площадь более 500 га, поперечные размеры магистрального канала определяют гидрологическими и гидравлическими расчетами. При меньшей водосборной площади каналу придается трапецеидальная форма поперечного сечения с шириной по дну 0,3—0,4 м и глубиной 1,5—3 м и более. Крупным магистральным каналам целесообразно придавать параболические или полуэллиптические формы поперечного профиля. Углы поворота магистрального канала должны быть не менее 110—120°. Минимальный радиус закругления 20 м.

Тальвеговые каналы. Их прокладывают по пониженным местам (или тальвегам) для осушения заболоченных и заросших замкнутых бессточных ложбин. Тальвеговые каналы располагают по тем же правилам, что и магистральные каналы. Глубину их принимают 1—1,5 м, а ширину по дну — 0,3—0,4 м. Уклон дна не менее 0,0003. Тальвеговые каналы выводят в магистральные каналы или непосредственно в водоприемник. Сопряжение тальвеговых каналов с водоприемником выполняется по правилам, указанным для магистральных каналов. При осушении узких полос магистральный канал выполняет роль тальвеговых. Форма поперечного сечения тальвеговых каналов принимается трапецеидальной и параболической. Коэффициенты заложения откосов принимают в зависимости от грунта и глубины канала.

Коллекторы. При проектировании закрытых осушительных систем коллекторы закладывают в направлении наибольших уклонов местности по возможности с меньшим числом поворотов. В углах поворотов трубы следует соединять посредством фасонных частей или соединительных колодцев. Надо избегать пересечения коллекторов с неустойчивыми грунтами (плывуны). Не следует совмещать трассы коллекторов с руслом существующих каналов. Чтобы предохранить коллекторы от корней при пересечении лесополос или дре-

весных и кустарниковых насаждений, необходимо применять глухую изоляцию стыков. Коллекторы следует располагать от древесных насаждений на 10—20 м. Минимальный диаметр коллекторов 100 мм, уклон 0,003. Размеры поперечных сечений коллекторов определяют гидравлическим расчетом по формулам равномерного движения при полном заполнении коллекторов водой. Расчет производится в местах перелома уклонов, при сопряжении коллекторов различных порядков, в створе впуска поверхностной воды из колодцев-поглотителей.

§ 82. Ограждающая осушительная сеть

Ограждающую сеть устраивают для защиты осушаемых земель от притока поверхностных и грунтовых вод со стороны прилегающих склонов.

Ограждающая сеть состоит из нагорных и ловчих каналов или дрен.

Нагорные каналы прокладывают вдоль границы осушаемой территории в местах поступления поверхностных вод и выводят в магистральный канал или непосредственно в водоприемник. Длина нагорных каналов обычно 400—500 м, но может доходить и до 5—10 км. Глубину нагорных каналов принимают 1—1,2 м при ширине по дну 0,3 м. Уклон должен быть однообразен по всей длине и не менее 0,0003. Откосы устраивают в зависимости от грунтов. Низовые откосы закладывают в зависимости от характера грунта: в глине 1 : 1, в среднем суглинке 1,25 : 1, в среднем песке 1,5 : 1,25, в пылеватом песке 2 : 1, в торфе 0,25 : 1. Заложение верховых откосов увеличивают на 0,5 по сравнению с заложением низовых откосов.

Поперечное сечение и конструкция нагорных каналов показаны на рисунке 23.

При устройстве нагорных каналов грунт выбрасывают только на низовую его сторону. По расположению в плане нагорные каналы могут быть сплошные и прерывистые. Сплошные нагорные каналы прокладывают вдоль контура осушаемых площадей. Паводковые воды с водосборов можно использовать для удобрительного орошения сельскохозяйственных угодий. Сплошные нагорные каналы можно непосредственно выводить в водоприемник, в них могут поступать так-

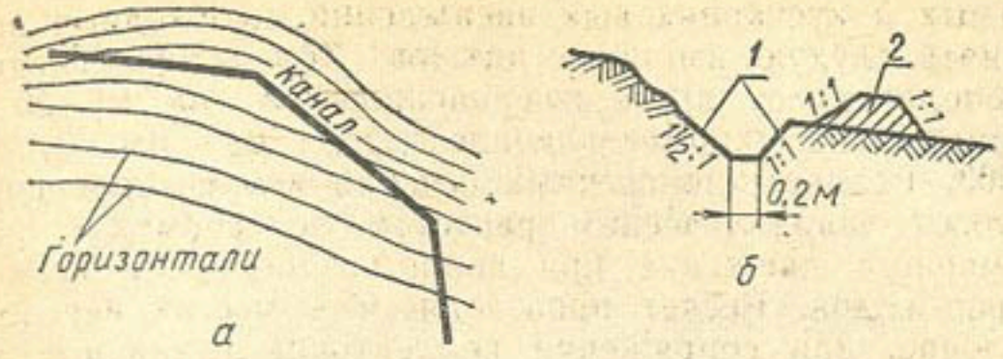


Рис. 23. Трасса (*а*) и поперечное сечение (*б*) нагорного канала:
1 — откосы; *2* — вынутый грунт.

же естественные потоки, поэтому на каналах следует предусматривать мероприятия против их заиления и размыва.

Прерывистые нагорные каналы в отличие от сплошных разделены на отдельные участки, каждый участок выводят в ближайший к нему проводящий канал. Прерывистые каналы имеют меньшие поперечные сечения, так как на каждый участок прерывистого канала приходится меньшая площадь водосбора. Когда рельеф водосбора изрезан буграми и впадинами, то сток с водосбора происходит между буграми и пологим местом, сопрягаемым с осушаемой площадью. Чтобы перехватить сток, поперек понижений прокладывают нагорные каналы, которые выводят в ближайшие каналы осушительной сети. Если в стекающих водах количество питательных веществ невелико, то каналы для приема воды из нагорных каналов должны быть рассчитаны таким образом, чтобы наносы в проводящих каналах не откладывались. Это требование обязательно для всех нагорных каналов.

Ловчие каналы устраивают в верхней части осушаемой площади, чтобы перехватить грунтовые воды. Располагают ловчие каналы на основании гидрологических разрезов так, чтобы они лучше улавливали грунтовой поток в местах выхода его на осушаемый участок. Глубина ловчих каналов достигает 1,5—3 м и более в зависимости от гидрогеологических условий местности. Ловчие каналы должны перехватывать поток, заболачивающий местность. Ширина канала по дну минимум 0,3 м; уклон не менее 0,0005. Откосы ка-

налов закладывают в зависимости от грунта. Ловчие каналы выводят в магистральный канал, если их глубина меньше глубины последних и при этом не создается подпор. В ряде случаев ловчие каналы выводят непосредственно в водоприемник. Вместо ловчих каналов можно устраивать закрытые ловчие дрены.

§ 83. Водоприемник

Основное назначение водоприемника — своевременно отвести за пределы осушаемой территории воду, сбрасываемую осушительной сетью. Если водоприемник не обеспечивает нормальную работу систем при самотечном осушении, то нужно предварительно провести выправительные и регулировочные мероприятия (например, для увеличения пропускной способности русло реки углубляют и расширяют). При осушении земель для сельскохозяйственных целей и для добычи торфа в качестве водоприемника используют: реки, речки, ручьи, а также различные искусственные водоотводы (каналы, дорожные кюветы); балки, овраги, лога, лощины и другие понижения рельефа; озера, бессточные котловины и искусственные водохранилища. Водоприемник — главное звено всей осушительной системы. Водоприемник не должен создавать подпора в открытых и закрытых каналах и дренах. Уровень воды в водоприемнике в течение вегетационного периода должен быть ниже уровня воды в впадающих каналах и дренах. Водоприемник должен иметь устойчивое поперечное сечение против размыва, чаще всего — параболическое.

§ 84. Сооружения на осушительной системе

На осушительных системах строят следующие сооружения: трубопереезды, мосты, перепады, быстротоки, дренажные устья, смотровые колодцы, колодцы-поглотители, дамбы, водовыпуски и др. На системах с механическим водоподъемом устраивают насосные станции. Смотровые колодцы устраивают на трассе коллекторов и дрен. Они бывают открытыми и закрытыми (рис. 24). На открытой осушительной сети, а также реках-водоприемниках применяют: крепления откосов и дна русл рек и каналов, чтобы предохранить их

от обрушения и размыва; сопрягающие сооружения (перепады - быстротоки для сопряжения отдельных участков каналов между собой, акведуки или дюкеры для пропуска воды через препятствия, шлюзы-регуляторы для регулирования уровня и расхода воды в реках и каналах); сооружения для обслуживания бытовых и хозяйственных нужд; мосты, трубопереезды в местах пересечения каналов с дорогами; струевыправительные сооружения, продольные и струенаправляющие дамбы, полузапруды, чтобы обеспечить плавный подход воды к сооружениям, предохранить их от размыва; водопропускные сооружения в летних дамбах, чтобы предупредить размыв валов при переливе через них воды.

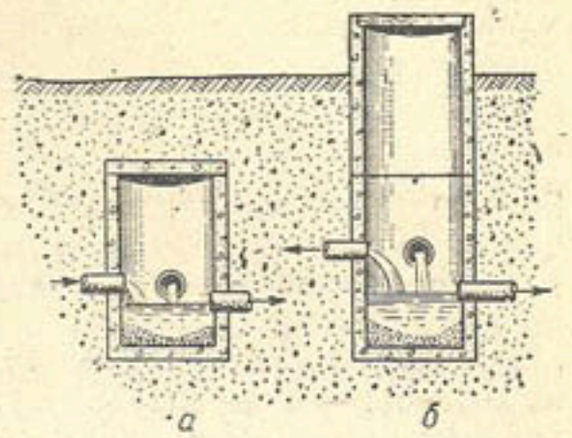


Рис. 24. Смотровые колодцы: *а* — закрытый; *б* — открытый.

§ 85. Осушительные системы с машинным водоподъемом

Системы с машинным водоподъемом называют польдерными. Осушительные системы с машинным водоподъемом применяют в тех случаях, когда самотечное осушение с регулированием водоприемника технически невозможно: уровень воды в водоприемнике выше уровня устьевой части магистрального канала. Кроме того, эти системы устраивают также на землях, прилегающих к морям, озерам, где поверхность воды выше поверхности этих земель, и там, где регулирование водоприемника экономически нецелесообразно.

Осушительные системы с машинным водоподъемом включают в себя: оградительные и защитные дамбы; обводнительные или контурные каналы; проводящую и регулирующую сеть; устройства для машинного подъема воды — насосные станции и регулирующие сооружения (шлюзы, водосливы, регуляторы и др.); дороги и сооружения на них, линию электропередачи с трансформаторными подстанциями.

Магистральный канал в польдерной системе проектируют с минимальным уклоном порядка 0,0002. Длину магистрального канала следует принимать 3—3,5 км. Поперечное сечение магистрального канала определяется расчетом.

Уровень воды в канале при пропуске летнего паводкового расхода должен быть при возделывании трав на 10—25 см ниже бровок, а пропашных культур — на 70—80 см.

Ограждающие каналы при машинном осушении устраивают в тех местах, где возможно поступление воды с вышележащих территорий.

При определении необходимости строительства осушительных систем с машинным водоподъемом весьма важное значение имеет технико-экономическое их обоснование.

Большое значение при осушении земель с машинным водоподъемом имеют насосные станции. Основное их назначение — откачка воды, поступающей из осушительной сети.

Для проектирования насосных станций необходимо иметь годовые объемы стока заданной обеспеченности, максимальный и минимальный притоки воды, сезонное распределение стока и высоту подъема воды.

Насосные станции подразделяют на следующие: стационарные и передвижные. Передвижные насосные станции бывают сухопутные и плавучие.

В зависимости от условий подачи воды различают насосные станции 1-го, 2-го и последующих подъемов перекачивания воды.

§ 86. Осушительные системы двустороннего действия

Осушительная система, предназначенная как для отвода избыточной воды, так и для подачи ее на увлажнение почвы, называется осушительной системой двустороннего действия. Такие системы наиболее эффективны, так как они позволяют регулировать в соответствии с требованиями сельскохозяйственных культур водно-воздушный и тепловой режимы почв в любую погоду.

Это новый тип системы, разработанный в последние годы. Она состоит из двух частей — осушительной

(для отвода избыточной воды) и увлажнительной (для подачи воды в корнеобитаемый слой почвы). Все или отдельные части системы могут служить как для осушения, так и для увлажнения. Совмещение функций осушения и увлажнения предопределяет необходимость изменения параметров и конструкций осушительной сети. Этим системы двустороннего действия принципиально отличаются от осушительных и оросительных.

Основной способ осушения земель — закрытый дренаж. Открытые каналы применяют ограниченно, только при предварительном осушении болот и на естественных малопродуктивных пастбищах.

Осушительные системы двустороннего действия делят на два вида: осушительно-оросительные и осушительно-увлажнительные.

Осушительно-оросительная система представляет собой две взаимоувязанные системы: осушительную, представленную главным образом закрытым дренажем, и оросительную для полива сельскохозяйственных культур дождеванием.

Осушительно-увлажнительная система состоит из трех частей: водоподводящей, водоотводящей и регулирующей. В отличие от осушительной системы одностороннего действия регулирующая сеть (дрены и открытые осушители) в данном случае работают как в режиме осушения, так и в режиме увлажнения.

В осушительную систему двустороннего действия входят следующие элементы.

Сеть регулирующих закрытых дрен или открытых каналов-осушителей, которые должны своевременно отводить избыток почвенно-грунтовых и поверхностных вод, и сеть увлажнителей, по которой подается вода.

Проводящие каналы — магистрали различных порядков, открытые и закрытые коллекторы, служащие для отвода воды из регулирующей сети во влажные годы (периоды) и для подачи ее из магистрального канала в открытую или закрытую увлажнительную сеть в засушливые периоды.

Ограждающие каналы и устройства: нагорные, нагорно-ловчие и ловчие каналы, закрытые ловчие дрены, перехватывающие и отводящие в водоприемник поверхностные и грунтовые воды, которые поступают с вышележащих площадей и обводняют осушаемую территорию в засушливые периоды года.

Водоприемник (море, река, озеро, балка, овраг), обеспечивающий своевременный отвод воды, сбрасываемой осушительной сетью за пределы осушаемой территории, может служить источником воды для увлажнения осушаемых земель в засушливые периоды.

Сооружения и устройства на водосборной площади осушаемой территории, регулирующие сток поверхностных вод (водохранилища, лиманы и т. п.).

Сооружения на регулирующей и проводящей сетях — устья коллекторов, смотровые колодцы, шлюзы-регуляторы открытого и закрытого типа для регулирования уровней и расходов воды в каналах при увлажнении и распределении ее между элементами системы.

Полевые, внутрихозяйственные, межхозяйственные, эксплуатационные дороги и скотопрогоны с необходимыми мостовыми или трубчатыми переходами через каналы, реки и дамбы обвалования.

Эксплуатационные сооружения и устройства: береговая обстановка (репера, береговые и предупредительные знаки), полосы отвода, эксплуатационные гидрометрические посты, жилые поселки, здания и постройки для нужд службы технической эксплуатации, средства управления и связи.

Насосные станции для перекачки воды, сбрасываемой осушительной сетью, когда самотечный сброс невозможен или нецелесообразен, а также для подачи воды из водоисточника в целях увлажнения осушаемых земель.

На осушаемых землях в зависимости от природно-хозяйственных условий применяют в основном два способа увлажнения почвы: дождевание, вода подается дождевальными установками и распыляется в виде дождя по поверхности поля; подпочвенное увлажнение (шлюзование) путем подъема уровня грунтовых вод и капиллярного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы. Ограниченно применяется и поверхностный способ увлажнения в виде лиманного орошения.

§ 87. Осушительно-оросительные системы

Один из наиболее распространенных способов увлажнения осушаемых земель — дождевание. Оно позволяет регулировать водно-воздушный режим как на

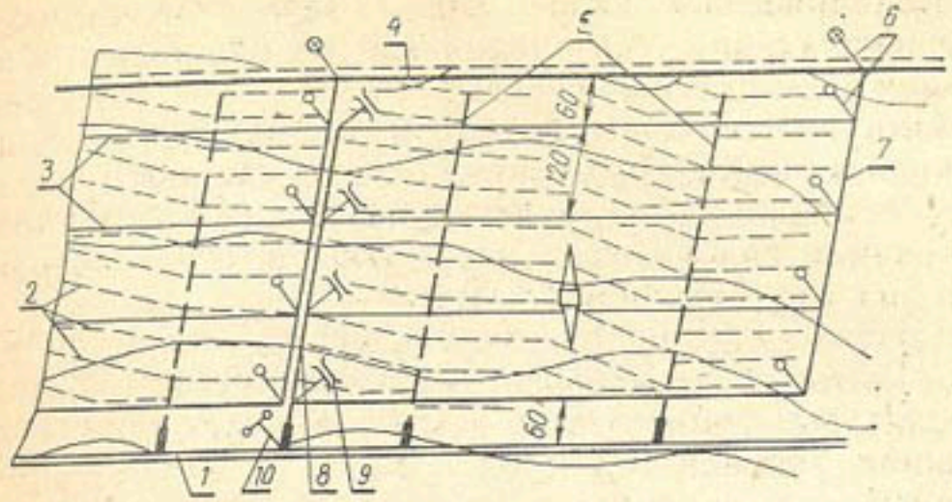


Рис. 25. Осушительно-оросительная система при поливе дождевальным агрегатом ДДА-100МА:

1 — магистральный осушительный канал; *2* — дрены; *3* — временные оросители; *4* — магистральный оросительный канал; *5* — закрытые коллекторы; *6* — водовыпуски; *7* — распределительный канал; *8* — сбросной канал; *9* — концевой сброс; *10* — трубчатый переезд (размеры в м).

минеральных, так и на торфяных почвах для севооборотов всех типов.

Осушительно-оросительные системы, состоящие из закрытого дренажа и устройства для дождевания, наиболее совершенны для любых осушаемых почв независимо от рельефа местности. Эти системы способствуют продуктивному использованию запасов влаги и позволяют оперативно управлять водно-воздушным режимом осушаемых земель. При этом почва увлажняется на небольшую глубину, что способствует лучшему усвоению растениями питательных веществ и вносимых удобрений.

Орошение дождеванием осушаемых земель в основном производится дождевальными машинами типа ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100, ДКШ-64 («Волжанка»), ДФ-120 («Днепр») и ограниченно машиной «Фрегат».

Осушительно-оросительная система при использовании машины ДДА-100МА состоит из магистрального канала, распределителей и временных и постоянных оросителей (рис. 25). В состав осушительной сети входят все элементы системы одностороннего действия. Дренаж закладывают на глубину в торфяных почвах не менее 1,1 м, а в минеральных — 1,0 м. Расстояние между дренами принимают на торфах 25—30 м, а на

минеральных землях 10—15 м. Временные оросители проводят через 120 м. Уклон дна их принимают 0,001—0,003 и длину — 400—800 м.

При заборе воды насосами применяют комбинированную оросительную сеть, то есть до поля вода подается по закрытым оросительным трубопроводам. Затем через водовыпуски вода поступает в оросители, которые нарезают через 120 м.

Осушительно-оросительную систему с использованием машин ДДА-100МА рекомендуется применять при возделывании кормовых, овощных, технических и зерновых культур.

Осушительно-оросительная система при применении машин ДДН-70 состоит из распределительных и полевых закрытых оросительных трубопроводов, стационарных или передвижных насосных станций и закрытой осушительной сети (рис. 26, 27).

Расстояние между дренами-осушителями устанавливается по расчету в зависимости от природных условий.

Трубопроводы надо укладывать ниже глубины промерзания почвы. Минимальная глубина от поверхности земли до верха труб должна быть 0,7 м. Кроме того, трубопроводы укладывают на 20—30 см ниже элементов закрытого дренажа.

Дождеватель дальнеструйный навесной ДДН-70 позиционного действия, самоходный, навешивается на трактор ДТ-75 или Т-74. Расстояние между позициями 120 м и между полевыми трубопроводами или каналами — 100 м. Воду дождеватель ДДН-70 берет из открытой сети или напорного трубопровода. Необходимый напор в закрытой оросительной сети обеспечивается насосом с отбором мощности от вала двигателя трактора. Напор на гидранте должен обеспечивать поступление воды к насосу для его заправки перед включением. За сезон установка обслуживает около 70 га площади.

Расстояние между стационарными транспортирующими водоводами принимают до 540 м. Длина гибких водоводов 220—230 м. Расстояние между гидрантами 100 м. Вода в закрытую увлажнительную сеть подается насосными станциями под напором. Вода забирается из гидрантов, установленных в смотровых колодцах.

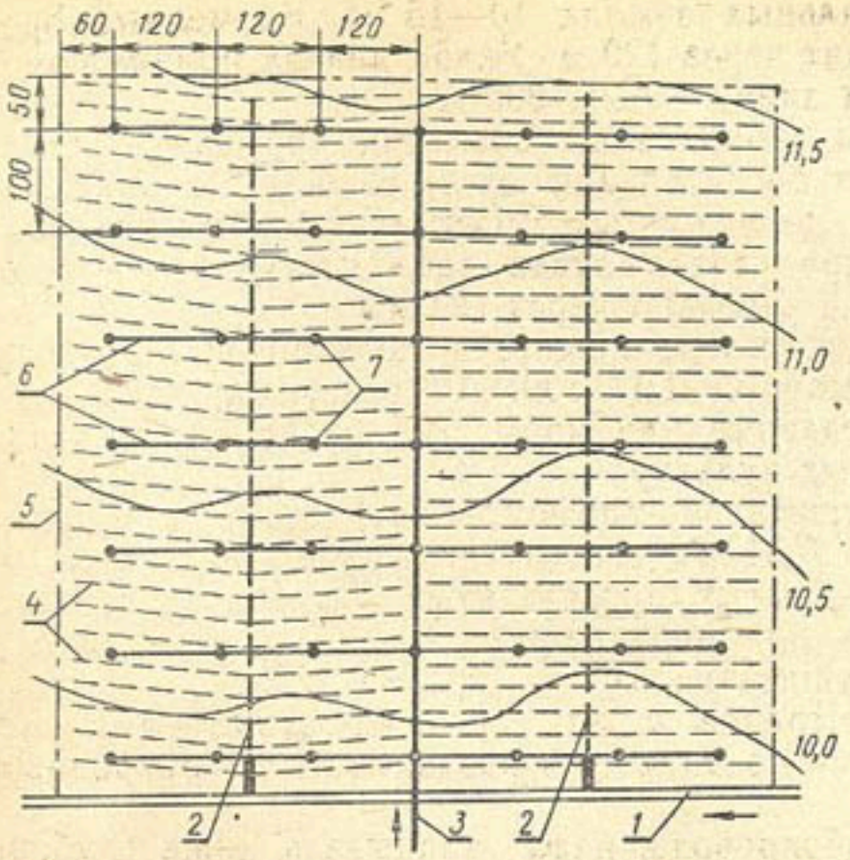


Рис. 26. Осушительно-оросительная система при поливе машиной ДДН-70 из постоянных трубопроводов:
1 — магистральный канал; *2* — закрытые коллекторы; *3* — распределительный трубопровод; *4* — дрены; *5* — граница орошения; *6* — полевые трубопроводы; *7* — гидранты (размеры в м).

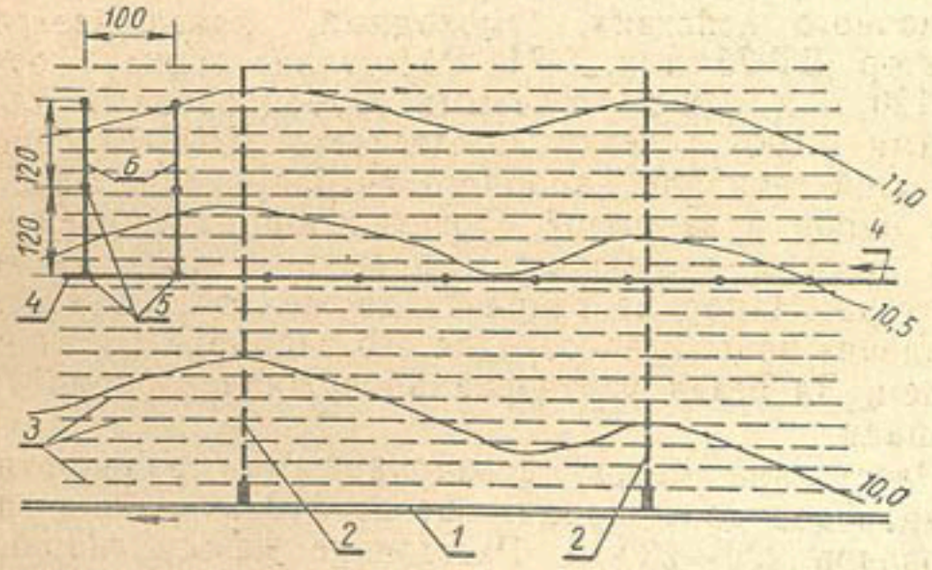


Рис. 27. Осушительно-оросительная система при поливе машиной ДДН-70 из разборных трубопроводов:
1 — магистральный канал; *2* — закрытые коллекторы; *3* — дрены; *4* — участковый распределительный трубопровод; *5* — гидранты; *6* — переносной трубопровод (размеры в м).

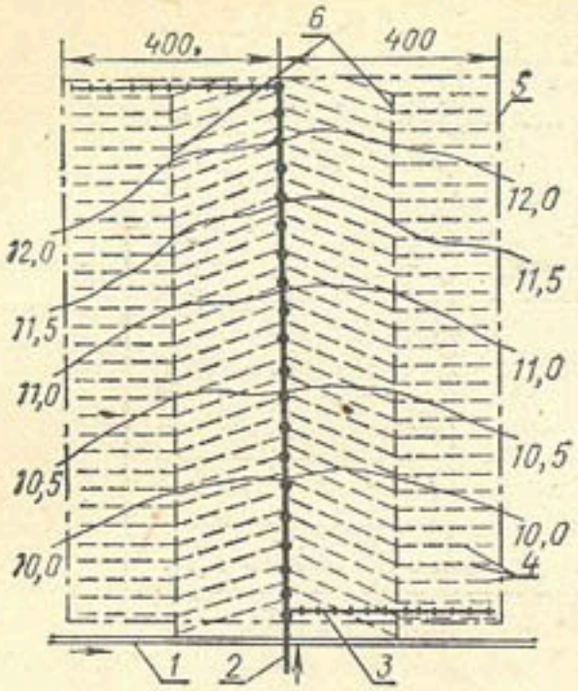


Рис. 28. Осушительно-оросительная система при поливе дождевальной машиной ДКШ-64 («Волжанка»):

1 — магистральный канал; *2* — оросительный стационарный трубопровод с гидрантами через 18 м; *3* — «Волжанка»; *4* — дрены; *5* — граница орошения; *6* — закрытые коллекторы (размеры в м).

Осушительно - оросительная система с использованием машины ДКШ-64 («Волжанка») включает магистральный канал, закрытые коллекторы, дрены, стационарный трубопровод с гидрантами через 18 м и крылья. Машина ДКШ-64 — дождевальный колесный трубопровод. Состоит из двух дождевальных крыльев длиной до 400 м каждое, представляющих собой трубопроводы со среднеструйными насадками и приводной тележкой с бензиновым двигателем. «Волжанка» работает позиционно от гидрантов закрытой напорной сети и применяется на участках с уклоном не более 0,02. За сезон обслуживает от 70 до 100 га. Осушительно-оросительную систему с использованием машины ДКШ-64 рекомендуется применять для увлажнения пастбищ при ровном рельефе. Осушение производится закрытым дренажем. Вода забирается из стационарного закрытого трубопровода. Воду можно также забирать и из сети передвижных трубопроводов (рис. 28).

Увлажнение осушаемых земель машиной «Фрегат» ограничено. «Фрегат» — многоопорная широкозахватная дождевальная установка — представляет собой автоматически передвигающийся по кругу трубопровод длиной от 335,1 до 453,5 м и диаметром 152—178 мм, на котором расположены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия. Вода в трубопровод поступает через гидрант, который закреплен на фундаменте.

Трубопровод установлен на А-образных опорах на высоте 2,2 м от поверхности земли. Увлажнение производится при движении трубопровода по кругу.

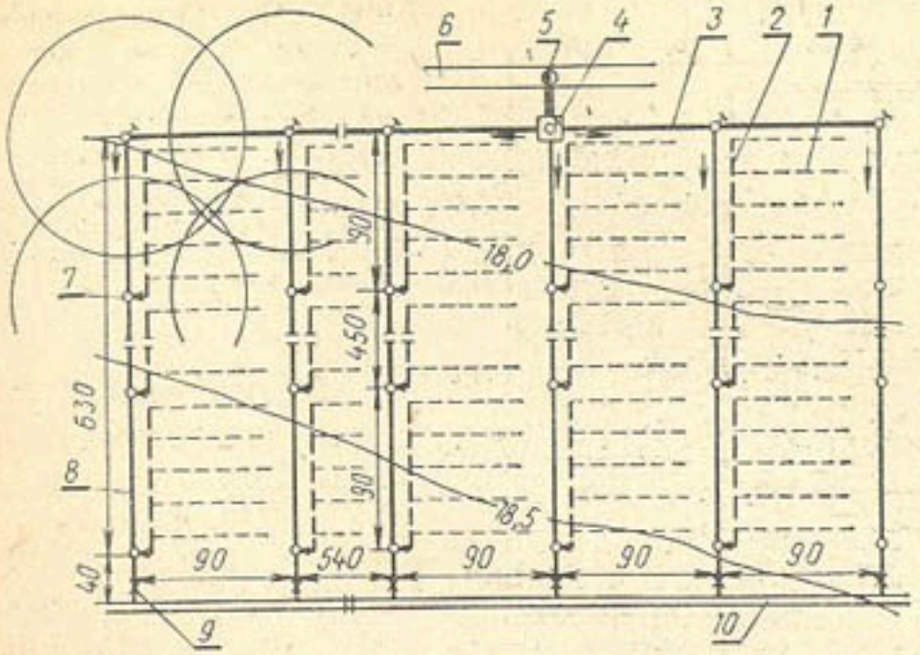


Рис. 29. Совмещенная осушительно-оросительная система, забор воды машиной ДДН-70 из закрытых коллекторов:

1 — дрены; *2* — закрытые коллекторы второго порядка; *3* — распределительный трубопровод; *4* — распределительный колодец; *5* — насосная станция; *6* — река; *7* — смотровой колодец с гидрантом; *8* — коллекторы-оросители; *9* — задвижки на коллекторах-оросителях; *10* — магистральный осушительный канал (размеры в м).

Производительность «Фрегата» за сезон 60—144 га площади. Осушительная сеть состоит из закрытого дренажа.

Особую категорию представляют совмещенные осушительно-оросительные системы (рис. 29), у которых закрытые коллекторы осушительной системы используются в качестве закрытых оросителей для подачи воды к дождевальным машинам ДДН-70. В периоды избыточного увлажнения почвы они работают как осушители, то есть отводят воду из дрен. Насосная станция через водоподводящий канал подает воду в закрытые коллекторы, а из смотровых колодцев ее забирает дождевальная машина.

Коллекторы-оросители собирают из асбестоцементных низконапорных труб на муфтах. К этим коллекторам-оросителям подсоединены закрытые коллекторы второго порядка. В последние коллекторы впадает по 4—6 дрен из труб диаметром 75—100 мм. В устьях коллекторов второго порядка устанавливают задвижки.

§ 88. Осушительно-увлажнительные системы подпочвенного увлажнения

Осушительно-увлажнительные системы применимы на хорошо водопроницаемых почвах, с коэффициентом фильтрации более 0,5 м/сут (пески, супеси, мелкозалежные торфяники, подстилаемые песками, аллювиальные почвы с зернистой структурой). При этом поля должны быть ровными с уклоном поверхности 0,0005—0,002 и иметь благоприятные гидрогеологические условия.

Осушительно-увлажнительные системы позволяют регулировать влажность в корнеобитаемом слое почвы путем изменения уровня грунтовых вод. Существует три вида систем: открытые (рис. 30 и 31); открытые в сочетании с кротовым дренажем (рис. 32); закрытые из трубчатого дренажа с забором воды из открытых водоподводящих каналов (рис. 33) или из напорных трубопроводов с подачей воды в закрытые оросители (рис. 34) или в истоки коллекторов-увлажнителей (рис. 35).

На открытых осушительно-увлажнительных системах при увлажнении почвы закрывают затворы в шлю-

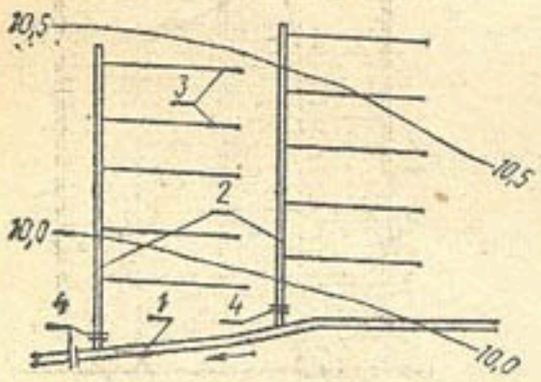


Рис. 30. Осушительно-увлажнительная система с увлажнением почвы из открытой сети за счет воды собственного водосбора:

1 — магистральный канал; *2* — открытые коллекторы-увлажнители; *3* — открытые осушители-увлажнители; *4* — шлюзы-регуляторы.

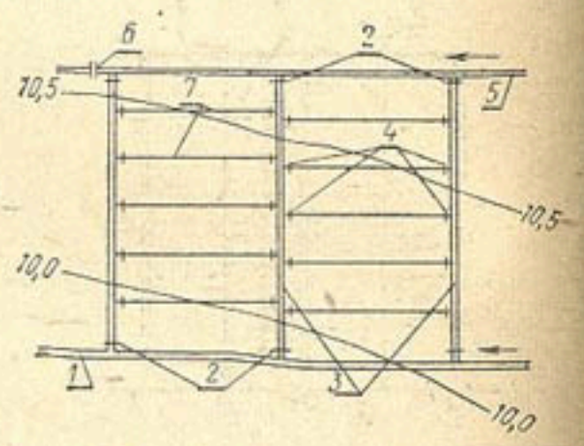


Рис. 31. Осушительно-увлажнительная система с увлажнением почвы из открытой сети при подаче воды из источника орошения в шлюзуемые каналы:

1 — магистральный канал; *2* — шлюзы-регуляторы на коллекторах-увлажнителях; *3* — открытые коллекторы-увлажнители; *4* — шлюзы-регуляторы на осушителях-увлажнителях; *5* — подводящий (распределительный) канал; *6* — шлюз на распределительном канале; *7* — открытые осушители-увлажнители.

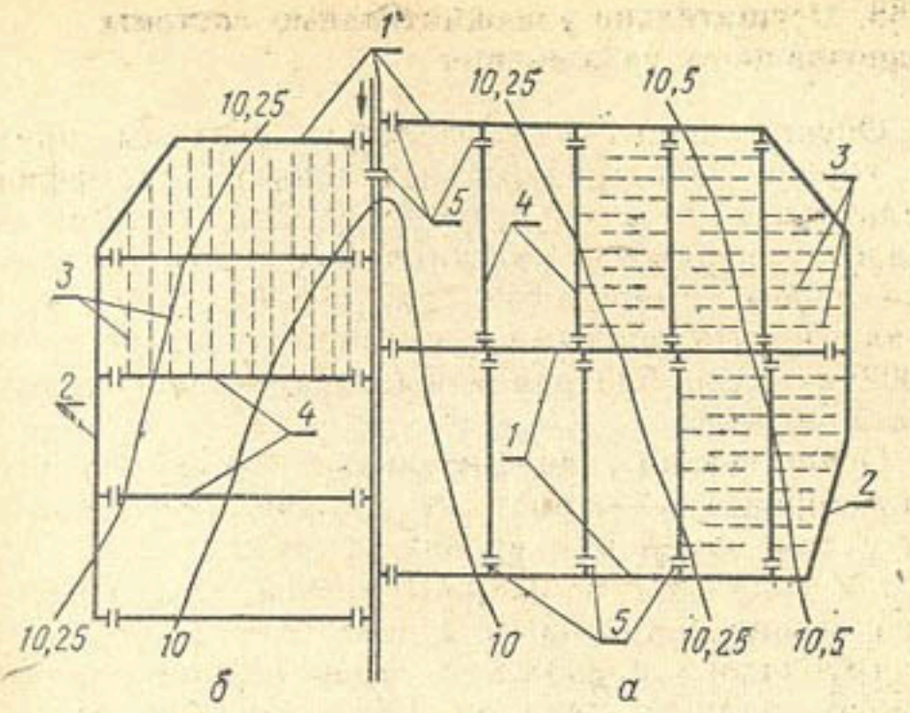


Рис. 32. Осушительно-увлажнительная система с увлажнением по кротовым дренам:

а — продольная схема; *б* — поперечная схема; *1* — магистральные каналы-увлажнители; *2* — нагорно-ловчие каналы-увлажнители; *3* — кротовые дрены-увлажнители; *4* — открытые коллекторы-увлажнители; *5* — шлюзы-регуляторы на каналах.

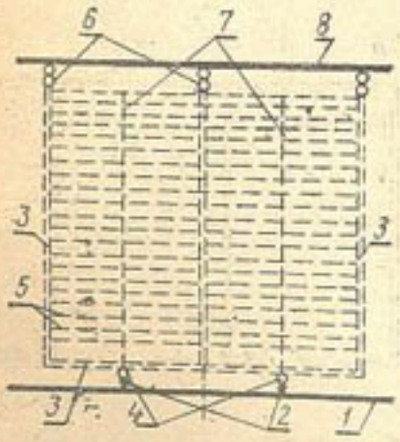


Рис. 33. Закрытая осушительно-увлажнительная система с подачей воды в дренажную сеть из питающих каналов:

1 — магистральный канал; *2* — устья коллекторов; *3* — закрытые оросители; *4* — колодцы с регуляторами; *5* — дрены-увлажнители; *6* — приемные колодцы; *7* — закрытые коллекторы; *8* — питающий канал.

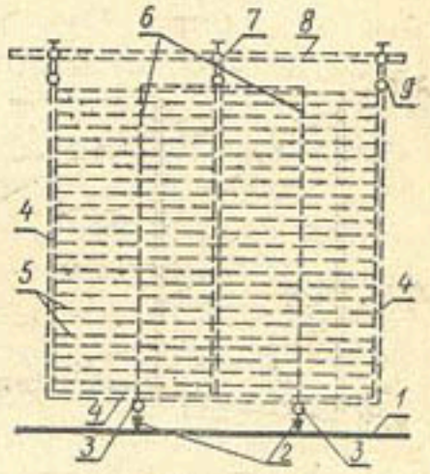


Рис. 34. Закрытая осушительно-увлажнительная система с забором воды из напорных оросительных трубопроводов и подачей ее в закрытые оросители:

1 — магистральный канал; *2* — устья коллекторов; *3* — колодцы с регуляторами уровней; *4* — закрытые оросители; *5* — дрены-увлажнители; *6* — закрытые коллекторы; *7* — водовыпуск; *8* — напорный трубопровод; *9* — колодец-гаситель напора.



Рис. 35. Закрытая осушительно-увлажнительная система с подачей воды из напорного трубопровода в истоки коллекторов-увлажнителей:

1 — магистральный канал; *2* — устья коллекторов; *3* — колодцы с регуляторами уровней воды; *4* — дрены-увлажнители; *5* — колодец-водовыпуск; *6* — закрытые коллекторы; *7* — напорный трубопровод; *8* — колодец-гаситель напора.

зах-регуляторах, установленных на осушительных каналах, чтобы накопить воду, стекающую с прилегающего водосбора, или подать ее из источника орошения в шлюзуемые каналы.

Известны два вида шлюзования: предупредительное и увлажнительное.

При предупредительном шлюзовании шлюзы закрываются во время спада весеннего паводка, когда по каналам еще течет вода, а грунтовые воды опустились на глубину 50—70 см от поверхности земли. Предупредительное шлюзование эффективно только в первой половине лета, так как источником орошения служит сток грунтовых вод с прилегающего к шлюзуемой сети водосбора. Оно может применяться в тех случаях, когда вблизи шлюзуемой площади нет рек и водохранилищ.

Увлажнительное шлюзование проводится при наличии источника, имеющего необходимое количество воды для подачи ее в открытую систематическую сеть в засушливые периоды года. Уровень грунтовых вод регулируется путем инфильтрации воды из каналов.

Почвы из закрытого трубчатого дренажа увлажняются как за счет вод местного стока (по принципу предупредительного шлюзования), так и за счет поданной воды из водоисточника. Закрытые осушительно-увлажнительные системы проектируют в зависимости от уклона местности с односторонним или двусторонним впуском дрен в коллекторы. Односторонний впуск дрен в коллекторы применяется на участках с уклонами более 0,003, а двусторонний предусматривается при меньших уклонах. Длина коллекторов колеблется от 250 до 1200 м. В среднем ее принимают 600—800 м. Длину дрен принимают до 200 м.

Расстояния между дренами должны быть уменьше-

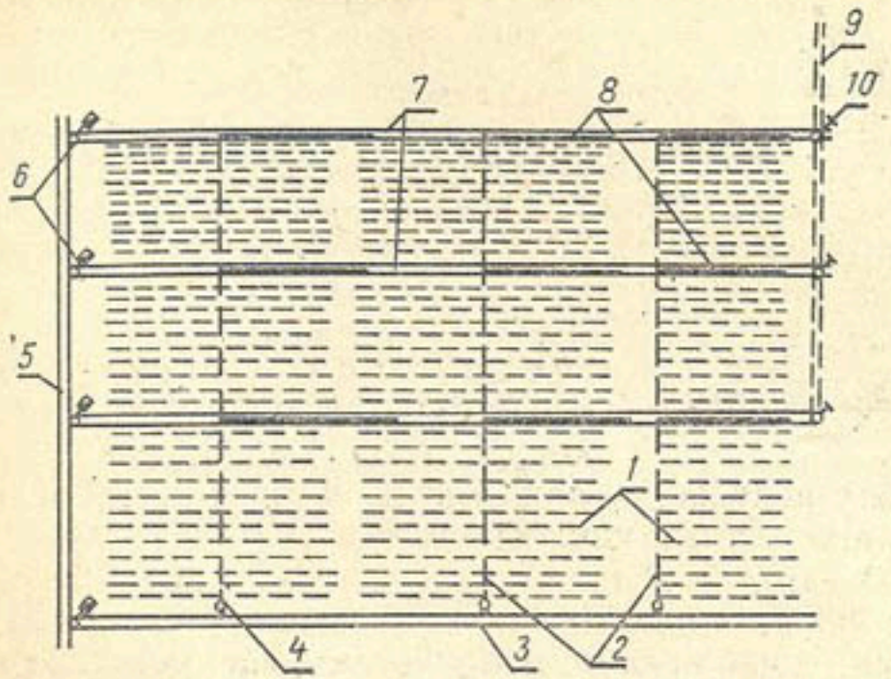


Рис. 36. Система питающих каналов с керамзитовыми трубофильтрами для увлажнения почв, осушаемых дренажем:

1 — осушительно-увлажнительные дрены; *2* — закрытые коллекторы-увлажнители; *3* — магистральный канал второго порядка; *4* — колодец с регулятором уровня воды; *5* — магистральный канал; *6* — трубчатые регуляторы; *7* — питающие каналы; *8* — керамзитовые трубофильтры; *9* — напорный трубопровод; *10* — водовыпуск.

ны в 1,3—1,5 раза. Минимальную глубину дрен принимают 1—1,1 м. Размеры коллекторов увеличивают из расчета пропуска повышенных (в 1,5—2 раза) расходов воды.

Комбинированные системы подпочвенного увлажнения включают несколько способов, приведенных выше. Один из способов основной, а остальные — дополнительные. Выбор дополнительных способов (например, предупредительное шлюзование, увлажнение по кротовым и трубчатым дренам) зависит от природных особенностей местности и характера мелиорируемых земель.

Надежной в эксплуатации является разработанная П. А. Волковским система питающих каналов с керамзитовыми экранами или трубофильтрами (рис. 36). Она предназначена для увлажнения почв, осушаемых дренажем.

Осушительная часть такой системы состоит из водоприемника, водоотводящих каналов, закрытых коллекторов и осушительно-увлажнительных дрен. Устья

коллекторов оборудуют сбросными колодцами с задвижками на коллекторных трубах. Оросительная часть ее состоит из водоподводящих каналов или закрытых трубопроводов. Их рассчитывают по правилам проектирования оросительной сети.

Расстояние между дренами-увлажнителями рассчитывают по формуле, м:

$$B_y = B_0 \frac{m_0}{m_y}, \qquad (48)$$

где B_0 — расстояние между дренами-осушителями, м; m_0 — норма сброса избыточных вод из слоя 0—60 см после окончания снеготаяния или после схода паводковых вод, м³/га; m_y — норма подачи воды на увлажнение, необходимая для подъема уровня грунтовых вод в слое 100—40 см и капиллярного увлажнения корнеобитаемого слоя почвы, м³/га.

Средняя скорость подъема уровня грунтовых вод за время увлажнения должна быть не менее 4 см/сут.

Удельный расход на увлажнение колеблется в пределах 0,5—2 л/с на 1 га и зависит от подъема уровня грунтовых вод, степени иссушения и влагоемкости почвы. Норма увлажнения m_y складывается из норм на подъем уровня грунтовых вод и капиллярное увлажнение слоя почвы, расположенного выше поверхности грунтовых вод, к концу подачи воды в дренажную сеть. Она изменяется от 400 до 1700 м³/га и рассчитывается по формуле:

$$m_y = m_к + m_г + 10(O - e), \qquad (49)$$

где $m_к$ — норма капиллярного увлажнения слоя почвы, расположенного выше поверхности грунтовых вод к концу подачи воды в дренажную сеть, м³/га; $m_г$ — норма, необходимая на подъем уровня грунтовых вод за время увлажнения, м³/га; O, e — осадки и испарение за время подачи воды в дренаж на увлажнение, мм.

Расстояние между питающими каналами с керамзитобетонными экранами или трубофильтрами определяют по зависимости:

$$L = \frac{10\,000 Q_{к.у}}{B_y q_y}, \qquad (50)$$

где $Q_{к.у}$ — расход в голове коллектора, работающего в режиме увлажнения при рабочем напоре в питающем канале, л/с; B_y — расстояние между дренами-увлажнителями, м; q_y — расход на увлажнение 1 га, равный максимальному дренажному стоку, л/с.

Расход в голове коллектора, работающего в режиме увлажнения, находят как сумму расходов, подаваемых в дрены.

Закрытые оросители и коллекторы-увлажнители рассчитывают по формулам гидравлики для напорного трубопровода, составленного из последовательно соединенных участков различного диаметра, с учетом соответствующих расходов на каждом участке. При одинаковом расстоянии между дренами-увлажнителями потери пьезометрического напора в закрытом оросителе и коллекторе-увлажнителе рассчитывают по формуле, предложенной А. П. Тельцовым:

$$h_ш = \frac{Q_{к.у} B_y}{K_p^2}, \qquad (51)$$

где $Q_{к.у}$ — расход в голове закрытого оросителя или коллектора-увлажнителя; K_p^2 — расходная характеристика дренажной трубы;

$$K_p = C\omega\sqrt{Ri},\ C = \frac{1}{n} \cdot 17{,}72 \lg R,\ \omega = \frac{\pi d^2}{4}\quad R = \frac{d}{4}; \qquad (52)$$

n — коэффициент шероховатости керамической трубы (при работе на увлажнение n=0,018, а при работе на осушение n=0,013); d — внутренний диаметр дренажной трубы.

Диаметры закрытого оросителя и коллектора-увлажнителя можно подобрать по графику (рис. 37).

Длину керамзитового трубофильтра диаметром 15 см вычисляют по зависимости, м:

$$L_{к.т} = l_ф F, \qquad (53)$$

где $l_ф$ — длина трубофильтра на 1 га увлажняемой площади, $l_ф$=10—20 м (в среднем 15 м); F — увлажняемая площадь, га.

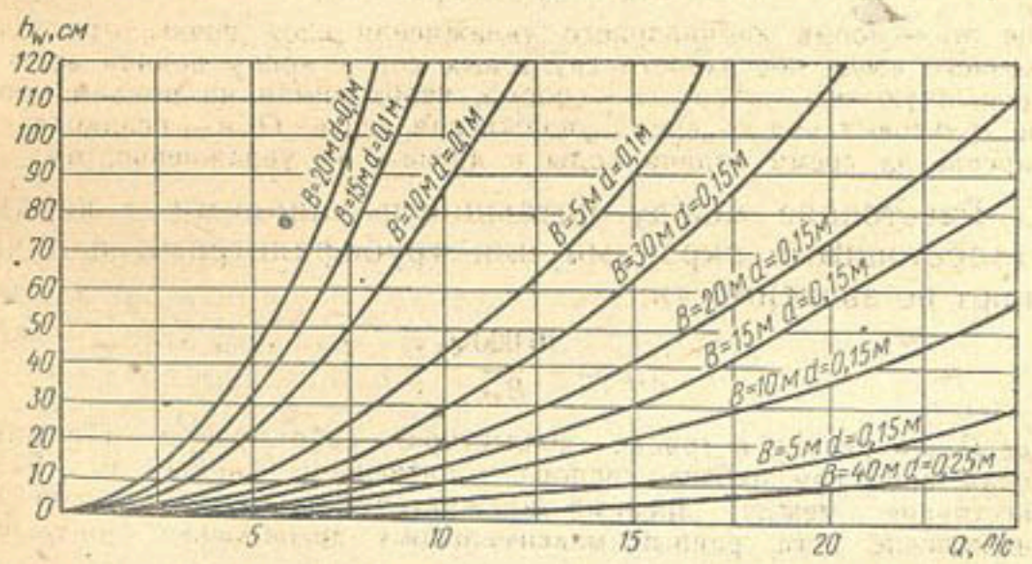


Рис. 37. График для подбора диаметров закрытых оросителей, коллекторов-увлажнителей в зависимости от потерь напора $h_ш$ и принятого расстояния между дренами-увлажнителями B.

Площадь керамзитового экрана рассчитывают из условий непрерывной подачи оросительной воды в дренажную сеть в течение вегетационного периода.

Расход в голове коллектора-увлажнителя определяют по зависимости, л/с:

$$Q_{к\cdot у}=\frac{M\omega_у}{86{,}4\,T}, \qquad (54)$$

где M — оросительная норма, подаваемая в дренажную сеть, м³/га; $\omega_у$ — площадь, увлажняемая коллектором-увлажнителем, га; T — продолжительность подачи воды в дренажную сеть за оросительный период, сут.

Площадь керамзитового экрана находят по формуле, м²:

$$\omega_э=\frac{86{,}4Q_{к.у}}{K_э}, \qquad (55)$$

где $K_э$ — коэффициент фильтрации керамзитового экрана, м/сут.

Пример. *Дано:* оросительная норма $M=2000$ м³/га, $T=100$ сут. площадь увлажнения при двустороннем подсоединении дрен к коллектору-увлажнителю $\omega_у=15$ га, коэффициент фильтрации керамзитового экрана с учетом его заиления за время эксплуатации $K_э=200$ м/сут. *Определить* расход в голове коллектора-увлажнителя и площадь керамзитового фильтра.

Расход на увлажнение, подаваемый в голову коллектора-увлажнителя:

$$Q_{к.у}=\frac{2000\cdot 15}{86{,}4\cdot 100}=3{,}5 \text{ л/с}.$$

Площадь керамзитового фильтра;

$$\omega_ф=\frac{86{,}4\cdot 3{,}5}{200}=1{,}5 \text{ м}^2.$$

Питающие каналы в плане располагают так, чтобы поверхность земли вдоль их трассы имела минимальный уклон. В этом случае требуется минимальное число подпорных сооружений. Поперечное сечение питающего канала принимают из условий своевременного отвода дренажных вод при впадении в него коллекторов и пропуска расчетных расходов при работе системы в режиме увлажнения. При этом приемная часть керамзитового экрана или трубофильтр должны быть на 0,5 м выше дна канала. При соблюдении указанных условий скорость движения воды в них равна или меньше скорости на заиление.

Питающие каналы впадают в магистральные осушительные каналы. Их оборудуют подпорными сооружениями для обеспечения рабочего напора, равного отметке поверхности почвы над верхними дренами в пределах увлажняемой ими площади. Концевые сбросы позволяют своевременно освобождать каналы от воды, особенно осенью и в начале зимы, что предохраняет керамзитовые трубофильтры и экраны от разрушения.

При увлажнении почвы вода из питающих каналов через стенки керамзитового фильтра поступает в дренажную сеть. Так как в это время в сбросных колодцах задвижки закрыты, то на увлажняемой площади поднимаются грунтовые воды и происходит капиллярное увлажнение почвы.

§ 89. Устройства и оснащения для эксплуатации осушительных систем

В состав устройств осушительных систем входят: репера, береговые и предупредительные знаки, служебные мосты, переходные мостики, водомерные посты, гидрологические створы, оборудованные скважинами, смотровые колодцы, метеорологические станции, водопои, сооружения для хозяйственно-бытовых и культурных нужд населения.

Реперы изготовляют из железобетона или из круглого леса, предварительно хорошо просмоленного или пропитанного антисептиками.

Репера устанавливают вдоль водоприемников, магистральных и других каналов, дорог. Постоянные репера устанавливают через 5—10 км, а временные — через 1—2 км.

Береговые знаки устанавливают у устьев открытых каналов, сооружений. На знаках указывают номер канала, сооружения. Кроме номерных знаков, вдоль открытых каналов, водоприемников и основных дорог устанавливают километровые столбы. На столбах указывают номер канала и километр от устья канала.

Предупредительные знаки указывают на возможность использования канала или сооружения (например, канал служит для водопоя, купания или мост рассчитан на такую-то нагрузку и т. п.).

Чтобы изучать водный режим осушаемой территории, прогнозировать его, оценивать принятые проектные расчеты и положения, а также охарактеризовывать состояние осушительной сети, на осушительных системах устраивают гидрометрические посты, гидрологические створы и метеорологические станции.

Сооружения для хозяйственно-бытовых и культурных нужд населения, водопои для скота устраивают на крупных каналах и водоприемниках, проходящих вблизи населенных пунктов.

Каждая осушительная система имеет свои производственные, служебные, культурно-бытовые, жилые здания.

Потребность службы эксплуатации в жилых, хозяйственных, производственных, культурно-бытовых, общественных, вспомогательных и прочих капитальных зданиях, постройках и сооружениях определяется в соответствии со штатами службы эксплуатации, оснащением ее механизмами, машинами и оборудованием и резервными объемами строительных материалов. Объемы и площади помещений для нужд службы эксплуатации устанавливаются нормами на проектирование. Желательно органы службы эксплуатации располагать в населенных пунктах, чтобы не надо было дополнительно строить бани, школы, клубы, столовые, больницы, магазины и легче решать вопросы связи, водоснабжения, электроосвещения.

Для эксплуатации осушительных систем служба эксплуатации оснащена необходимым оборудованием, инструментами, механизмами, строительным материалом, транспортом, противопожарными средствами, медпунктом. Оснащение службы эксплуатации машинами, механизмами и оборудованием определяется объемами ремонтно-эксплуатационных работ.

Транспортные средства для управлений эксплуатации определяются в зависимости от условий эксплуатации, объемов работ.

Для оперативного управления работами при проведении эксплуатационных мероприятий на осушительных системах применяют следующие виды связи: транспортную, почтово-телеграфную, телефонную, радиосвязь, автоматическую и телемеханическую передачи. Число точек, оборудуемых связью, определяется числом эксплуатационных участков.

На осушительных системах с машинным водоподъемом каждая насосная станция должна иметь телефонную связь.

Контрольные вопросы. 1. Определение осушительной системы. 2. Элементы осушительной системы. 3. Что такое механическое осушение и где оно применяется? 4. Системы двустороннего действия. 5. Осушительно-оросительные системы. 6. Осушительно-увлажнительные системы. 7. Осушительные системы одностороннего действия.

Глава 13

ПОДДЕРЖАНИЕ УСТРОЙСТВ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В РАБОЧЕМ СОСТОЯНИИ

§ 90. Условия работы элементов осушительной системы в разное время года

В комплексе мероприятий, обеспечивающих высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур на осушаемых землях при наименьших затратах труда и материальных средств и независимо от погодных условий отдельных лет, важное значение имеет поддержание осушительных систем в рабочем состоянии.

Это достигается проектированием и строительством устойчивых конструкций элементов системы. Правильная организация технической эксплуатации осушительных систем удлиняет периоды между сроками их капитального ремонта, снижает размеры на его производство, обеспечивает своевременное и полное освоение осушаемых земель.

Осушительные системы на болотах и заболоченных землях должны создавать необходимый водно-воздушный режим корнеобитаемого слоя в соответствии с изменяющимися на протяжении вегетационного периода требованиями сельскохозяйственных культур.

Под водным режимом понимается совокупность всех процессов поступления воды в почву, состояние и расходование воды.

Вода на конкретную территорию может поступать из атмосферы (дождь, снег) — атмосферное питание; по поверхности (разлив рек, приток с прилегающих склонов) — намывное; путем выклинивания или подня-

тия по капиллярам в верхние слои при высоком положении грунтовых вод — грунтовое; выход воды под напором из нижележащих слоев грунта — напорно-грунтовое питание. Поступление влаги сразу несколькими путями является смешанным водным питанием.

Степень влияния отдельных факторов, определяющих водный, воздушный и тепловой режимы почв, на осушаемых землях в течение года не одинакова. В связи с этим создаются и различные условия работы осушительных систем и их элементов на протяжении года.

Весной, в период таяния снега и половодья, особенно на пойменных землях, осушительные системы и их элементы (водоприемник, открытые каналы, дрены) работают полным сечением или затоплены водой и совсем не работают.

После таяния снега и прохождения паводка уровни воды в водоприемнике, проводящей и регулирующей осушительной сетях понижаются. Тогда система начинает отводить поверхностные и грунтовые воды.

Водоподпорные сооружения в период прохождения паводков и зимой работают с открытыми затворами, а в остальное время года затворы на этих сооружениях, как правило, закрыты.

Защитные валы, предохраняющие осушаемую территорию от затопления, находятся под воздействием воды только во время половодий, а в приморских районах еще и в период постоянных ветров, направленных с моря на сушу.

Закрытые осушительные системы работают аналогично открытой осушительной сети, за исключением периода сработки грунтовых вод, когда в момент паводка устья коллекторов находятся в подпоре.

Во время половодий и затяжных дождей дорожная сеть обычно также находится в затопленном состоянии.

Летом вода в каналах держится на уровне нормальных глубин наполнения. Уровни грунтовых вод на осушаемой территории при отсутствии дождей залегают, как правило, ниже дна каналов и дрен, и осушительная система в это время почти не работает. При выпадении осадков, поднимающих грунтовые воды и уровни воды в каналах, осушительная система начинает работать. При этом она должна обеспечивать нормы осушения.

В период обложных дождей, чтобы создать благо-

приятный водный режим на осушаемой территории, необходимо задерживать паводковые воды в водохранилищах. Одно из основных условий правильной эксплуатации осушительной системы — содержание каналов и дрен в исправном состоянии. Чтобы организовать правильную техническую эксплуатацию осушительных систем, эксплуатационная служба органов мелиорации и водного хозяйства и землепользователи, имеющие на своем балансе такие системы, должны систематически проводить надзор, уход и ремонт осушительной системы.

§ 91. Надзор и уход за осушительными системами

В надзор за осушительными системами входят: контроль за соблюдением правил пользования отдельными элементами осушительной системы; постоянная охрана сети и сооружений от повреждений; наблюдение за работой мелиоративной сети и выявление причин, вызывающих разрушение или нарушение работы ее отдельных элементов; установление мест возможного возникновения аварии; наблюдение за водным режимом путем измерения уровней воды в наблюдательных скважинах и на водомерных постах; контроль за мелиоративным состоянием и использованием мелиорируемых земель в соответствии с проектами; контроль за соблюдением правил агротехники на мелиорируемых землях, обеспечивающих лучшие условия их использования и высокие урожаи; наблюдение и контроль за соблюдением противопожарных мероприятий на мелиорируемых торфяных почвах и организация тушения возникающих пожаров.

К мероприятиям по уходу за мелиоративными системами относятся работы, обеспечивающие поддержание систем в рабочем состоянии: охрана открытых каналов и водоприемников и закрытой сети, предотвращение разрушений и повреждений сооружений; удаление из водоприемников и каналов обвалившегося грунта, наносов, завалов, камней, кустарников, затрудняющих свободное течение воды; скашивание не менее двух раз в год травяной растительности на откосах и берегах каналов, на защитных дамбах, дорожных насыпях и в кюветах; очистка от наносов и мусора водосбросных воронок, отверстий мостов, трубопроводов,

шлюзов-регуляторов, смотровых колодцев, колодцев-поглотителей, дренажных устьев и других мелиоративных устройств; исправление знаков береговой обстановки и мелких повреждений на каналах и сооружениях; подготовка сооружений к пропуску весенних и летне-осенних паводков.

§ 92. Эксплуатация осушительной системы одностороннего действия

Самое ответственное сооружение осушительной сети — водоприемник. От состояния и исправной работы водоприемника зависят своевременный отвод с полей избыточных вод и подача воды в засушливые периоды для увлажнения. Поэтому правильная эксплуатация водоприемника заключается в контроле за исправным состоянием его русла, берм, сооружений, гидрометрических постов и береговой обстановки. Водоприемник не должен засоряться осыпями и оползнями берегов и наносами впадающих оврагов, ручьев и речек. Необходимо систематически очищать русло водоприемника, бермы и отверстия сооружений от наносов, травяной и древесной растительности, от завалов и других засорений. Эксплуатация русла и сооружений сводится к пропуску весеннего паводка, ледохода, летне-осенних паводков и безаварийных сбросов максимальных расходов расчетной обеспеченности. Необходимо регулярно замерять на водомерных постах уровни и расходы воды. Работы по пропуску ледоходов и паводка заключаются в устройстве сквозных прорезов льда вокруг свайных опор, ледорезов вдоль укрепленных берегов, бун, траверс.

При эксплуатации открытых каналов важно постоянно поддерживать их устойчивость. Основные работы по содержанию открытой сети в исправном состоянии — своевременная и систематическая очистка открытых каналов от наносов и зарастания дна и откосов каналов травяной растительностью. Чтобы укрепить откосы, их надо засевать семенами многолетних трав с помощью специальных разбрасывателей (после предварительного перемешивания семян с растительным грунтом, торфом и минеральными удобрениями). Многолетние травы высевают на каналах, проходящих в твердых грунтах. В слабых грунтах,

плывунах откосы каналов нужно крепить плитами, досками, плетнем и дерном.

Разрушение каналов вследствие быстрого течения воды наиболее опасно при прохождении весеннего паводка. В связи с этим перед наступлением паводков весеннего снеготаяния необходимо провести подготовительные работы на каналах: очистить от снега, мусора и наносов отверстия всех сооружений на открытых каналах (мосты, трубопереезды, шлюзы); открыть все затворы, сколоть лед вокруг свай, около деревянных мостов и других сооружений, а также около стенок шлюзов. Прежде чем приступить к очистке каналов от наносов, сначала следует подготовить трассу для прохода машин. Необходимо по трассе выкорчевать пни, срезать кустарник, обозначить валиками устья дрен, подготовить переезды через каналы, наметить участки укрепления откосов каналов. Надо заготовить и подвезти на места, где требуется крепление, соответствующий материал — колья, жерди, устьевые оголовки, цемент, дерн, бетонные и керамзитовые плиты.

Наиболее часто на закрытых дренажных системах встречаются следующие неисправности и повреждения: заиление и зарастание открытых коллекторов; промоины и провалы над закрытыми коллекторами; разрушение устьевых оголовков; заиление смотровых колодцев-поглотителей дренажных линий; проникновение в дренажные трубы корней растений; образование ледяных пробок в дренажных трубах; повреждение труб при обработке почвы; сдвиг дренажных линий в результате осадки торфа.

При эксплуатации закрытого дренажа необходимо в первую очередь систематически следить за состоянием устьев закрытых коллекторов и смотровых колодцев. Дно смотровых колодцев должно быть на 60—80 см ниже выходящего отверстия, а также и устьев впадающих закрытых коллекторов. При обнаружении нарушения положения устья вследствие размыва дна и откосов канала надо немедленно произвести ремонт. Необходимо своевременно промывать и очищать дрены и коллекторы от наносов. Перед началом весеннего паводка устья коллекторов следует очистить от снега, мусора. В паводок организовывается постоянное дежурство работников эксплуатационной службы, земле-

пользователей и аварийных бригад в опасных местах — на незатопляемых дамбах, насосных станциях польдерных систем, мостах и регуляторах на крупных каналах и реках-водоприемниках. В период паводков и обильных дождей следят за состоянием дренажа, стоком из коллекторов. Необходимо систематически обследовать трассы закрытых коллекторов, чтобы своевременно обнаруживать провалы и просадки грунта над дренажными линиями и у сооружений и проводить соответствующие ремонтные работы. При обнаружении провалов и просадок грунта на дренажных линиях следует в этих местах вскрыть их, устранить повреждения и привести дрены в прежнее состояние.

§ 93. Эксплуатация осушительной системы двустороннего действия

Основная задача технической эксплуатации систем двустороннего действия — охрана и поддержание в исправном и работоспособном состоянии всех ее элементов. Только при этом условии можно создать и поддерживать в корнеобитаемом слое почвы оптимальный водный режим, необходимый для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Чтобы организовать техническую эксплуатацию систем двустороннего действия, службе эксплуатации необходимо иметь: акт приемки системы в эксплуатацию, проект строительства системы и сметы к нему, план осушительно-увлажнительной системы в масштабе 1 : 2000, акт на скрытые работы, продольные и поперечные профили каналов и коллекторов, ведомости креплений русл каналов, схемы основных сооружений, паспорта на систему и сооружения, ведомости постоянных и временных реперов и береговых знаков.

При эксплуатации осушительных систем двустороннего действия особое внимание следует уделять контролю. До проведения работ по увлажнению почвы необходимо осмотреть всю осушительную систему: стационарные, передвижные насосные станции, подпорные сооружения и приспособления на них; смотровые и сбросные колодцы на дренаже; задвижки на гидрантах и напорных трубопроводах; все детали дождевальных машин и установок. В случае неисправности провести необходимый ремонт. Затем для каждого

участка составляют схему движения дождевальных машин. После завершения сезонных работ по увлажнению почв систему и технику подготавливают к зимней консервации: открывают задвижки сбросных колодцев, смазывают металлические фасонные части и т. д.

Дождевальные машины и установки хранят в закрытых помещениях или под навесом. Переносной трубопровод после окончания полива следует разобрать и перевезти в помещение для необходимого ремонта и хранения. Стационарный трубопровод по окончании увлажнения следует освободить от воды, чтобы трубы не лопнули зимой. При эксплуатации насосов необходимо строго придерживаться технических указаний и инструкций, высылаемых заводами-поставщиками, соблюдать рабочий режим работы насосов, силовых установок и устройств. Чтобы обеспечить техническую эксплуатацию осушительных систем двустороннего действия, необходимо оборудовать их береговой обстановкой (реперы), береговыми и предупредительными знаками, служебными мостами и гидрометрическими постами.

При эксплуатации осушительно-увлажнительных систем необходимо наблюдать за влажностью почвы, уровнями грунтовых вод, уровнями и расходами воды в осушительной и увлажнительной сетях. Кроме того, необходимо устанавливать порядок выдачи землепользователям гидрогеолого-мелиоративными партиями сведений о влажности почв и режиме грунтовых вод для назначения сроков полива сельскохозяйственных культур.

Работы по ремонту осушительных систем двустороннего действия должны проводиться после обнаружения неисправностей в кратчайший срок, пока размеры их не требуют больших затрат.

§ 94. Эксплуатация гидротехнических сооружений

Гидротехнические сооружения — неотъемлемая часть осушительной системы. С их помощью регулируют уровни и расходы воды на осушительной системе и водный режим на осушаемых землях.

Основные задачи службы эксплуатации гидротехнических сооружений — содержание сооружений в исправ-

ном и рабочем состоянии, охрана их от повреждений, устранение деформаций, осуществление текущего и капитального ремонтов.

Перед началом весеннего и летних паводков, а также перед ледоходами все гидротехнические сооружения должны быть осмотрены и подготовлены к пропуску паводка и ледохода. Паводок должен пропускаться под непосредственным контролем инженера службы эксплуатации. После паводка каждое сооружение должно быть осмотрено, особенно тщательно следует осмотреть те части сооружений, которые подвергались действию паводка. Все повреждения и неисправности сооружений оформляют специальным актом. Особое внимание при эксплуатации сооружений на осушительных системах следует уделять уходу за устьями коллекторов и дрен.

§ 95. Эксплуатация водохранилищ

Водохранилища на системах предназначаются в основном для аккумулирования стока поверхностных вод и являются источниками воды для увлажнения земель.

Режим работы водохранилищ устанавливают в соответствии с потребностью водопользователей, с учетом проектных данных и гидрологических прогнозов. К основным мероприятиям эксплуатации водохранилищ на системах двустороннего действия относятся: надзор за поддержанием в водохранилище установленного режима, за нормальной работой плотины, водосборных сооружений, а также охрана их от возможных повреждений; своевременная подача воды в каналы для увлажнения осушаемых земель и прочих хозяйственных нужд; подготовка водосборных сооружений и чаши водохранилища к пропуску паводков; проведение текущего и капитального ремонтов плотины и водосборных сооружений; борьба с потерями на фильтрацию и с заилением чаши водохранилища; проведение санитарно-оздоровительных мероприятий в водохранилище и прилегающей к нему зоне в соответствии со специальными инструкциями и указаниями органов санитарного надзора.

В период паводка на узлах гидротехнических сооружений следует устанавливать круглосуточное дежурство технического персонала, заранее завезти аварийный материал.

Необходимо осуществлять контроль за состоянием и работой гидротехнических сооружений, следить за возможными осадками, деформациями и за состоянием тела плотины, трещинами, размывом и др.

При обнаружении неисправностей должны быть приняты меры к их устранению. В необходимых случаях для консультации должны быть приглашены работники проектных организаций и научно-исследовательских институтов.

§ 96. Эксплуатация стационарных насосных станций

На осушительных системах применяют стационарные и передвижные насосные станции. Стационарные станции не меняют своего положения и могут работать как на осушение, так и на подачу воды в увлажнительную сеть. Стационарные насосные станции строят на крупных осушительных системах двустороннего действия и на землях, осушаемых с механическим водоподъемом.

При эксплуатации насосных станций следует строго придерживаться технических указаний и инструкций, высылаемых заводами-поставщиками, соблюдать правильный режим работы насосов, силовых установок и устройств.

К обслуживанию насосных станций допускаются квалифицированные работники, имеющие право работать на соответствующих агрегатах и знакомые с правилами техники безопасности.

Машинист (моторист) насосной станции отвечает за исправное состояние оборудования, ведение и хранение паспортов, получение и расходование горючего, смазочных и других материалов. Машинист ведет журнал работы насосной станции.

После прохождения паводка необходимо проверить техническое состояние гидросооружений, водоподводящей линии, водозаборного колодца, всасывающего трубопровода, здания станции и привести их в исправное состояние.

Перед началом увлажнения должны быть тщательно осмотрены двигатели и насосы, просушены электродвигатели, подтянуты все болтовые соединения. Обо-

рудование насосной станции должно быть опробовано в работе.

Перед пуском в работу центробежный насос и всасывающую трубу необходимо залить водой. Для заливки используют воду из напорного трубопровода или из специальных резервуаров, находящихся в насосной станции. При их отсутствии заливку ведут насосом малой мощности или вручную.

Насос следует пускать при закрытой задвижке на напорном трубопроводе. Когда насос начнет давать полную частоту вращения, а манометр покажет соответствующее давление, следует постепенно открывать задвижку на напорном трубопроводе до требуемой подачи. Одновременно надо открыть краны на трубах, подводящих воду к сальникам гидравлического уплотнения (при наличии кранов в конструкции насоса).

§ 97. Эксплуатация передвижных насосных станций

Передвижные насосные станции применяют при кратковременной их работе, на затопляемых участках, а также в условиях, когда строительство стационарных насосных станций дорого и нецелесообразно. Передвижные насосные станции работают с приводом от собственного двигателя или от вала отбора мощности трактора. Плавучие насосные применяют при заборе воды из водохранилищ и при большом колебании уровня воды в реке. Они входят в состав осушительно-оросительных систем.

Место водозабора для установки передвижной насосной станции следует выбирать ближе к орошаемому участку. В этом случае длина напорного трубопровода будет наименьшей.

Место установки станции при необходимости должно быть спланировано, при наличии слабых грунтов его надо укрепить щебенкой, булыжниками или можно устроить деревянный помост.

Приемный раструб всасывающей трубы должен быть погружен в воду на глубину не менее 0,3 м, высота всасывания не должна превышать 1,5 м.

Насосную станцию в работу запускают в следующем порядке: выключают вал отбора мощности; закрывают вентиль насоса на воздушной магистрали, идущей от насоса к вакуум-бачку; проверяют положение воздушной заслонки на воздухоприемной трубе двигателя (заслонка должна быть полностью открыта); запускают мотор трактора и прогревают его с малой частотой вращения; заполняют насос и всасывающий трубопровод водой; включают муфту сцепления трактора для запуска насоса, манометр на напорном патрубке насоса при этом должен показать давление; после запуска насосной станции необходимо закрыть вентиль на воздушной магистрали, расположенной над насосом, и медленно открыть задвижку на напорном патрубке насоса.

При остановке насоса следует закрыть задвижку на напорном трубопроводе, переводя таким образом насос на холостой ход, а потом остановить двигатель.

Во время работы насоса необходимо следить за показаниями манометра, так как падение напора в нагнетательном трубопроводе может увеличить подачу воды и привести к перегрузке двигателя.

Необходимо постоянно следить за правильной работой сальников, не допуская их нагрева. Сальники следует подтягивать так, чтобы вода из них просачивалась непрерывно, редкими каплями.

Надо следить за состоянием подшипников, не допуская их нагрева выше 50—60°С. Уровень масла в подшипниках следует держать на надлежащей высоте по маслоуказателю.

В нерабочий период проводят технический осмотр, необходимый ремонт гидротехнических сооружений и насосно-силового оборудования, после чего оборудование консервируют.

Персонал, ремонтирующий насосные станции, должен быть проинструктирован в соответствии с правилами техники безопасности. Насосные станции, напорные трубопроводы и вся арматура на них (двигатели, насосы, вантузы, задвижки и др.), системы сигнализации, энергоснабжения и связи должны быть проверены и опробованы.

§ 98. Гидрометрические работы на осушительных системах

Основные задачи эксплуатационной гидрометрии на осушительных системах — установление характера уровней и расходов воды в каналах, режима грунтовых вод и влажности почвы на осушаемых землях.

Гидрометрические работы на осушительных системах дают возможность оценить действие как осушительной системы в целом, так и ее элементов. На основе данных эксплуатационной гидрометрии устанавливается, какой водный режим сложился на осушаемой территории под влиянием построенной осушительной системы. Эксплуатационная гидрометрия на осушительных системах включает наблюдения за изменением уровней и расходов воды в каналах, водоприемниках, сооружениях и водоемах, а также за режимом почвенногрунтовых вод и влажностью почвенного профиля. Следовательно, гидрометрические работы на осушительных системах — одно из основных мероприятий, позволяющее правильно эксплуатировать осушительную систему и использовать мелиорируемые земли.

Гидрометрические данные необходимы не только для сельского хозяйства, но и для лесосплава, рыбного хозяйства, водоснабжения и других нужд. В гидрометрические устройства входят: гидрометрические посты на водоприемниках; гидрометрические посты на проводящей сети магистральных, нагорных, ловчих, тальвеговых и других постоянных каналах; водомерные устройства на шлюзах и других сооружениях; системы створов скважин, расположенных между каналами и дренами.

Гидрометрические посты могут быть основными и вспомогательными.

Основные посты располагают, как правило, на водоприемниках через 10—15 км, магистральных и других крупных каналах — через 5—7 км. На основных постах измеряют уровни и расходы воды, коэффициенты шероховатости и другие элементы потока и русла.

Вспомогательные посты устраивают на водоприемниках, магистральных каналах, в нижнем и верхнем бьефах подпорных сооружений и в местах соединения различных видов каналов и каналов с водоприемником. На вспомогательных постах измеряют только уровни воды.

Скважины для наблюдения за колебанием уровня грунтовых вод устраивают по створам, перпендикулярным к направлению регулирующей сети. Скважины по створам располагают таким образом, чтобы каждое из принятых расстояний между элементами регулирующей сети (каналом, дреной) характеризовалось не менее чем двумя скважинами.

Глубину закладки наблюдательных скважин принимают в зависимости от водопроницаемости грунтов и причин заболачивания осушаемой территории.

В случае, когда заболачивание происходит от близкого стояния грунтовых вод к поверхности, сверху залегают водопроницаемые грунты, глубину скважин принимают на 0,5—1 м больше глубины регулирующей осушительной сети. Наблюдения за уровнями воды на гидрометрических постах и наблюдательных скважинах производятся в различные сроки в зависимости от местных условий и особенностей осушительных систем. На основных постах, расположенных на водоприемниках, магистральных и нагорных каналах, замеры осуществляют в период весеннего половодья и летне-осенних паводков — 3—4 раза в сутки, во внепаводковые периоды — 1 раз в сутки, а в остальное время — 2 раза в пятидневку. На насосных станциях замер производится перед пуском насосов и при их пуске. Если станция работает круглосуточно, то уровни измеряют 2 раза в сутки. На вспомогательных постах, установленных в водонапорных сооружениях, уровни замеряются только при закрытии шлюзов один раз в сутки.

Уровни грунтовых вод по скважинам измеряют в основном через 5 дней и после выпадения дождя, а зимой — через 10 дней.

Весной во время таяния снега, а также в период выпадения длительных дождей уровни грунтовых вод измеряют один раз в сутки.

§ 99. Эксплуатация защитных валов

Валы устраивают вдоль берегов водотока, чтобы предохранить земли, каналы и сооружения от длительного затопления при разливах рек в период паводков.

Эти валы имеют высоту 2—5 м, ширину поверху — 4—6 м. Заложение откосов 1 : 1,5—1 : 2.

Главные задачи технической эксплуатации защитных валов и сооружений на них — защита площадей от затоплений при прохождении паводков, поддержание валов и сооружений на них в исправном состоянии, контроль за ними, охрана валов и сооружений от повреждений.

Чтобы поддерживать валы и сооружения на них в исправном состоянии, необходимо выполнять следующие мероприятия: при прохождении паводков организовывать круглосуточное дежурство, следить за состоянием валов и сооружений на них; в весенний период во время паводка не допускать повреждений валов льдом; запрещать переезды и съезды через валы автомашин и тракторов в неустановленных местах; предупреждать повреждения валов кротами, мышами и другими землероями; содержать в исправном состоянии откосы и гребни валов, не допускать образования на гребне западин, блюдец и накопления на них воды; для своевременного ремонта повреждений иметь вблизи валов аварийный материал; перед паводком производить окалывание льда вдоль валов и водопропускных сооружений, а после прохождения паводка осматривать состояние валов и обнаруживать неисправности, после чего их немедленно устранять; периодически проводить контрольные нивелировки и съемку поперечных профилей.

§ 100. Эксплуатация осушительных систем в зимнее время

Работа осушительных систем в зимнее время зависит в основном от климатических условий зоны осушения, типов водного питания осушаемых земель и причин их заболачивания.

В районах, где в зимний период периодически повторяются оттепели и выпадают дожди, важно, чтобы осушительная система своевременно отводила с осушаемой площади талые и дождевые воды. Для этого необходимо поддерживать в этот период элементы осушительной системы, отводящие избыточную воду, в исправном и рабочем состоянии.

На осушаемых территориях с грунтовым, грунтово-напорным водным питанием осушительные системы должны работать в течение круглого года, а следовательно, и зимой. Поэтому осушительную систему необходимо поддерживать в работоспособном состоянии.

В зимние эксплуатационные мероприятия на гидротехнических сооружениях входят: очистка отверстий сооружений, по которым должна проходить вода, от снега и льда; охрана их от повреждений.

§ 101. Мероприятия по поддержанию в рабочем состоянии дорожной сети, мостов и переездов

Дороги на осушаемых землях разделяются на следующие: межхозяйственные, внутрихозяйственные и полевые.

Межхозяйственные дороги, как правило, имеют твердое покрытие и предназначены для связи с другими хозяйствами и районным центром. Внутрихозяйственные дороги, профилированные или с твердым покрытием, соединяют отделения бригады и полевые станы с центральной усадьбой. Полевые дороги служат для выезда с полей кратчайшим путем на внутрихозяйственные дороги.

К основным мероприятиям по технической эксплуатации дорожной сети на осушаемых землях относятся: соблюдение правил пользования дорогами (особенно весной и осенью); выравнивание откосов и обочин дорожного полотна; подсев трав; очистка кюветов и каналов от мусора, травянистой и кустарниковой растительности; планировка грунтовых дорог и дорог с гравийным и шлаковым покрытием; заделка трещин, выбоин и просадок на дорогах с твердым покрытием.

§ 102. Предупреждение и тушение пожаров на болотах

На осушаемых торфяных почвах в засушливые периоды года возникают пожары. Служба эксплуатации (управление) осушительных систем совместно с землепользователями должна предупреждать возникновение пожаров и немедленно их тушить. Все пожарные мероприятия следует предусматривать и на неосушенном болоте с мощностью торфа 0,5 м и более.

Для предупреждения пожаров на торфяных болотах, согласно правилам эксплуатации осушительных систем, запрещается: разводить костры, сжигать древесно-кустарниковую и травяную растительность, заправлять тракторы и комбайны горючим, курить в не специально оборудованных местах; работать на тракторах, автомобилях, комбайнах и других машинах без искроуловителей. Все стационарные двигатели должны быть оснащены огнетушителем, а места их установки ограждены защитными лесонасаждениями. Для предупреждения, тушения пожаров на торфяных почвах в хозяйстве-землепользова-

теле должна быть организована противопожарная бригада.

При пожаре, возникшем на небольшой площади (порядка 5—10 м²), очаг огня заливают водой с помощью пожарного насоса или ведрами. При пожаре на значительной площади или когда нет воды, очаг горения следует ограничить каналом шириной поверху не менее 0,7—0,8 м и по возможности заполнить его водой из ближайших водоисточников. Канал должен быть глубже выгораемой толщи торфа. Люди должны дежурить до полной ликвидации пожара. Все искры надо погасить, так как они могут быть перенесены ветром на другие участки.

Целесообразно создавать подпоры в осушительных каналах вплоть до затопления водой участков, которые находятся под непосредственной угрозой пожара.

При пожаре, возникшем в лесу, находящемся вблизи болота, следует оградить болото каналом со стороны леса. Причем канал необходимо прокладывать в минеральном грунте.

Поверхность болота разрешается обжигать только ранней весной, когда торф насыщен водой.

§ 103. Противомалярийные мероприятия

Болота и избыточно увлажненные земли являются одной из причин развития такой тяжелой изнурительной болезни, как малярия.

Малярия распространяется кровососущими комарами рода «анофелес». Личинки этих комаров размножаются в водоемах, руслах рек и каналов, заполненных водой, в карьерах, заболоченных местах, колодцах, ямах, лужах, на массивах с застойной водой и т. п.

В теплый период года в зависимости от конкретных местных условий малярийные комары могут размножаться до 10 раз в сезон.

Чтобы ликвидировать очаг выплода личинок комаров, применяют следующие гидротехнические мероприятия: осушение застойных водоемов, западин, карьеров, луж путем спуска воды из них в коллекторную сеть и водоприемник; осушение болот и заболоченных земель закрытым дренажем, чтобы понизить уровни грунтовых вод; регулирование рек и водоприемников, чтобы увеличить их глубину и скорости течения воды (спрямление, расширение и углубление русл рек и каналов, периодическое проведение попусков сосредоточенных расходов воды на участках с малыми скоростями течения); засыпка мелких водоемов и заделка выбоин на сооружениях.

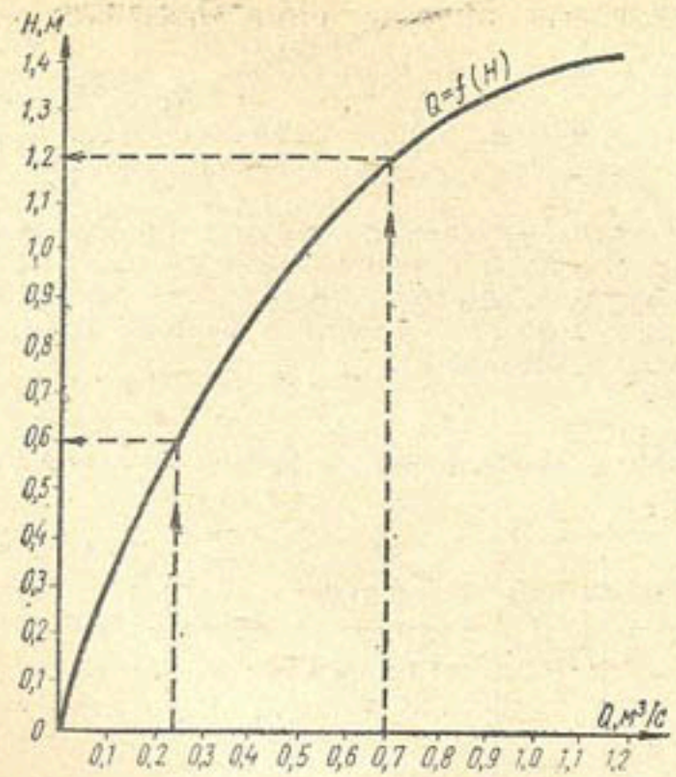


Рис. 38. График расхода в зависимости от уровня воды в канале.

Для уничтожения малярийного комара в фазах яйца, личинки и куколки, обитающих в воде, успешно применяют нефтевание и опыление ядами зараженных водоемов. Эти работы выполняют специальные организации по борьбе с малярией.

Практическая работа

Требуется составить план откачки воды из польдера. Расчет провести на год 50%-ной обеспеченности осадками.

Дано. Зимний польдер площадью 1860 га расположен в Калининградской области. Водосборная площадь $F=2000$ га. Годовая сумма осадков $O=695$ мм. Самый низкий участок польдера находится на расстоянии $L=600$ м от насосной станции и имеет отметки поверхности земли $H_з=2{,}17$ м. Уклон дна магистрального канала на этом участке $i=0{,}0003$. Расстояние между осушителями $B_о=120$ м. Почвы участка торфяные. Участок используется под многолетние сеяные травы. Кривая расходов воды в магистральном канале $Q=f(H)$ показана на рисунке 38. Среднемесячные уровни воды в водоприемнике $H_{в.б}$ принимают по водомерному посту,

расположенному в верхнем бьефе насосной станции. Польдер обслуживает насосная станция, оборудованная тремя насосами 20ПрВ-60. Подача насоса 20ПрВ-60 зависит от напора H:

напор насоса, м	1,7	2,5	3
расход насоса, м³/ч	1450	1300	1150

Суммарные гидравлические потери для насоса равны $\Sigma h_м = 1{,}4$ м, к. п. д. насосной станции $\eta_{н.с} = 0{,}8$. Стоимость 1 кВт·ч равна $ц = 1{,}2$ коп. Вместимость регулирующего резервуара равна 50 000 м³. Внутригодовое распределение притока воды к насосной станции приведено в таблице 21.

Таблица 21

Приток к насосной станции, расход и уровни воды в магистральном канале

Месяц	% годовой нормы P	Приток к насосной станции		Магистральный канал	
		за месяц, тыс. м³	за сутки, тыс. м³	среднесуточный расход, м³/с	уровни воды в нижнем бьефе $H_{н.б}$, м
Январь	10	638,40	20,4	0,24	0,6
Февраль	26	1659,84	59,8	0,69	1,2
Март	18	1149,12	37,0	0,43	0,9
Апрель	8	510,72	17,0	0,20	0,53
Май	1	63,84	2,06	0,02	0,15
Июнь	0,7	44,69	1,49	0,017	0,08
Июль	1,5	95,76	3,08	0,035	0,16
Август	1	63,84	2,06	0,02	0,15
Сентябрь	1,5	95,76	3,19	0,04	0,18
Октябрь	8	510,72	16,5	0,19	0,5
Ноябрь	8,5	542,64	18,1	0,21	0,55
Декабрь	15,8	1008,67	32,2	0,37	0,82
Итого	100	6384,00			

Норма осушения для вегетационного периода $h = 0{,}65$ м и для остальных периодов 0,6 м.

Порядок расчета. Годовой приток воды к насосной станции $V_г$ определяется по формуле, м³:

$$V_г = \frac{a(O-b)F}{100}, \qquad (56)$$

где O — годовая сумма осадков, мм; F — площадь водосбора, га; a, b — коэффициенты (для Калининградской области $a = 0{,}56$, $b = 125$).

Подставляя значения, находим

$$V_г = \frac{0{,}56(695-125)\cdot 2000}{100} = 6384 \text{ тыс. м}^3.$$

Приток воды к насосной станции за месяц

$$V_м = V_г \frac{P}{100}, \qquad (57)$$

где P — приток воды к насосной станции в процентах от годового объема $V_г$. Например, в январе $P = 10\%$ (табл. 21), тогда

$$V_1 = \frac{6384\cdot 10}{100} = 638{,}4 \text{ тыс. м}^3.$$

Приток воды к насосной станции за сутки

$$V_{сут} = \frac{V_м}{T}, \qquad (58)$$

где T — число дней в месяце.

Например, в январе $V_{сут} = \frac{638{,}4}{31} = 20{,}4$ тыс. м³.

Среднесуточный расход в магистральном канале

$$Q = \frac{V_{сут}}{86{,}4}, \qquad (59)$$

где 86 400 — число секунд в сутках.

В январе среднесуточный расход составил

$$Q = \frac{20{,}4}{86{,}4} = 0{,}24 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Уровни воды в магистральном канале определяют по кривой, изображенной на рисунке 38. Так, в январе при $Q = 0{,}24$ м³/с уровни в магистральном канале у насосной станции равны $H_{н.б} = 0{,}6$ м.

Результаты расчетов по формулам (57)—(59) и определения уровней воды в магистральном канале сведены в таблицу 21.

График колебаний воды в верхнем и нижнем бьефах насосной станции (рис. 39) строят по данным таблицы 22, откуда видно, что в водоприемнике уровни воды выше, чем в магистральном канале. Следовательно, из польдера нельзя воду сбрасывать самотеком. Чтобы знать непрерывность работы насосной станции, необходимо рассчитать отметку уровня воды в моменты пуска $H_п$ и остановки $H_о$ насосов (рис. 40) в предпосевной, вегетационный и осенне-зимний периоды по зависимостям (60) и (61):

$$H_п = H_э - h, \qquad (60)$$

$$H_о = H_э - (h + t + iL), \qquad (61)$$

где $H_э$ — отметка поверхности земли самого низкого участка польдера, м; h — норма осушения, м; i — уклон магистрального канала; L — расстояние по оси магистрального канала от насосной станции до самого низкого участка польдера, м; t — превышение кривой депрессии над уровнями воды в осушителях (напор кривой депрессии),

$$t = \frac{B_о}{2} \operatorname{tg} \alpha; \qquad (62)$$

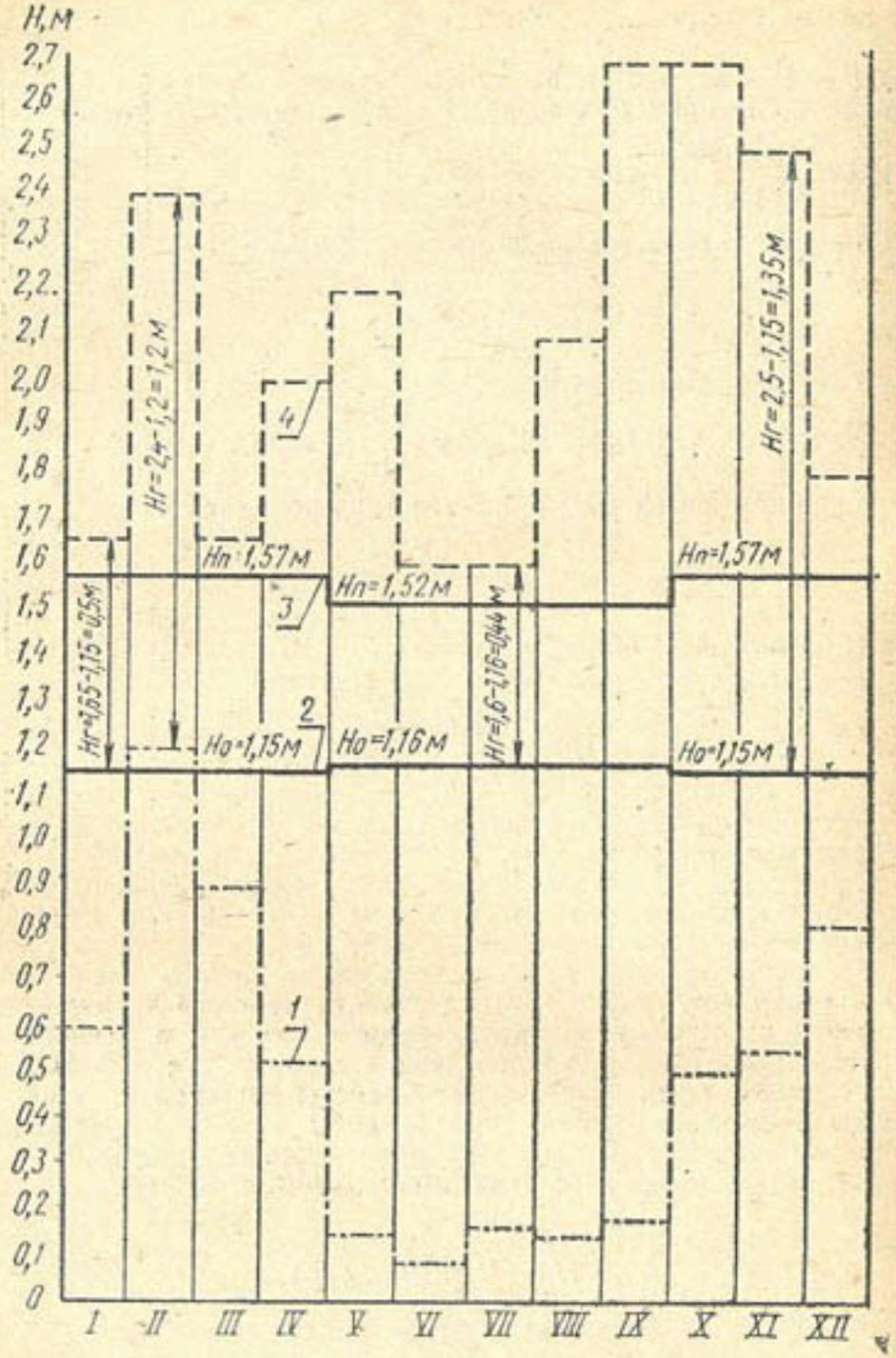


Рис. 39. Колебание уровней воды в верхнем и нижнем бьефе насосной станции:

1 — уровень воды в верхнем бьефе; *2* и *3* — отметки соответственно остановки и пуска насосной станции; *4* — уровень воды в нижнем бьефе.

Таблица 22

К расчету откачки воды из польдера

Месяц	Уровни воды у насосной станции		Отметка пуска $H_п$, м	Отметка остановки $H_о$, м	Геодезический напор $H_г$, м	Σh, м	$H_{пол}$, м	V, тыс. м³	Э, кВт·ч	$C_э$, руб.
	$H_{в.б}$	$H_{н.б}$								
Январь	1,65	0,60	1,57	1,15	0,5	1,4	1,9	638,4	4480,5	53,8
Февраль	2,40	1,20	1,57	1,15	1,2	1,4	2,6	1659,84	14673	174,1
Март	1,65	0,90	1,57	1,15	0,5	1,4	1,9	1149,12	7423,3	89,1
Апрель	2,0	0,53	1,57	1,15	0,85	1,4	2,25	510,72	3903,6	46,8
Май	2,20	0,15	1,52	1,16	1,04	1,4	2,44	63,84	529,6	6,4
Июнь	1,60	0,08	1,52	1,16	0,44	1,4	1,84	44,69	279,6	3,4
Июль	1,60	0,16	1,52	1,16	0,44	1,4	1,84	95,76	600,0	7,2
Август	2,10	0,15	1,52	1,16	0,94	1,4	2,34	63,84	504,5	6,1
Сентябрь	2,70	0,18	1,52	1,16	1,54	1,4	2,94	95,76	957,2	11,5
Октябрь	2,70	0,50	1,57	1,15	1,55	1,4	2,95	510,72	5122,5	61,47
Ноябрь	2,50	0,55	1,57	1,15	1,35	1,4	2,75	542,64	5073,7	60,88
Декабрь	1,80	0,82	1,57	1,15	0,65	1,4	2,05	1008,67	7030,4	84,36
Итого	—	—	—	—	—	—	—	6384,00	—	605,11

$B_о$ — расстояние между осушителями на расчетном самом низком участке польдера, м; $i\text{tg}\alpha$ — для предпосевного и осенне-зимнего периода принимаем 0,004, для вегетационного периода $i\text{tg}\alpha=0{,}003$.

Отметки пуска и остановки насосной станции:

в предпосевной период (март — апрель)

$$H_п = H_э - h = 2{,}17 - 0{,}6 = 1{,}57 \text{ м},$$

$$H_о = H_э - (h + t + iL) = 2{,}17 - \left(0{,}6 + \frac{120}{2}\,0{,}004 + 0{,}0003 \cdot 600\right) = 1{,}15 \text{ м};$$

в вегетационный период (май — сентябрь)

$$H_п = 2{,}17 - 0{,}65 = 1{,}52 \text{ м},$$

$$H_о = 2{,}17 - \left(0{,}65 + \frac{120}{2}\,0{,}003 + 0{,}0003 \cdot 600\right) = 1{,}16 \text{ м};$$

в осенне-зимний период (октябрь — февраль)

при $h=0{,}6$ и $\text{tg}\,\alpha=0{,}0004$ $H_п=1{,}57$ м, $H_о=1{,}15$ м.

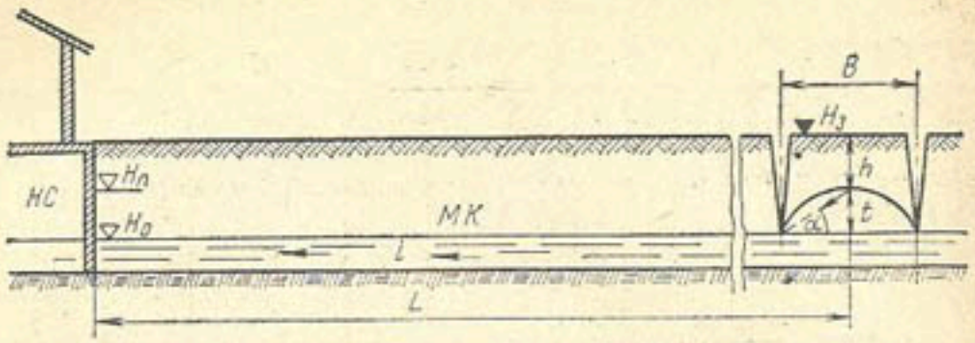


Рис. 40. Схема к расчету притока воды к насосной станции.

Отметки пуска и остановки насосной станции наносят на график (рис. 39) и записывают в таблицу 22. Затем определяют геодезический напор $H_г$. На рисунке 39 видно, что за исключением февраля отметки уровней в нижнем бьефе $H_{н.б}$ ниже отметок остановки насосной станции. Для этих месяцев геодезический напор рассчитывают по выражению:

$$H_г = H_{в.б} - H_о \ , \qquad (63)$$

где $H_{в.б}$ — отметки уровней в верхнем бьефе.

В феврале отметка нижнего бьефа $H_{н.б}$ выше отметки, при которой отключаются насосы. В этом случае геодезический напор находят по зависимости:

$$H_г = H_{в.б} - H_{н.б} \ . \qquad (64)$$

Результаты расчетов записывают в таблицу 22.

Полный напор $H_{пол}$ вычисляют по зависимости:

$$H_{пол} = H_г + \Sigma h, \qquad (65)$$

где Σh — суммарные гидравлические потери в насосах, м.

Результаты расчетов также записывают в таблицу 22.

Расход электроэнергии $Э$ кВт·ч за период работы насосной станции определяют по формуле:

$$Э = 2{,}73 \frac{H_{пол} V}{\eta_{н.с}} \ , \qquad (66)$$

где V — приток воды к насосной станции (табл. 22), м³; $\eta_{н.с}$ — к.п.д. насосной станции.

Расход электроэнергии в январе составит

$$Э = 2{,}73 \frac{1{,}9 \cdot 638{,}4}{0{,}8} = 4480{,}5 \text{ кВт·ч}.$$

Стоимость электроэнергии за период работы насосной станции рассчитывают по зависимости:

$$C_э = Эц \ , \qquad (67)$$

где $ц$ — стоимость 1 кВт·ч, $ц = 0{,}012$ руб.

В январе $C_э = 4480{,}5 \cdot 0{,}012 = 53{,}8$ руб.

Стоимость 1 м³ откачиваемой воды за год определяется по формуле:

$$C_в = \frac{\Sigma C_э}{V_г} \ , \qquad (68)$$

где $\Sigma C_э$ — суммарная стоимость электроэнергии за год.

$$C_в = \frac{605{,}11 \cdot 100}{6\,384\,000} \approx 0{,}01 \text{ коп.}$$

График работы насосной станции устанавливают, исходя из объема суточного притока воды к насосной станции, подачи насосов и полезной вместимости регулирующего резервуара.

В основу графика откачки воды кладут следующие положения.

В период малых (<50 тыс. м³) расходов насосную станцию следует выключать из работы на все время наполнения регулирующего резервуара. Время остановки используют для профилактического ремонта насосно-силового оборудования.

Режим работы насосной станции по возможности следует сохранять однообразным. Станция не должна работать более 18—20 ч в сутки.

Так, в феврале, в самый напряженный период года, когда суточный приток воды к насосной станции составляет 59,8 тыс. м³, график работы насосной станции будет определяться следующим образом. Полный напор $H_{пол} = 2{,}6$ м. Подача насоса 20ПрВ-60 при напоре 2,5 м составляет 1300 м³/ч, а при напоре 3 м — 1150 м³/ч. При напоре 2,6 м подача насоса составит 1270 м³/ч (найдено интерполяцией). Чтобы откачать суточный приток воды к насосной станции, потребуется 59 800 : 1270 = 47 ч.

На станции установлено три насоса, они должны работать непрерывно в течение суток по 15,7 ч, или могут работать два насоса по 23,4 ч в сутки непрерывно.

В июне суточный приток воды к насосной станции минимальный. Весь месячный приток разместится в регулирующем резервуаре. Поэтому в июне целесообразно насосную станцию остановить и провести нужный ремонт, а весь объем воды откачать в следующем месяце.

График работы насосной станции в июле будет определяться следующим образом.

Полный напор в июле месяце равен 1,84 м (табл. 22). При этом напоре подача составит 1424 м³/ч (найдено интерполяцией).

Объем откачки в июле равен 95,76 тыс. м³ (табл. 22), в июне — 44,69 тыс. м³. Общий объем откачки будет 95,76+44,69 = = 140,45 тыс. м³, а в среднем за сутки 140 450 : 31 = 4530 м³.

Этот объем откачивается одним насосом за 4530 : 1424 = 3,18 ч (3 ч 10,8 мин), или 3 ч 11 мин.

Контрольные вопросы. 1. Эксплуатация открытых и закрытых осушительных систем одностороннего действия. 2. Организация эксплуатационных работ на осушительных системах двустороннего действия. 3. Организация эксплуатационных работ на польдерных системах. 4. Мероприятия по предупреждению и тушению пожаров на болотах.

ДЕФОРМАЦИИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Осушительные системы или их элементы со временем в процессе работы деформируются и выходят из строя.

В мелиоративном строительстве устойчивые профили каналов встречаются весьма редко. Это обстоятельство является следствием физико-механических свойств осушаемых почвогрунтов, развитием внутренних физико-механических и химических процессов под влиянием внешних сил природы. Наибольшей устойчивостью обладают связные органические грунты (различные разновидности торфяника) при мощности торфяной залежи, значительно превышающей глубину канала. При меньшей глубине торфяной залежи, подстилаемой минеральными грунтами, профили осушительных каналов можно получить устойчивыми только в весьма ограниченных случаях. Из органических грунтов максимальной устойчивостью обладают древесно-ольховые торфяники средней и хорошей степени разложения. Неустойчивы каналы, проходящие в сапропелевых грунтах, обладающих в естественном состоянии текучими свойствами. Необходимая устойчивость в таких грунтах может быть достигнута только путем их значительного обезвоживания. Некоторой относительной устойчивостью откосов в каналах отличаются разновидности глин и тяжелых суглинков при значительной мощности пласта, превышающей глубину канала, и отсутствии подпитывания снизу. Эти грунты под действием климатических и других факторов претерпевают ряд деформаций.

Особенно трудно добиться устойчивости каналов, проходящих в грунтах различного генезиса и механической прочности. Строительство и эксплуатация открытых осушительных систем показывают, что весьма сложные и разнообразные явления деформаций открытых русл часто приводят к полной утрате их работоспособности.

В соответствии с характером влияния деформаций на работу сети и изменения ее водного режима выделены следующие наиболее существенные виды деформаций (табл. 23),

Таблица 23

Деформации осушительных каналов

Виды деформаций	Характер деформаций и факторы, вызывающие их
Осадка торфа	Уменьшение глубины каналов вследствие уплотнения торфяной залежи над их дном
	Опускание дна каналов в результате осадки торфа, расположенного ниже дна каналов
	Искажение поперечного сечения и продольного профиля каналов в результате неравномерной осадки откосов и дна
	Вытекание из откосов у дна канала разжиженного грунта (буза) вследствие осадки торфа
	Появление на дне и в откосах каналов пней и стволов погребенных деревьев вследствие осадки дна и откосов
Разрушение откосов	Сползание в канал верхних слоев осушенной поверхности вследствие вытекания разжиженных грунтов из-под откоса
	Размыв откосов водой, стекающей с поверхности
	Разрушение откосов под действием климатических факторов, главным образом морозов
	Оплывание и обрушение откосов под действием грунтовых вод, выклинивающихся из дна или из откосов канала
	Обрушение и оплывание откосов вследствие несоответствия конструкции поперечного сечения каналов строительным свойствам грунтов
	Разрушение откосов в результате отсутствия креплений при пересечении каналами текучих грунтов (плывун)
	Размокание и сползание откосов вследствие отсутствия воронок
	Оплывание откосов в результате подмыва их подошвы
	Разрушение откосов вследствие переезда через каналы тракторов, подвод, перехода людей, свободной пастьбы скота на осушенной площади, купания и водопоя в каналах
	Разрушение откосов в результате бытового использования водотоков (ручной забор воды, стирка белья, сплав леса и пр.)
Размыв дна и откосов	Размыв поперечного сечения вследствие несоответствия скоростей течения воды строительным свойствам почвогрунтов

14 Заказ 4289

Продолжение

Виды деформаций	Характер деформаций и факторы, вызывающие их
Заиление и засорение дна	Размыв дна и откосов в местах пересечения каналом незакрепленных легкоразмываемых грунтов Размыв устьевых частей каналов при сопряжении их в вертикальной плоскости незакрепленным перепадом или быстротоком Размыв устьевых частей водосточных воронок, имеющих высокие выпуски и значительные расходы Размыв каналов в местах поворота с малым радиусом закругления Размыв русла реки-водоприемника в местах устройства спрямлений, значительно отличающихся шириной от остальной части, оставленной в естественном состоянии Размыв рек и каналов в местах остановок плотов, вызывающих образование под ними повышенных скоростей Отложение в канале наносов, влекомых по дну или переносимых водой во взвешенном состоянии Заиление каналов мелкими частицами торфа Заиление каналов, расположенных в поймах рек, в период затопления их полыми водами Отложение в водоприемниках (реках и каналах) продуктов выноса действующих оврагов, размываемых каналов и воронок Заиление каналов в местах пересечения ими незакрепленных широких водоемов Заиление выправительных трасс рек-водоприемников, оставленных в естественном состоянии в местах сопряжения их со спрямлениями Отложение наносов, влекомых водой во время прохождения полых и паводковых вод вследствие подпоров водоприемником устьевых частей впадающих в него каналов Заиление рек и каналов вследствие неравномерных условий движения воды и уменьшения скоростей по направлению к устью
Заиление и засорение канала	Заиление сети продуктами сноса ветром и смыва водой грунта кавальеров Отложение наносов в местах устройства запруд, переездов и других искусственных сооружений

Продолжение

Виды деформаций	Характер деформаций и факторы, вызывающие их
	Засорение топляком сплавных каналов и отрегулированных рек-водоприемников
Зарастание дна, откосов и берм	Зарастание дна и откосов канала травяной растительностью Зарастание берм и кавальеров древесной и травяной растительностью в результате изменения водно-воздушного и питательного режимов почв
Разрушение берм, кавальеров, воронок и устьевых частей каналов	Обрушение в канал кавальеров вследствие сползания откосов Разрушение берм в результате использования водотока в транспортных целях (лесосплав, судоходство) Разрушение берм в результате устройства на незакрепленных и неприспособленных участках дорог и пешеходных троп Размыв и разрушение воронок и устьевых частей каналов вследствие оставления их в незакрепленном виде
Разрушение сооружений	Размыв или подмыв сооружений при прохождении паводков Повреждение сооружений льдом Гниение подводных частей сооружений Расхищение лесных и других материалов, а также частей сооружений

§ 104. Основные причины деформаций осушительных систем

Деформации осушительных систем могут происходить под влиянием естественных и искусственных причин. К деформациям под влиянием естественных причин относятся: зарастание откосов и дна водоприемников и каналов травяной растительностью и кустарником; разрушение откосов вследствие периодического замерзания и оттаивания грунтов; отложение наносов при прохождении паводков; оползание и осадка грунтов; заиление закрытого дренажа и др. К искусственным причинам относятся: несоблюдение технических требований при проектировании и строительстве осушительной сети, устройство крутых откосов, создание недопустимых уклонов дна канала, отсутствие водосточных воронок.

Большой вред осушительным системам наносят: несоблюдение правил технической эксплуатации осуши-

тельных систем землепользователями; перегон скота через каналы; переезд через каналы тракторов, машин; устройство запруд для водопоя скота; засорение каналов камнями, выполотыми сорняками и другим мусором.

Засорение откосов и дна каналов растительностью значительно увеличивает шероховатость и уменьшает поперечное сечение канала. Это снижает скорость течения, повышает уровни воды в канале и интенсивно его заиляет. Коэффициент шероховатости русла в таких случаях возрастает от 0,003 до 1,7 и более. Зарастание русл влаголюбивой растительностью распространено повсеместно. Наиболее интенсивно оно происходит на участках канала с малыми скоростями потока.

§ 105. Оползание откосов русла

Из всех видов деформации наиболее распространены оползание пылеватых грунтов при оттаивании и размыв откосов поверхностными водами. Оползание и разрушение откосов очень распространено в таких случаях, когда в основании откоса под верхним слоев связного грунта (подсушенный суглинок, торф и др.) располагается минеральный слой или слой грунта, насыщенный водой. Обычно откосы в таком грунте приобретают очень пологое заложение, в то время как русло канала выполняют с более крутыми откосами. Поэтому ширина канала возрастает, а глубина уменьшается вследствие заполнения русла грунтом.

§ 106. Размыв и заиление русла

Размыв и заиление каналов, хотя бы и на небольших участках, нарушают работу всей системы. Пробки при несвоевременном их устранении задерживают спад паводковых вод, в результате этого подпирается мелкая сеть и поднимаются грунтовые воды на прилегающих площадях. Размыв и заиление каналов на пойменных болотах, как правило, происходят в периоды весеннего половодья. В остальное время эти явления, хотя и наблюдаются, но не носят катастрофического характера. Основными причинами, вызывающими эти деформации, служат: неправильное расположение в плане осушительной сети на болоте; пересечение каналом незакрепленных

легкоразмываемых грунтов; устройство поворотов с большим радиусом закруглений; резкое изменение уклонов.

Во время прохождения паводков скорости течения в каналах приобретают большие недопустимые значения относительно свойств грунта. Между тем заболоченные минеральные грунты, в которых нередко прокладывают каналы, состоят из мелкоземов. Их неразмывающие скорости очень невелики. Так, неразмывающие скорости для мелкозернистого песка составляют не более 0,25 м/с, для илистого грунта они уменьшаются до 0,1 м/с. Поэтому нередко дно и откосы открытого русла не выдерживают размывающих скоростей, даже на небольших поворотах канала. Размыв дна и нижней части откоса канала влечет за собой обвалы в верхней части откоса. Таким образом, первоначальная форма русла сильно искажается.

Заиление дна каналов происходит в местах, где резко снижаются скорости течения воды. Здесь частички ила, тонкозернистого песка или аморфного торфа откладываются в руслах каналов. Отложившиеся частицы поднимают уровень воды, что приводит к нарушению нормальной работы осушительных систем. Основная причина этой деформации — недостаточное выявление при изысканиях и проектировании природных особенностей осушаемых площадей. Кроме того, одной из причин заиления может быть плохое качество строительных работ, когда на дне канала остаются в отдельных местах недоборы или переборы грунта.

§ 107. Деформация каналов от осадки грунта

Осадка торфяных и минеральных грунтов под влиянием осушения. При осушении торфяника осадка достигает 40% его мощности. В глинистых грунтах осадка происходит только вблизи канала и составляет 10% глубины канала. Осадка нарушает поперечный и продольный профиль каналов.

На хорошо разложившихся верховых и низовых болотах с залежью торфа мощностью 2—6 м первоначальная глубина каналов под влиянием осадки уменьшается в размерах, указанных в таблице 24.

Чтобы устранить или уменьшить эту деформацию, необходимо до строительства постоянных каналов предва-

Таблица 24

Уменьшение первоначальной глубины каналов в результате осадки грунта, %

Первоначальная глубина каналов, м	Верховые болота	Низовые болота
До 0,8	10—15	25—30
Около 1	20—30	30—36
Около 1,5	25—35	28—35
До 2	30—35	30—40

рительно подсушивать площадь путем прокладки временных каналов.

Осадка грунта от неустойчивости основания подошвы откоса в осушительных каналах. Нередко в осушительных каналах откосы оползают вследствие вытекания из подошвы откоса разжиженного грунта (рис. 41).

Осадка грунта от давления кавальеров на откосы канала (рис. 42). Эта деформация возникает вследствие оставления грунта, вынимаемого из канала, на бермах. Под тяжестью грунта откосы обрушаются вскоре после строительства.

Чтобы предупредить эту деформацию, необходимо при строительстве каналов вынимаемый грунт размещать на значительном расстоянии от бровки канала. Опыт показывает, что ширина бермы должна быть не менее глубины канала или такой, чтобы мог пройти трактор с бульдозером.

§ 108. Мероприятия, направленные на предупреждение разрушения осушительных каналов

При эксплуатации осушительных систем необходимо постоянно иметь в виду, что предупреждать ту или иную деформацию каналов гораздо легче, чем ее исправлять. Поэтому прежде всего следует заботиться о мерах, предупреждающих различные деформации каналов.

Зарастание дна и откосов каналов растительностью является едва ли не самым существенным видом деформаций, вызываемых природными факторами. В благоприятных условиях процесс зарастания развивается настолько быстро, что через два-три года эффект от проведенных работ сводится к нулю.

Травяную растительность, покрывающую откосы и дно каналов, необходимо скашивать. Уничтожать растительность на каналах целесообразнее до цветения — в конце мая и в начале июня. В этот период воды в каналах обычно немного. Перед замерзанием каналов очистку повторяют. Всю скошенную растительность из каналов извлекают.

В некоторых случаях для борьбы с растительностью можно применять химические препараты.

Чтобы предупреждать размыв русла, надо не допускать в каналах скорости, превышающие критические. В слабых по отношению к размыву грунтах необходимо предусматривать уменьшение продольного уклона дна. Одно из мероприятий по борьбе с размывом — удаление из русла всех препятствий, сжимающих поток. На участках, где откосы и дно оказались неустойчивыми, русло следует закреплять гравием, каменной наброской или плетневыми заборами. Расстояние между заборами должно быть не более ширины русла. Мокрый откос крепят камнем, пористыми бетонными и керамзитовыми плитами, а сухую часть откоса засевают травами.

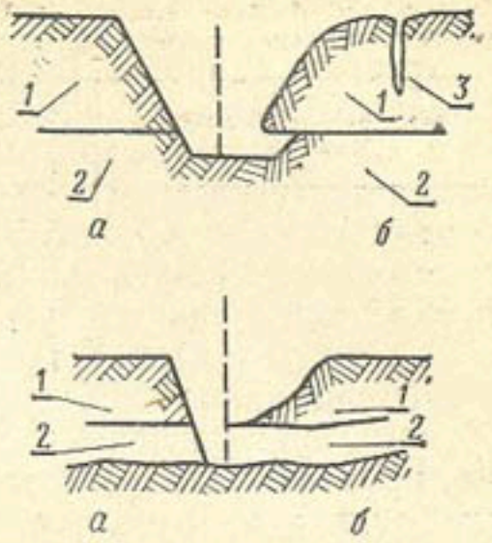


Рис. 41. Деформация откосов в результате вытекания разжиженного грунта из-под откоса канала:

а — до деформации; *б* — после деформации; *1* — торфяник; *2* — разжиженный грунт; *3* — трещина.

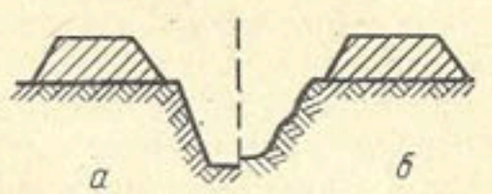


Рис. 42. Деформация канала от давления кавальера на откос:

а — до деформации; *б* — после деформации.

Мероприятия, направленные против отложения наносов, сводятся к борьбе с размывом русла, к задержанию талых и дождевых вод на водосборах или к устройству дополнительных нагорных каналов и созданию равномерных незаиляющих скоростей потока. В местах изменения уклона дна канала с большего на меньший устраивают отстойники.

§ 109. Деформация закрытых осушительных систем

Хорошо запроектированный и качественно построенный закрытый гончарный дренаж может исправно работать 50—100 лет, деревянный дощатый без консервирования древесины — 15—20 лет, а с предварительной консервацией — до 40 лет. Долговечность службы пластмассовых дренажей пока не подтверждена опытами. Можно предполагать, что при качественном строительстве этот тип дренажа может работать до 10—15 лет.

Деформация закрытого дренажа и устьев может быть обусловлена: физическими и биологическими процессами, происходящими в грунтах после отвода избытка влаги (осадка торфа, просадка минерального грунта в траншеях, оползни, обрушения откосов открытых каналов); воздействием внешних природных факторов (промерзание и вспучивание грунта, размывы, зарастание и закупорка корнями полостей коллекторов и дрен).

Самыми распространенными видами деформаций закрытых осушительных систем являются:

разрушение устьев коллекторов и дрен. Основной причиной этого вида деформаций служит сползание устьев оголовков в открытый канал. Сползание происходит из-за слабой подготовки основания под устья вследствие недоброкачественных изысканий и проектирования, а также некачественного выполнения строительных работ;

заиление устьев коллекторов в открытом водоприемнике, которое происходит от необоснованного назначения высоты устья относительно положения расчетного уровня воды в принимающем канале, уменьшения уклона коллектора к его устью, что приводит к уменьшению скоростей течения воды и отложению наносов. Во избежание этого вида деформаций необходимо дно коллектора располагать на 0,2—0,3 м выше расчетного уровня воды в принимающем воду канале или на 0,5 м выше его дна. Уклон дна коллектора к устью следует по возможности увеличивать;

подпор устья коллектора вследствие неправильного сопряжения устья с расчетным уровнем воды в канале. Во многих случаях это происходит из-за некачественного строительства;

заиление дренажных труб различными илистыми и железистыми соединениями. Особенно этот вид деформаций проявляется при закладке дренажа в пылеватых

глинах, песках, супесях, низинных торфах, грунтах, содержащих железистые соединения. Чтобы предупредить эти деформации, надо стыки обертывать стеклохолстом.

Строительство дренажа в плывунных грунтах встречает большие трудности. В этих условиях часто в дрены попадает грунт и происходит их закупорка. Опыт показывает, что если плывуны занимают большие площади, то до закладки дренажа необходимо оградить эту площадь контурными дренами, ловчими каналами для перехвата грунтовых вод, питающих плывуны, и строить дренаж только после предварительной подсушки и в сухое время года.

В некоторых случаях в дренажные трубы проникают корни растений. В торфяных грунтах дренажные полости зарастают реже, чем в минеральных. В дрены, работающие без застоя воды, корни растений не врастают. Меры борьбы — обсыпка труб шлаком или обмазка горячим асфальтом.

Корни древесно-кустарниковой растительности, растущей на полях, а также полевого хвоща, конского щавеля и других сорняков наносят большой вред дренажу. Особенно опасны корни ивы, ясеня, которые способны проникать не только через стыки гончарных труб, но и через стыки керамических раструбных труб. Проникая в трубы, корни этих растений очень быстро развиваются по всему поперечному сечению и за короткое время плотно закупоривают дрены на расстоянии 10—12 м, в результате сток из дрены прекращается.

Контрольные вопросы. 1. Виды деформаций осушительных каналов. 2. Причины возникновения деформаций осушительных каналов. 3. Предупреждение деформаций закрытой осушительной сети.

Глава 15
РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА В ХОЗЯЙСТВЕ И НА СИСТЕМЕ

§ 110. Требования, предъявляемые сельскохозяйственными растениями к водному режиму осушаемых почв

При интенсивном использовании осушаемых земель необходимо в почве поддерживать благоприятный для каждой культуры водный и связанные с ним воздушный, питательный и тепловой режимы.

Чтобы программировать урожайность каждой культуры, необходимо знать, в какие фазы их роста формируются те или другие элементы структуры урожая и как на них влияет водный режим почвы.

Каждая культура имеет свои особенности и свои критические периоды. Так, наибольшая потребность в воде и самое интенсивное использование питательных веществ приходятся: у овса и ячменя на 14—20-е сутки после всходов и на период выхода в трубку; у картофеля — на начало цветения и через 10—15 суток после начала цветения; у сахарной, столовой и кормовой свеклы — на период интенсивного роста листьев и утолщения корня; у белокочанной капусты — во время образования кочана.

Уровень оптимальной влажности в почве не остается одинаковым для разных растений. Он изменяется для одной и той же культуры в течение вегетации. Пределы колебаний оптимальных запасов влаги в почве зависят от культуры, а также от глубины грунтовых вод, влагоемкости почвы, метеорологических и других условий.

Верхний оптимальный предел многие исследователи рекомендуют принимать равным 0,9—1,0 наименьшей влагоемкости. Нижний оптимальный предел принимают для тяжелых почв (по механическому составу) 70—75%, средних — 65 и легких — 60%.

На осушаемых массивах растения страдают как от избытка, так и от недостатка влаги в почве.

Избытки воды образуются в начале весны и в периоды затяжных дождей, а недостатки влаги чаще всего отмечаются в конце весны и летом.

В период длительного избыточного увлажнения температура почвы на 1,5—3°С ниже по сравнению с нормально увлажненными участками, вследствие чего на 1—1,5 недели задерживается созревание растений. Недостаток кислорода в этот период угнетает жизнедеятельность аэробных бактерий и способствует накоплению в почве вредных для растений соединений, что также приводит к снижению урожая.

Недостаток влаги в почве весной приводит к плохой приживаемости рассады и изреживанию посевов, а летом — к торможению развития культуры.

Запас легкодоступной влаги для растений, а следовательно, и нормы полива, зависит от слоя, в котором

размещается основная масса корней растений. В свою очередь, глубина проникновения корней зависит от вида растений, водных свойств почвы, ее влагоемкости, глубины грунтовых вод, режима орошения и ряда других факторов. Так, этот слой колеблется: у зерновых — в пределах 15—32 см; у конопли — 35 см; у подсолнечника и кукурузы — 63—93 см; у свеклы кормовой и сахарной — 50—70 см. Наиболее активная часть корней (тонкие корневые волоски) из-за недостатка воздуха в торфяной почве располагается в слое 0—25, 0—35 см. Поэтому несмотря на большое количество влаги в осушаемом слое почвы растения часто страдают от ее недостатка в пахотном горизонте.

Влажность почвы находится в тесной связи с глубиной грунтовых вод. При поддержании уровня грунтовых вод на глубине, равной норме осушения, в средние и влажные годы влажность активного слоя почвы, как правило, находится в оптимальных пределах или близка к этой величине. В свою очередь, норма осушения изменяется во времени и зависит от многих других факторов. Практика эксплуатации осушительных систем показала, что летом трудно удержать уровень грунтовых вод на рекомендуемой глубине, особенно если система неводообеспечена. В то же время при интенсивном использовании осушаемых земель требуется оперативное управление влажностью почвы. Поэтому в последние годы норму осушения рекомендуют использовать как параметр, необходимый для определения глубины и частоты заложения регулирующей сети, а также для оценки эффективности работы осушительной системы в период ее эксплуатации.

На массивах, где верхний слой представлен маловодопроницаемыми глинистыми и тяжелосуглинистыми почвогрунтами, грунтовые воды обычно отсутствуют в летний период, а влажность почвы зависит в основном от погоды вегетационного периода. В этих условиях, чтобы поддержать влажность в оптимальных пределах, требуется сеть, которая позволила бы быстро отводить избыточные воды и орошать дождеванием в засушливые периоды. При этом поливные нормы устанавливают по дефициту влажности пахотного слоя.

Воздух в активном слое почвы — один из важных факторов, влияющих на рост и развитие растений. А. Н. Костяков указывал, что воздух в почве должен

обновляться в течение 7—8 суток, а количество воздуха в порах должно быть в пределах 20—25% под многолетними травами, 30—35% под пропашными и 30—40% под зерновыми культурами. Интенсивность воздухообмена в почве зависит от колебания температуры и давления воздуха в течение суток и от сроков и норм поливов.

§ 111. Способы регулирования водного режима на осушаемых землях

Главная задача службы эксплуатации осушительных систем — поддержание в корнеобитаемом слое почвы благоприятного для растений водно-воздушного режима при любых условиях погоды.

На осушительных системах создаются условия только для отвода избыточных вод и своевременного выполнения всего комплекса сельскохозяйственных работ по обработке почвы, уходу за посевами и уборке урожая. Это объясняется тем, что при проектировании системы все ее элементы рассчитывают на определенные проценты обеспеченности, которые определяют надежность ее работы. Например, горизонтальный керамический дренаж рассчитывают на 10%-ную обеспеченность весеннего стока. В этом случае уровень грунтовых вод в предпосевной период будет находиться на глубине 50—60 см

Таблица 25

Нормы осушения или минимальная глубина грунтовых вод на осушаемых землях, см

Культура	Предпосевной период	Первый месяц вегетации	Остальной период вегетации
Зерновые яровые	50—60	70—80	80—100
Зерновые озимые	50—60	70—80	80—90
Конопля	50—60	70—85	85—105
Картофель, сахарная и кормовая свекла	50—60	80—90	90—100
Овощи, подсолнечник, кукуруза на силос	50—60	70—80	80—100
Травы на сено	40—50	50—60	60—75
Травы на выпас	50—60	65—75	70—80

Примечание. Большие глубины принимают при осушении участков, где подстилающие грунты имеют тяжелый механический состав, и при грунтово-напорном водном питании.

от поверхности почвы. В период вегетации глубина грунтовых вод может быть больше или меньше нормы осушения, показанной в таблице 25.

Глубина грунтовых вод в значительной степени зависит от сочетания количества атмосферных осадков и суммарного испарения с поверхности почвы и растений. Если весна маловодная, то уже к началу весенних полевых работ глубина грунтовых вод может быть больше нормы осушения, и в пахотном слое образуется значительный дефицит влаги.

В зависимости от способа отвода воды из осушаемого слоя почвы и ввода ее в почву различают два способа осушения (поверхностный и внутрипочвенный) и три способа увлажнения (поверхностный самотечный, подпочвенный, дождевание).

Поверхностный способ осушения применяется при атмосферном, делювиальном и намывном водном питании осушаемого массива, где почвы имеют тяжелый механический состав. Вода собирается в разъемные, выводные борозды, ложбины, каналы-осушители и отводится открытой сетью в водоприемник.

Внутрипочвенный способ осушения применяется на массивах грунтового и грунтово-напорного водного питания, где почвы имеют коэффициент фильтрации 0,1—0,2 м/сут и более. Вода, фильтруясь из почвы, поступает в дрены или в каналы-осушители и отводится в водоприемник. Следует отметить, что в практике осушения отвод избыточной воды из осушаемого горизонта чаще всего производится закрытым (преимущественно керамическим) дренажем.

При поверхностном увлажнении вода распределяется по поверхности почвы путем напуска ее в лиманы, полосы и борозды. На осушаемых землях этот метод увлажнения имеет ограниченное применение. При подпочвенном увлажнении вода в почву поступает путем инфильтрации из дрен или каналов. Этот метод широко внедряется в практику, так как создаются условия максимального использования атмосферных осадков и грунтовых вод, поступающих на осушаемую территорию, особенно в вегетационный период.

При орошении сельскохозяйственных культур дождеванием вода под напором выбрасывается из дождевальных аппаратов в воздух и в виде искусственного дождя увлажняет приземный слой воздуха, растения и почву.

Этот метод нашел самое большое распространение на массивах, используемых под картофель, овощные и кормовые культуры, где построены осушительно-оросительные системы. На таких системах дренаж отводит избыточные воды, а сельскохозяйственные культуры поливают дождеванием.

Организация поверхностного стока. Работы по организации поверхностного стока службой эксплуатации осуществляются на всех осушаемых массивах и сводятся к планировке поверхности почвы, пахоте вдоль склона местности, устройству выводных борозд, своевременному ремонту осушительной сети и сооружений. Самое большое внимание этому вопросу следует уделять на массивах, где минеральные избыточно увлажненные почвы имеют тяжелый механический состав. Здесь осушительная система, состоящая из редкой сети открытых каналов, сочетается с агромелиоративными мероприятиями. Минеральные избыточно увлажненные земли тяжелого механического состава встречаются на пологих склонах и имеют большое распространение в Нечерноземной зоне РСФСР, Прибалтике, на Дальнем Востоке и других районах Советского Союза.

На таких массивах минеральные почвы имеют слабую структуру, плохую влагоемкость, а под пахотным горизонтом или на небольшой глубине залегает слабоводопроницаемый горизонт. Весной и в периоды затяжных дождей пахотный слой переувлажняется, а в понижениях вода долго застаивается на поверхности поля. Регулирующую осушительную сеть подбирают так, чтобы сброс поверхностных вод происходил весной, не более чем через 3—4 дня после окончания снеготаяния, а летом — через 1—2 дня. В комплекс агромелиоративных мероприятий входят: узкозагонная пахота, гребневание и профилирование поверхности почвы, выборочное бороздование, кротование, углубление пахотного слоя и повышение влагоемкости почвы.

На полях узкорядного посева пахоту производят загонами всвал и развал в направлении склона местности. Ширина загона 12—20 м. Разъемные борозды являются первичными элементами осушительной регулирующей сети. После окончания пахоты в поперечном направлении через 80—140 м под углом 54—60° прокладывают поперечные борозды, которые выводят в постоянную осушительную сеть.

Гребневание применяют при возделывании пропашных и овощных культур. Борозды между гребнями ускоряют отвод избыточных вод. Поля профилируют на участках с очень плоским рельефом, когда сток затруднен как по поверхности, так и по пахотному слою, а узкозагонная пахота не обеспечивает быстрого отвода избыточной воды. На Дальнем Востоке большое распространение получили пологие ложбины. После гребневания и профилирования полей, как и при узкозагонной пахоте, нарезают выводные борозды.

Выборочное бороздование применяют в тех случаях, когда поверхность осушаемой территории неровная, и в естественных понижениях вода долго застаивается. В этом случае плугом или канавокопателем нарезают борозды, которые выводят в открытые осушители.

Кротование применяют с целью накопления влаги в подпахотном слое. На участках, осушаемых закрытыми собирателями, оно ускоряет отвод избыточных вод.

Агромелиоративные мероприятия полезны только тогда, когда проводящая осушительная сеть и ограждающие каналы находятся в исправном состоянии. В этом случае с появлением избыточных вод на полях осушительная система как бы автоматически включается в работу в режиме осушения. Так как в процессе выполнения полевых работ выводные и разъемные борозды часто повреждаются, то служба эксплуатации должна систематически следить за их исправностью.

На участках, где рельеф плоский, закладывают закрытые собиратели, у которых траншейная засыпка имеет повышенную фильтрацию по сравнению с подпахотным горизонтом ненарушенного сложения. На таких участках снеговые и дождевые воды движутся не только по поверхности, но и по всей толще пахотного слоя. В закрытые собиратели вода поступает через засыпку дренажной траншеи и отводится закрытыми собирателями в открытые каналы.

При осушении частой сетью каналов-осушителей организация поверхностного стока сводится к устройству пологих ложбин, борозд и планировке поверхности почвы, своевременной ликвидации скотобойных кочек, своевременному удалению травяной и кустарниковой растительности в каналах и на охранных полосах.

На площади, осушаемой дренажем, чтобы ускорить поверхностный сток, кроме строительной планировки,

следует периодически производить планировку поверхности почвы, регулярно очищать смотровые колодцы и устья коллекторов, следить за работой поглотительных колодцев и срезать грунт вдоль каналов. Последнее мероприятие очень важное, так как при интенсивном использовании осушаемых влагоемких почв происходит значительное уплотнение осушаемого слоя. В результате этого через несколько лет после строительства системы полосы вдоль каналов оказываются на 10—15 см выше поверхности поля.

Сброс избыточной влаги из осушаемого слоя почвы. Скорость отвода избыточной воды из верхнего одного-метрового слоя почвы устанавливают при расчете расстояния между дренами или каналами. В процессе эксплуатации системы, чтобы ускорить отвод избыточной почвенной воды, почву рыхлят на глубину 50—60 см, а на кротоустойчивых грунтах строят кротовый дренаж или проводят кротование.

Кротовый дренаж закладывают на глубину 0,6—0,9 м. Расстояние между дренами принимают 5 м в тяжелых суглинистых и 10 м в среднесуглинистых и торфяных почвах. Кротование почвы производят одновременно со вспашкой. Глубина кротовин 40 см от поверхности почвы.

Кротовый дренаж и кротование в 1,5—2 раза увеличивают скорость отвода избыточных вод, особенно из слоя 0—60 см.

Орошение осушаемых земель. Поверхностное орошение осушаемых земель производят в основном весенними паводковыми водами. Оно обеспечивает увлажнение активного слоя почвы и аккумуляцию наносов, поступающих с водосбора вместе с паводковыми водами. А. Н. Костяков этот способ назвал удобрительным орошением.

Продолжительность затопления земель в поймах рек устанавливают по времени наступления второй фазы разлива реки и срокам развития многолетних трав под водой в первую фазу их роста.

Опыты, проведенные в поймах рек Яхромы, Москвы, Оки, Нерской и на других объектах, показали, что сроки окончания затопления распаханных участков целесообразно приурочивать к моменту окончания выхода почвенного воздуха. В большинстве случаев продолжительность затопления распаханной площади равняется 6—10 суткам.

Сроки затопления площади, занятой многолетними травами, устанавливают по сумме среднесуточных температур паводковой воды, от которой зависит процесс развития многолетних трав под водой в первую фазу их роста (табл. 26).

Таблица 26

Рекомендуемые сроки затопления лугов в зависимости от суммы температур паводковой воды

Вид трав	Сроки затопления, сут	Сумма температур паводковой воды, °С
Канареечник тростниковидный	30—40	140—160
Бекмания обыкновенная	30—40	140—160
Полевица белая	25—30	120—140
Мятлик болотный	25—30	120—140
Костер безостый	18—25	90—100
Лисохвост луговой	18—25	90—100
Тимофеевка луговая	12—17	70—80
Овсяница луговая	12—17	70—80
Клевер розовый	12—17	70—80
Клевер красный	12—17	70—80
Чина луговая	12—17	70—80
Мышиный горошек	12—17	70—80
Эспарцет	5—10	20—40

Во время затопления служба эксплуатации ведет наблюдения за температурой воды и, когда сумма ее приближается к рекомендуемой, сбрасывает воду с каждого лимана. Продолжительность затопления лугов по годам разная, так как весна может быть холодной или теплой, что сильно влияет на прогревание воды. Температура паводковой воды также зависит от глубины затопления пойменных земель. При большом слое воды наблюдается медленное ее прогревание и, наоборот, при небольшой норме затопления вода прогревается быстро. В последнем случае сроки затопления резко сокращаются.

При полном управлении сроками и глубиной затопления осушаемых земель нормы затопления могут быть в пределах 2—4 тыс. м³/га, что позволяет накопить слой наносов в пределах 0,2—0,4 м. Для этого строят продольные и поперечные валы, а в русле реки делают русловые шлюзы-регуляторы. Внутри обвалованных участков предусматривают водораспределительные и водосбросные каналы, которые отводят избыточную воду и увлажняют почву летом.

Подпочвенное увлажнение. Для увлажнения почвы путем подъема уровня грунтовых вод на осушаемых землях используют осушительные каналы, кротовый, керамический и пластмассовый дренаж.

Различают два вида подпочвенного увлажнения: предупредительное и увлажнительное.

Предупредительное увлажнение, или, как часто его называют, предупредительное шлюзование осушительной сети, применяется с целью максимальной аккумуляции грунтовых вод и атмосферных осадков на осушаемой территории, что позволяет улучшить водоснабжение растений в период их вегетации и уменьшить оросительную норму при увлажнении почвы другими способами. Для этого шлюзы на осушительной сети закрывают весной сразу после окончания посева сельскохозяйственных культур. В это время уровень грунтовых вод находится на глубине 60—70 см от поверхности почвы. За счет прекращения дренажного стока можно накопить 200—400 м³/га воды и отодвинуть сроки образования значительного дефицита влаги в почве на более поздние фазы развития растений. Если шлюзы закрыты и в течение остального периода вегетации, то все осадки или большая их часть также аккумулируются на осушаемой территории. Шлюзы открывают только в периоды выпадения обильных дождей и в конце вегетации, чтобы проветрить почву и понизить уровень грунтовых вод к моменту уборки урожая.

Однако как самостоятельный вид увлажнения он не дает большого эффекта, так как невозможно управлять влажностью почвы с учетом погоды вегетационного периода и требований сельскохозяйственных культур.

Предупредительное шлюзование применяют на массивах с ограниченной водообеспеченностью и в тех случаях, когда нет источников орошения, а также на обвалованных участках с откачкой воды насосными станциями. Чаще всего этот способ применяют в сочетании с мероприятиями по регулированию влажности почвы в основной период вегетации.

Увлажнительное шлюзование позволяет поддерживать влажность в корнеобитаемом слое почвы в заданных для растений оптимальных пределах. Увлажнение почвы достигается резким подъемом уровня грунтовых вод или поддержанием его на заданной глубине. Выбор того или иного приема увлажнения зависит от конструкции системы, климатических условий, почв и выращиваемых культур.

Резкое повышение уровня грунтовых вод с последующим отводом гравитационной воды допускается на массивах, где летом могут выпадать ливневые дожди. Это связано с тем, что после ливневых дождей может произойти значительное повышение уровня грунтовых вод и длительное подтопление корневой системы растений. В ряде случаев после такого увлажнения систему включают в работу в режиме осушения, чтобы понизить уровень грунтовых вод на глубину 60—70 см от поверхности почвы. После этого сооружения на осушительной сети закрывают. Такой прием позволяет максимально использовать оросительную воду, поступающие на осушаемую территорию грунтовые воды и атмосферные осадки. В южных районах нашей страны, где в летний период ливневые дожди не вызывают резкого подъема уровня грунтовых вод, их уровень поддерживают на глубине, обеспечивающей оптимальную влажность почвы с учетом глубины проникновения в глубь почвы корней растений, то есть весной уровень должен быть на глубине 50—60 см, а в течение вегетации его постепенно снижают. Когда полностью разовьется корневая система у растений, грунтовые воды поддерживают на глубине 70—110 см от поверхности почвы.

Увлажнение почвы путем шлюзования каналов-осушителей. Увлажнение почвы путем инфильтрации воды из каналов в почву применяют на участках, где верхний слой торфяник или аллювиальные суглинки толщиной не более 1 м, а ниже залегают средне- или крупнозернистые пески. Коэффициент фильтрации песчаного горизонта должен быть более 1 м/сут. В этом случае через дно канала-осушителя вода фильтруется в песчаную толщу, в результате чего происходит подъем уровня грунтовых вод между каналами и капиллярное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы.

Скорость подъема уровня грунтовых вод зависит от состояния каналов, уровня воды в них, расстояния между каналами, степени иссушения почвы и фильтрационных свойств почвогрунтов.

В свежевырытом канале скорость подъема уровня грунтовых вод уменьшается по мере удаления от шлюзуемого канала. Опыты, проведенные работниками службы эксплуатации на Марьинском массиве Оресской осу-

шительной системы, расположенной в Минской области, показали, что на участках, где слой торфяника 0,7—1,5 м, а ниже залегает мощный слой песка, при наполнении каналов до 1 м шлюзование сказалось в сторону на расстоянии 100—150 м. Интенсивность подъема уровня грунтовых вод резко затухала с удалением от канала. Средняя скорость подъема грунтовых вод была 2,5 м/сут. При этом у шлюзуемого канала она равнялась 4,5—5 см/сут, на расстоянии 40 м—2—3 см/сут и 80 м—1—2 см/сут. На расстоянии 50—60 м от шлюзуемого канала капиллярное насыщение корнеобитаемого слоя почвы происходило через 10—12 суток. В то же время в случае образования наносов в каналах слоем 10—20 см скорость подъема уровня грунтовых вод уменьшалась в 1,7—2 раза. Одновременно резко уменьшалось влияние шлюзования в сторону от канала. Таким образом, при увлажнении осушаемого слоя почвы путем инфильтрации воды из каналов большое внимание следует уделять состоянию открытых осушителей.

Шлюзование открытой осушительной сети эффективно только в том случае, когда можно подавать воду в истоки шлюзуемых каналов из водохранилищ или других источников орошения. Шлюзы на крупных каналах располагают из условий обводнения увлажняемого массива, а сооружения на регулирующей сети размещают из условий превышения дна канала между ними не более чем на 0,3 м.

Требуемый расход и время шлюзования рассчитывают по нижеприведенным формулам. Расчетная схема показана на рисунке 43. Расход воды по длине канала за время инфильтрации на расстоянии L (рис. 43) рассчитывают по формуле А. Н. Костякова:

$$Q_1 = \frac{K_\Phi}{L}(H^2 - H_0^2), \qquad (69)$$

где K_Φ — коэффициент фильтрации почвогрунта, м/сут.

Расход на подъем уровня грунтовых вод с первоначальной глубины H_0 до H_2 вычисляют по формуле:

$$Q_2 = \frac{K_\Phi}{L}(H^2 - H_2^2). \qquad (70)$$

Средний расход равен $Q_c = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$.

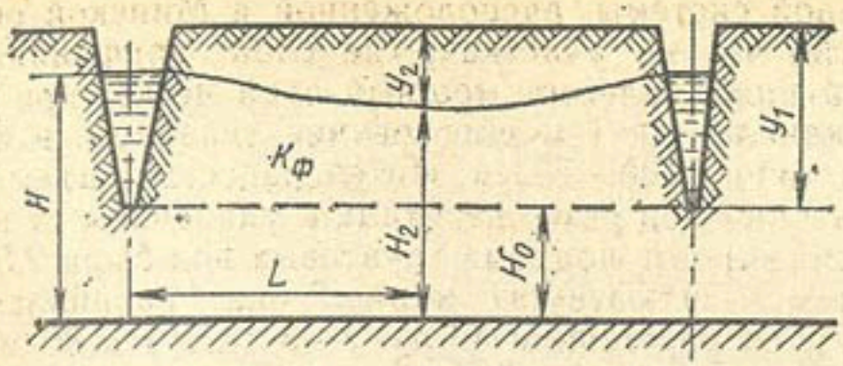


Рис. 43. Схема к расчету шлюзования открытой осушительной сети.

Время шлюзования определяют по формуле:

$$t = \frac{5n\,\delta L^2}{2K_\Phi(H + H_0)}, \qquad (71)$$

где t — общее время шлюзования, сут; n=0,5—0,66; δ — коэффициент свободной пористости.

Шлюзование открытых каналов и увлажнение почвы с помощью кротового дренажа. Увлажнение корнеобитаемого слоя почвы с помощью кротового дренажа можно применять на беспнистых болотах при разложении торфяника не более 45—50% и на незасоренных камнями минеральных землях при показателе устойчивости грунта у стенок кротовин $\rho < 0{,}3$. Устойчивость грунта в стенках кротовых дрен определяют по соотношению:

$$\rho = \frac{\Phi_1}{\Phi_2}, \qquad (72)$$

где Φ_1 — процент фракций диаметром 0,05—0,005 мм по микроагрегатному анализу; Φ_2 — процент фракций диаметром 0,05—0,005 мм по механическому анализу.

Для увлажнения почвы воду подают в шлюзуемый канал (рис. 44). Над устьями дрен создается напор, равный 0,5—0,9 м, в результате чего происходит подъем уровня грунтовых вод и капиллярное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы. Кротовый дренаж используют и для отвода избыточных вод в периоды высокого стояния грунтовых вод.

Расстояние между кротовыми дренами для осушения и увлажнения принимают без расчета в пределах 5—15 м на низинных болотах, 5—10 — на переходных болотах и средних суглинках и 2—5 м — на тяжелых суглинках.

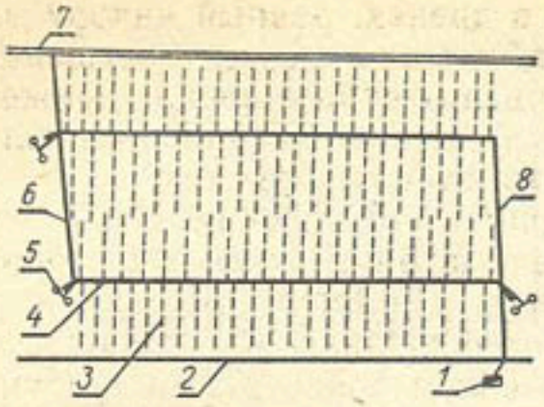


Рис. 44. Увлажнение с помощью кротовых дрен:

1 — шлюз-регулятор; *2* — магистральный осушительный канал; *3* — кротовые дрены; *4* — открытые коллекторы; *5* — трубчатый регулятор; *6* — обводной канал; *7* — нагорный канал; *8* — транспортирующий канал.

В процессе эксплуатации системы расстояние между дренами уточняют, исходя из скорости подъема или снижения уровня грунтовых вод. Скорость подъема уровня грунтовых вод должна быть 4 см/сут и более.

Шлюзование открытых проводящих каналов и увлажнение почвы с помощью трубчатого дренажа. На массивах грунтового водного питания шлюзование открытых проводящих каналов с целью увлажнения почвы с помощью трубчатого дренажа во многих случаях не дает положительного результата. Это объясняется тем, что при проектировании закрытой осушительной сети коллекторы и дрены в плане и вертикальной плоскости располагают так, чтобы в конечном итоге была построена наиболее экономичная и надежно работающая закрытая осушительная система. С этой целью открытые проводящие каналы располагают по самым низким местам осушаемой ими площади. Коллекторы намечают по наибольшему уклону местности, а дрены — под острым углом к горизонталям местности, чтобы глубина по всей длине каждой дрены была примерно одинаковой и равнялась 1—1,1 м.

Исходя из основных условий проектирования закрытой осушительной системы и принимая длину коллектора 500 м и дрен 150 м получается, что при минимальных уклонах дренажных линий минимальная разность отметок между поверхностью земли над верхней дреной и устьем коллектора равна 1,4—1,6 м. Если принять скорость течения воды в дренах 0,5 м/с, то эта разность увеличится в 2 раза и достигнет 3 м. В этих условиях дренажно-коллекторная сеть будет работать нормально в режиме осушения. При шлюзовании открытых собирателей подпор устья коллектора всегда будет меньше разности отметок между его устьем и поверхностью земли над верхней дреной. Следовательно, в этих условиях

нельзя создать напор воды в дренах, равный напору воды над дренами в период работы их в режиме осушения. Кроме того, в период шлюзования вода в дренах движется против уклона, поэтому расход на увлажнение получается меньше максимального дренажного стока.

Чтобы выяснить возможности увлажнения почвы, осушаемой дренажем, путем шлюзования открытых собирателей, были проведены опыты в пойме р. Москвы и на Оресской осушительной системе Минской области на участках с различным сложением почвогрунтов, различной длиной коллекторов и разной степенью выраженности рельефа осушаемой площади.

В результате исследований было установлено, что шлюзование открытых собирателей при осушении закрытым дренажем возможно только в том случае, когда рельеф осушаемой площади ровный, дрены заложены в подстилающий песчаный горизонт, а длина коллекторов не превышает 250 м. В этом случае достаточно создать напор в дренах, равный 0,5—0,7 м, чтобы вода из дрен растекалась по песчаному слою в стороны от них и создавались условия увлажнения корнеобитаемого слоя почвы. К концу увлажнения уровень грунтовых вод должен находиться на глубине не более 60 см от поверхности почвы. В случае, когда дрены заложены в слабоводопроницаемый горизонт, даже на участках, где уклон поверхности выражен слабо и напор над устьем коллектора будет достигать 90—120 см, шлюзование не дает необходимого положительного результата. В этом случае наблюдается незначительный и неравномерный подъем уровня грунтовых вод, а в корнеобитаемом слое почвы не накапливается достаточное количество влаги для нормального развития растений.

Увлажнение почвы при подаче воды в дренаж под напором. Для увлажнения почвы с использованием трубчатого дренажа применяются осушительно-увлажнительные системы. Эти системы имеют элементы, позволяющие включать всю систему в работу в режиме осушения и увлажнения почвы.

Принцип работы закрытой осушительно-увлажнительной системы следующий. Во время высокого стояния уровня грунтовых вод на осушаемой площади дренаж работает на отвод избыточных вод. В это время задвижки в приемных колодцах закрыты, а в сбросных открыты. Для увлажнения почвы задвижки на коллекторах

закрывают и открывают в приемных колодцах. В приемные колодцы воду подают расходом, обеспечивающим поддержание уровня воды в них на отметке, равной поверхности земли над верхними дренами. В этом случае создается напор воды в дренах, равный глубине их заложения.

За время подачи воды в дренаж происходит подъем уровня грунтовых вод и капиллярное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы. Воду в дренаж подают в течение 6—11 суток. После окончания увлажнения в течение 1—2 ч промывают дренажную сеть, закрывают задвижки в приемных колодцах, и система работает на отвод избыточных вод, образовавшихся за время подачи оросительной воды, чтобы понизить уровень грунтовых вод на глубину 60—70 см от поверхности почвы. В периоды между увлажнениями затворами сооружений маневрируют с учетом мероприятий, предусмотренных в хозяйственном плане регулирования водного режима.

Орошение дождеванием. На осушаемых землях орошение дождеванием применяют на площадях атмосферного водного питания, которые используют под овощные, кормовые севообороты, сенокосы и пастбища. Почвы этих площадей должны иметь легкий или тяжелый механический состав, или должны быть представлены сильноразложившимися торфяниками.

Конструкция оросительной сети зависит от рельефа местности, водно-физических свойств почвы, схемы осушительной сети, условий водозабора и видов дождевальных машин.

При самотечном заборе воды из источника орошения, благоприятном рельефе осушаемой площади (уклоны 0,0005—0,001) на средне- и тяжелосуглинистых почвах проектируют открытую оросительную сеть, обеспечивающую полив сельскохозяйственных культур такими дождевальными машинами, как ДДА-100МА и ДДН-100.

В случае забора воды насосной станцией оросительная сеть может быть закрытой или комбинированной.

Закрытая оросительная сеть состоит из магистрального трубопровода, транспортирующего воду от водозабора до орошаемого участка, распределительных трубопроводов, распределяющих воду между полевыми трубопроводами, и полевых, из которых воду забирают дождевальные машины или установки. Ее проектируют на участках со сложным рельефом местности, где почвы

торфяные, легкосуглинистые или песчаные. Закрытую сеть проектируют и на участках, где рельеф местности и почвы позволяют строить открытую оросительную сеть, но сельскохозяйственные культуры в этом случае поливают широкозахватными дождевальными машинами.

Комбинированная оросительная сеть состоит из закрытых стационарных трубопроводов, обеспечивающих подачу воды до поля, и открытых оросителей, из которых воду забирают дождевальные машины. Ее применяют на участках, где уровень воды в источнике орошения расположен ниже орошаемой площади. На таком орошаемом участке рельеф и почвы должны позволять строить открытые оросители.

Из дождевальных машин на осушаемых землях часто применяют ДДА-100МА, ДДН-70, ДДН-100, «Фрегат», «Волжанку», «Днепр».

§ 112. Хозяйственный план регулирования водного режима

Чтобы регулировать водный режим на осушительных системах двустороннего действия, составляют хозяйственный план. В нем намечают мероприятия по управлению влажностью почвы в зависимости от погоды, конструкции системы и требований сельскохозяйственных культур.

Для составления таких планов необходимо иметь: схему осушительно-увлажнительной системы в масштабе 1 : 10 000, почвенную карту, сведения о водных свойствах основных почвенных разностей, план размещения сельскохозяйственных культур, данные о колебании уровня грунтовых вод, месячные прогнозы погоды на текущий год, дождевальную и поливную технику.

На основе этих материалов составляют ведомость водного режима, таблицу сроков и норм полива и сброса избыточных вод для расчетного или текущего года и оперативный план регулирования водного режима.

Ведомость водного режима. В проектах строительства системы ведомости водного режима для каждого севооборота составляют для среднесухого, среднего и средневлажного годов по декадам на весь период вегетации. На текущий год ведомость рассчитывают для года, который чаще всего повторяется в конкретных условиях. Если сельскохозяйственное использование земли и пока-

затели работы системы не меняются, то ежегодно ведомость составлять не нужно. Ее обновляют по мере накопления данных, входящих в расчетные зависимости.

Динамику влажности почвы и основные мероприятия, связанные с регулированием водного режима, устанавливают на основе подсчета баланса влаги в корнеобитаемом слое почвы, режима грунтовых вод, осадков, температуры воздуха и водопотребления сельскохозяйственных культур (табл. 27).

При составлении ведомости расчетный слой почвы выписывают по декадам с учетом глубины распространения основной массы корней растений. Корневая система у различных сельскохозяйственных культур неодинаковая. В связи с этим в расчетные периоды необходимо принимать разный расчетный слой почвы.

В то же время у культур с одинаковым периодом вегетации расчетный слой почвы отличается мало. Чтобы уменьшить объем расчетов, все культуры, входящие в севооборот, по срокам вегетации можно объединить в три группы. Первая группа — ранние культуры (зернобобовые, капуста ранняя, картофель ранний и др.), период вегетации — 80—90 дней. Вторая группа — среднеспелые культуры (картофель поздний, капуста средняя, кукуруза на силос и др.), период вегетации — 100—110 дней. Третья группа — поздние культуры (капуста поздняя, морковь, свекла столовая, сахарная, кормовая и др.), период вегетации — 120—130 дней. Многолетние травы в год посева можно включить в третью группу. Период вегетации для них устанавливают в зависимости от сроков посева. Травы второго, третьего года пользования следует выделять в самостоятельную группу (четвертую), так как в начале вегетации они имеют хорошо развитую корневую систему, и период вегетации у них значительно больше, чем у всех однолетних культур. Расчетный слой принимают по ведущей культуре в группе для данного севооборота. Ведущую культуру в группе устанавливают по прибыли или объему продукции.

Сведения о водных свойствах основных почвенных разностей берут из проекта строительства системы или их определяют работники гидрогеолого-мелиоративной партии.

На основе почвенной карты массива с учетом контуров почвенных разностей, планируемого размещения культур и глубины корневой системы растений в табли-

Таблица 27

Ведомость водного режима ($м^3$/га) на полях овоще-кормового севооборота
первого отделения совхоза _____ на 19___ г.

Месяц	Декада	Температура воздуха t, °С	Глубина грунтовых вод H, см	Расчетный слой $h_к$, с, см	Водные свойства почвы: полная влагоемкость ПВ	Водные свойства почвы: важность завядания ВЗ	Водные свойства почвы: наименьшая влагоемкость НВ	Водные свойства почвы: нижний предел оптимальной влажности НОП	Приход и расход воды: запас влаги в слое при-роста корневой системы ΔW	Приход и расход воды: использованные осадки p	Приход и расход воды: подпитывание грунтовыми водами корнеобитаемого слоя почвы $E_г$	Приход и расход воды: водопотребление E	Запасы влаги в расчетном слое на: начало декады $W_н$, $м^3$	Запасы влаги в расчетном слое на: конец декады $W_к$, $м^3$	Баланс влаги в расчетном слое: избыток $И$	Баланс влаги в расчетном слое: недостаток $Н$	Норма увлажнения: принятая m	Норма увлажнения: капиллярная $m_к$	Норма увлажнения: максимальная m_{max}
1-я группа. Ранние культуры (зернобобовые, картофель ранний, капуста ранняя и др.). Почвы _____																			
Май	II			10															
	III			20															
Июнь	I			30															
	II			40															
	III			50															
Июль	I			60															
	II			60															
	III			60															
2-я группа. Среднеспелые культуры (картофель поздний, капуста средняя, кукуруза на силос и др.). Почвы _____																			
Май	II			10															
	III			20															
Июнь	I			30															
	II			40															
	III			50															

Продолжение

Месяц	Декада	Температура воздуха t, °С	Глубина грунтовых вод H, см	Расчетный слой $h_к$, c, см	Водные свойства почвы: полная влагоемкость ПВ	влажность завядания ВЗ	наименьшая влагоемкость НВ	нижний предел оптимальной влажности НОП	Приход и расход воды: запас влаги в слое проростка корневой системы растения ΔW	использование осадков P	подпитывание грунтовыми водами корнеобитаемого слоя почвы $E_г$	волнотребление E	Запасы влаги в расчетном слое на начало декады $W_н$, мм	Запасы влаги в расчетном слое на конец декады $W_к$, мм	Баланс влаги в расчетном слое: избыток $И$, мм	недостаток $Н$, мм	Норма увлажнения: принятая m, мм	наименьшая $m_к$, мм	наибольшая m_{max}, мм
3-я группа. Поздние культуры (капуста поздняя, морковь, свекла столовая, кормовая, сахарная и др.). Почвы —																			
Май	I			10															
	II			20															
	III			30															
Июнь	I			40															
	II			50															
	III			60															
Июль	I			70															
	II			70															
	III			70															
Август	I			70															
	II			70															
	III			70															
Сентябрь	I			70															
	II			70															
Июль	I			60															
	II			60															
	III			60															
Август	I			60															
	II			60															
	III			60															

цу 27 вписывают полную влагоемкость ПВ, наименьшую влагоемкость НВ и влажность устойчивого завядания ВЗ.

Нижний предел оптимальной влажности устанавливают, исходя из хозяйственных условий и отзывчивости растений на поливы. Нижний оптимальный предел влажности для минеральных почв, содержащих до 7—12% органических веществ, принимают в пределах 0,5 ПВ. Для почв, содержащих значительное количество органических веществ, его рассчитывают по зависимости:

$$НОП = \frac{НВ + ВЗ}{2}. \qquad (73)$$

где НВ — наименьшая влагоемкость расчетного слоя, м³/га; ВЗ — влажность устойчивого завядания расчетного слоя почвы, м³/га.

Динамику влажности почв определяют на основе подсчета баланса влаги в корнеобитаемом слое почвы. Запасы воды в корнеобитаемом слое почвы рассчитывают по формуле:

$$W_к = W_н + \Delta W + P + E_г + z - E, \qquad (74)$$

где $W_н$, $W_к$ — запасы влаги в расчетном слое почвы на начало и конец расчетного периода, м³/га; P — атмосферные осадки, влияющие на изменение запаса влаги в расчетном слое почвы, м³/га; $E_г$ — подпитывание корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами, м³/га; z — конденсация водяных паров из воздуха за расчетный период, м³/га; E — транспирация влаги и испарение с поверхности почвы (водопотребление), м³/га; ΔW — запас влаги в слое прироста корневой системы растений за расчетный период, м³/га.

Запас влаги в слое прироста корневой системы растений за расчетный период определяют по формуле С. Ф. Аверьянова, уточненной П. А. Волковским с учетом проникновения корней растений в почву и глубины залегания уровня грунтовых вод:

$$\Delta W = \Delta ПВ \sqrt{1 - \frac{y}{H_к}\left[1 - \left(\frac{ВЗ_о}{П_о}\right)^2\right]}, \qquad (75)$$

где ΔПВ — полная влагоемкость в слое прироста корневой системы растений, м³/га; $П_о$ и $ВЗ_о$ — средние пористость и влажность завядания в процентах к объему почвы в слое y (табл. 28); y — расстояние от уровня грунтовых вод до середины прироста корневой системы за расчетный период, м; $H_к$ — максимальная высота капиллярного поднятия (табл. 29).

Если $y \geqslant H_к$, то влажность в слое прироста корневой системы не рассчитывают по формуле (75), а принимают

Таблица 28

Водные свойства (процент от объема почвы) **основных почвенных разностей** (Москворецкая пойма)

Водные свойства	Горизонт, см									
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100
Супесчаные										
Пористость	68,0	67,6	34,0	33,5	26,2	26,0	31,0	31,0	30,2	36,0
Влажность завядания	18,8	24,0	5,2	5,6	6,4	6,2	6,0	6,6	7,2	6,8
Наименьшая влагоемкость	55,0	55,0	20,0	20,0	19,0	15,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Легкие суглинистые										
Пористость	50,8	50,6	49,6	56,0	60,0	60,0	47,0	64,0	50,0	51,4
Влажность завядания	22,6	20,6	20,6	34,6	26,0	20,0	20,0	20,0	24,6	24,6
Наименьшая влагоемкость	40,0	40,0	30,0	43,0	47,0	47,0	33,0	50,0	38,0	38,5
Среднесуглинистые										
Пористость	60,0	56,0	59,0	76,5	66,0	66,0	60,0	64,0	64,0	64,0
Влажность завядания	32,0	30,8	30,8	23,3	31,0	28,0	28,4	22,4	25,4	25,4
Наименьшая влагоемкость	46,0	44,0	46,0	64,0	53,0	53,0	46,0	50,0	50,0	50,0
Перегнойно-торфяные										
Пористость	77,6	76,4	74,0	74,0	30,0	62,0	73,0	63,0	60,0	55,0
Влажность завядания	17,8	18,3	25,8	26,9	19,3	21,2	19,7	29,6	25,6	23,9
Наименьшая влагоемкость	64,6	64,0	61,5	61,5	62,3	61,0	60,0	52,0	49,0	43,0
Торфяные										
Пористость	83,4	83,3	79,9	82,3	30,3	78,0	73,4	84,5	85,5	96,0
Влажность завядания	37,0	40,8	38,0	26,8	26,0	24,8	21,2	22,4	21,2	23,4
Наименьшая влагоемкость	71,4	71,2	64,0	65,0	62,5	66,0	60,6	70,0	71,0	73,0

равной наименьшей влагоемкости с учетом коэффициента насыщения этого слоя водой

$$\Delta W = K_{\text{н}} \Delta \text{НВ}, \qquad (76)$$

где $K_{\text{н}}$ — коэффициент, учитывающий насыщенность расчетного слоя влагой. Его определяют работники гидрогеолого-мелиоративной партии путем прямых замеров; ΔНВ — наименьшая влагоемкость в слое прироста корневой системы растений, м³/га.

Таблица 29

Средние значения пористости и высоты капиллярного поднятия

Почвогрунт	Количество частиц меньше 0,005 мм, %	Пористость $П$, % от объема почвы	Высота эффективного капиллярного поднятия, м	Максимальная высота капиллярного поднятия $H_{\text{к}}$, м	Коэффициент фильтрации $K_{\text{ф}}$, м/сут
Глина:					
тяжелая	75	55—65	0,6—0,8	3—4	0,03—0,005
обыкновенная	45—75	45—60	0,5—0,6	2—3	0,05—0,1
Суглинок:					
тяжелый	40	45—55	0,5—0,6	1,5—3	0,05—0,5
средний	30	40—52	0,4—0,6	1—2	0,1—0,8
легкий	25	38—50	0,4—0,6	1,2—2	0,5—1
супесчаный	10—20	30—48	0,3—0,5	1—1,2	1—2
Песок чистый	2—10	30—48	0,1—0,2	0,2—0,4	1—8
Песок глинистый		32—40	0,4—0,6	1—1,2	0,1—1
Торфяник низинный:					
малоразложившийся		60—90	0,2—0,4	0,3—0,6	1—5
среднеразложившийся		60—87	0,4—0,7	0,6—1	0,2—1
сильноразложившийся		60—76	0,5—0,7	0,8—1,2	0,01—0,5
Иловатый					0,008—1

Осадки, влияющие на изменение запасов влаги в расчетном слое почвы, рассчитывают по зависимости:

$$P = K O, \qquad (77)$$

где O — общее количество осадков, выпавших за расчетный период, м³/га; K — коэффициент использования осадков.

Коэффициент использования осадков, то есть осадков, влияющих на изменение запасов влаги в расчетном слое почвы, принимают без учета их количества, израсходованного на смачивание листьев растений и поверхности почвы. Этот коэффициент вычисляют по зависимости:

$$K = \frac{O_1}{O}, \qquad (78)$$

где O_1 — сумма осадков, выпавших за расчетный период слоем более 5 мм.

Коэффициент использования осадков меняется во времени и зависит также от влажности почвы и интенсив-

ности дождя. Например, весной, когда почва достаточно увлажнена, часть осадков стекает по ее поверхности или отводится дренажной сетью. В этом случае коэффициент K сильно уменьшается. Летом, когда грунтовые воды находятся глубоко от поверхности почвы или почва иссушена, выпадающие осадки, как правило, полностью вмещаются в расчетном слое. Тогда коэффициент K принимают максимальным, то есть из расчета исключают только осадки, расходующиеся на смачивание листьев растений. Для расчета осадков, используемых на увлажнение почвы за вегетацию, коэффициент K можно принимать равным 0,7, а в процессе эксплуатации системы его необходимо уточнять, исходя из конкретных условий.

Транспирацию влаги и испарение с поверхности почвы (водопотребление) можно рассчитать по общеизвестным формулам или по формулам, выведенным для конкретного района. Водопотребление можно рассчитать по формуле П. А. Волковского, в которой учитываются влажность почвы и среднесуточные температуры воздуха, м³/га:

$$E = K_и \Sigma t, \qquad (79)$$

где $K_и$ — испарение в м³/га на 1°С среднесуточной температуры воздуха (модуль испарения); Σt — сумма среднесуточных температур воздуха за расчетный период, °С.

Модуль испарения $K_и$ определяют по кривой, изображенной на рисунке 45, в зависимости от влажности расчетного слоя почвы. Так, если в расчетную декаду средняя оптимальная влажность расчетного слоя почвы равняется 70% ПВ, то по графику $K_и = 2$ м³/га на 1°С среднесуточной температуры. Принимая расчетный период, равный одной декаде, формулу (79) можно записать в следующем виде:

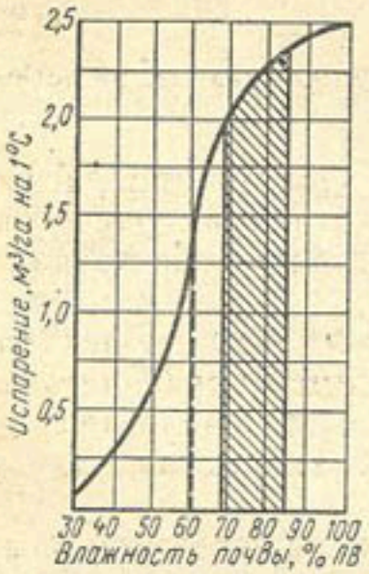


Рис. 45. Зависимость между модулем испарения и влажностью почвы.

$$E = 2 \cdot 10t, \qquad (80)$$

где t — средняя температура воздуха за расчетную декаду, °С.

Подпитывание корнеобитаемого слоя почвы грунтовыми водами рассчитывают по формуле, предложенной И. А. Шаровым и С. Ф. Аверьяновым,

$$E_г = E_0 \left(1 - \frac{h}{H_к}\right)^n, \qquad (81)$$

где E_0 — суммарное максимальное испарение при наибольшем увлажнении почвы, м³/га; $H_к$ — максимальная или критическая глубина грунтовых вод, при которой отмечается заметное испарение с поверхности грунтовых вод, м³/га; n — показатель степени, изменяющийся от 1 до 3. В формуле И. А. Шарова $n=1$, а в формуле С. Ф. Аверьянова $n=1-3$. Обычно его принимают равным 2; h — расстояние от уровня грунтовых вод до середины корнеобитаемого слоя почвы, м.

Наблюдения за влажностью почвы, высотой капиллярного поднятия на полях, занятых сельскохозяйственными культурами, и глубиной грунтовых вод показали, что для правильного определения $E_г$ необходимо h принимать с учетом развития корневой системы растений и сложения грунтов в слое выше уровня грунтовых вод:

$$h = H - \frac{h_{кс}}{2}, \qquad (82)$$

где H — средняя глубина грунтовых вод за расчетный период, м; $h_{кс}$ — глубина распространения основной массы корней растений.

Суммарное максимальное испарение с поверхности почвы при наибольшем ее увлажнении может быть рассчитано по формулам испаряемости или испарения с поверхности пресных водоемов. Его можно вычислять и по формуле (83), принимая $K_и = 2{,}5$ м³/га на 1°С,

$$E_0 = 2{,}5 \Sigma t, \qquad (83)$$

где Σt — сумма среднесуточных температур воздуха за расчетный период, °С.

Конденсацией водяных паров из воздуха при расчете водного баланса можно пренебречь, так как расчетные периоды небольшие, обычно их принимают в пределах 10 суток.

При расчете динамики влажности почвы по декадам или по расчетным периодам необходимо определять запас влаги на начало и конец декады или расчетного периода. Запас влаги на конец любой декады находят по формуле (74).

Запас влаги на начало первой декады вегетации обычно принимают равным наименьшей влагоемкости НВ.

Чтобы определить запас влаги на начало следующей расчетной декады, необходимо установить избыток или недостаток влаги в конце предыдущей декады. Для это-

го влажность почвы на конец предыдущей декады сравнивают с верхним и нижним пределами оптимальной влажности почвы за этот же расчетный период. При сравнении может быть три случая, от которых зависит определение влажности почвы на начало следующей расчетной декады.

1. Влажность почвы в расчетном слое на конец декады или расчетного периода оказалась больше наименьшей влагоемкости, то есть $W_к > НВ$. Избыток воды вычисляют по зависимости:

$$И = W_к - НВ. \quad (84)$$

Избыток воды может образоваться в результате выпадения большого количества атмосферных осадков, особенно при близком залегании уровня грунтовых вод. Эта избыточная вода может разместиться ниже расчетного горизонта или поступить в грунтовые воды, откуда ее надо отводить дренажной сетью.

Влажность на начало следующей расчетной декады принимают равной наименьшей влагоемкости:

$$W_{н.с} = НВ_{пред} \cdot \quad (85)$$

2. Запасы влаги к концу расчетного периода находятся в оптимальных пределах, то есть $НВ > W_к > НОП$. Влажность почвы на начало следующего расчетного периода определяется по формуле:

$$W_{н.с} = W_{к.пред} \cdot \quad (86)$$

3. Запас влаги в расчетном слое почвы к концу декады или расчетного периода оказался меньше нижнего предела оптимальной влажности, то есть $W_к < НОП$. В этом случае необходимо определить недостаток влаги до нижнего оптимального предела, максимально возможную норму увлажнения для расчетного слоя и принять норму увлажнения с учетом способа увлажнения.

Недостаток влаги до нижнего оптимального предела рассчитывают по выражению:

$$H = НОП - W_к \cdot \quad (87)$$

Максимальную норму увлажнения находят по зависимости:

$$m_{max} = НВ - W_к \cdot \quad (88)$$

Норму увлажнения m принимают такую, которая позволяет создать запасы влаги, близкие к среднему или верхнему оптимальному пределу. Тогда влажность на

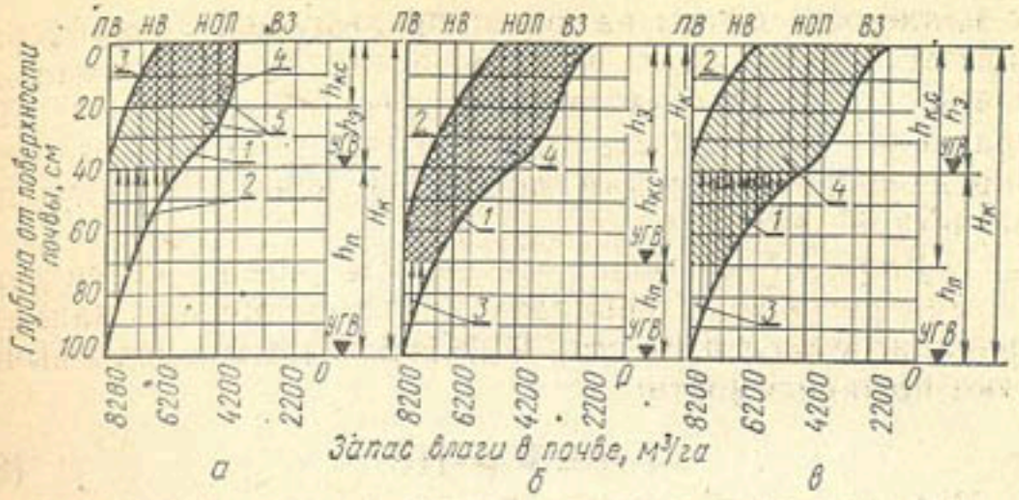


Рис. 46. Изменение запаса влаги в почве:

а — корнеобитаемый слой меньше высоты эффективного капиллярного поднятия; *б* — корнеобитаемый слой больше высоты эффективного капиллярного поднятия; *в* — корнеобитаемый слой больше высоты эффективного капиллярного поднятия. К концу увлажнения уровень грунтовых вод устанавливается на глубине, равной высоте эффективного капиллярного поднятия: *1* — кривая изменения влажности в почвенном профиле до увлажнения; *2* — запас влаги m, необходимый на подъем уровня грунтовых вод на величину $h_п$; *3* — кривая изменения влажности почвы в почвенном профиле при подъеме уровня грунтовых вод на величину $h_п$; *4* — норма увлажнения корнеобитаемого слоя почвы m; *5* — норма капиллярного увлажнения $m_к$ при установлении уровня грунтовых вод на глубине $h_э$.

начало следующей расчетной декады или периода определяют по формуле:

$$W_{н.с} = W_{к.пред} + m. \quad (89)$$

При орошении дождеванием на осушаемых землях рекомендуются следующие нормы увлажнения: на супесчаных почвах 100—300 м³/га; на суглинистых и глинистых — 150—400 и торфяно-перегнойных — 150—400 м³/га.

Если на рассматриваемом массиве построена сеть, позволяющая увлажнять корнеобитаемый слой почвы за счет подъема уровня грунтовых вод, то норма увлажнения зависит от глубины грунтовых вод к концу увлажнения и расчетного слоя почвы. При этом может быть три случая.

1. Расчетный слой меньше высоты эффективного капиллярного поднятия (рис. 46, *а*). Чтобы увлажнить корнеобитаемый слой, необходимо уровень грунтовых вод поднять на величину:

$$h_п = H - h_э, \quad (90)$$

где H — глубина грунтовых вод до начала увлажнения, м; $h_э$ — глубина грунтовых вод к концу увлажнения, равная высоте эффективного капиллярного поднятия (табл. 29), м.

Норму увлажнения рассчитывают по формуле:

$$m = m_к \frac{h_{к.с}}{h_э}, \quad (91)$$

где $h_{к.с}$ — корнеобитаемый слой почвы, см; $m_к$ — норма увлажнения слоя к концу подачи воды в осушительно-увлажнительную сеть за счет капиллярного насыщения этого горизонта почвы, м³/га;

$$m_к = h_э(\beta_{к.к} - \beta_{к.н}); \quad (92)$$

$h_э$ — принимаем в см; $\beta_{к.к}$ — влажность почвы в слое $h_э$ после увлажнения, % от объема почвы,

$$\beta_{к.к} = П - \frac{\delta}{2}; \quad (93)$$

$П$ — средняя пористость в слое $h_э$, % от объема почвы; δ — свободная пористость у поверхности почвы, которую определяют по формуле С. Ф. Аверьянова, % от объема почвы:

$$\delta = П - П\sqrt{1 - \frac{h_э}{H_к}\left[1 - \left(\frac{ВЗ}{ПВ}\right)^2\right]}; \quad (94)$$

ВЗ и ПВ — влажность завядания и полная влагоемкость в слое $h_э$, % от объема почвы; $\beta_{к.н}$ — влажность почвы в слое перед увлажнением, % от объема почвы;

$$\beta_{к.н} = П - \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}; \quad (95)$$

δ_1 — свободная пористость на глубине $h_э$ от поверхности почвы, % от объема почвы перед увлажнением; δ_2 — количество пор, свободных от воды в корнеобитаемом слое почвы перед увлажнением, % от объема почвы:

$$\delta^2 = \frac{ПВ - W_к}{h_{к.с}}. \quad (96)$$

2. Расчетный слой больше эффективного капиллярного поднятия (рис. 46, *б*).

В этом случае уровень грунтовых вод нужно поднимать на такую величину, чтобы к концу увлажнения он достиг нижней границы расчетного слоя. Корнеобитаемый слой будет увлажняться за счет воды, поднявшейся по капиллярам:

$$h_п = H - h_{к.с}, \quad m_к = h_{к.с}(\beta_{к.к} - \beta_{к.в}), \quad (97)$$

где $\beta_{к.в}$ — влажность корнеобитаемого слоя до увлажнения, % от объема почвы; $\beta_{к.к}$ — влажность корнеобитаемого слоя после увлажнения, % от объема почвы:

$$\beta_{к.к} = П - \frac{\delta_3}{2}, \quad \beta_{к.н} = \frac{W_к}{h_{к.с}}, \quad (98)$$

$П$ — пористость корнеобитаемого слоя почвы, % от объема почвы; δ_3 — свободная пористость в слое $h_{к.с}$ к концу увлажнения; $h_{к.с}$ — берется в см.

3. При увлажнении хорошо водопроницаемых почв можно допускать кратковременное подтопление корневой системы растений (рис. 46, *в*). В этом случае подъем уровня грунтовых вод рассчитывают по формуле (90), а норму увлажнения определяют по зависимости:

$$m = m_к + m_г, \quad (99)$$

где $m_к$ — норма увлажнения слоя $h_э$ за счет воды, поступившей по капиллярам, м³/га; $m_г$ — норма увлажнения слоя ($h_{к.с} - h_э$) за счет подъема уровня грунтовых вод, м³/га.

Норму увлажнения $m_к$ рассчитывают по формуле (92), а норму увлажнения $m_г$ по выражению:

$$m_г = П - \frac{\delta_4 + \delta_5}{2}(h_{к.с} - h_э), \quad (100)$$

где $П$ — пористость слоя ($h_{к.с} - h_э$), % от объема почвы; δ_4 — свободная пористость до увлажнения на глубине $h_э$, % от объема почвы; δ_5 — свободная пористость до увлажнения на глубине $h_{к.с}$, % от объема почвы.

После увлажнения почвы за счет подъема уровня грунтовых вод запас влаги в слое прироста корневой системы растений увеличивается. Уровень грунтовых вод располагается значительно выше, чем до увлажнения. Поэтому при расчете динамики влажности почвы необходимо определять ΔW и $E_г$ с учетом этих изменений.

Сроки и нормы увлажнения и сброса избыточных вод из расчетного слоя почвы. При расчете технологических карт основные сроки и нормы увлажнения на текущий год выписывают из ведомости водного режима в специальную таблицу (табл. 30) для каждого поля с учетом планируемого размещения культур, принятой агротехники и почвенных разностей. Кроме того, мелиоратор и агроном колхоза или совхоза намечают дополнительные так называемые посадочные, приживочные, освежительные и подкормочные поливы. Нормы дополнительных поливов с учетом способа увлажнения принимают минимальными.

Вегетационные поливы, определенные по ведомости водного режима, приурочивают к периодам максимальной потребности растений в воде. Например, для клубнеплодов — фазы бутонизации, цветения и формирования

Таблица 30

Сроки, нормы увлажнения и сброса избыточных вод на полях овоще-кормового севооборота на 19__ г.

Номера полей севооборота	Культура, площадь, га	Способы увлажнения и осушения	Сроки увлажнения и сброса, сут	Нормы увлажнения, м³/га: $m_н$	Нормы увлажнения, м³/га: $m_{бр}$	Время увлажнения $t_у$, сут	Расход увлажнения $Q_у$, л/с	Норма сброса $m_с$, м³/га	Время сброса избыточной воды $t_с$, сут	Расход на сброс $Q_с$, л/с	Глубина грунтовых вод H, см: начало декады	Глубина грунтовых вод H, см: конец декады

клубней, для корнеплодов — время смыкания ботвы и утолщения корня, для зерновых культур и злаковых трав — при выходе их в трубку и колошении, для капусты — при посадке, формировании и росте кочана, для помидоров и огурцов — период образования завязи.

Поливы, которые по ведомости водного режима приходятся на последнюю или две последние декады вегетации, переносят на более ранние сроки, что позволяет улучшить водный режим поля, или снимают, рассчитывая на то, что в корнеобитаемом слое почвы имеется достаточное количество резервной влаги для завершения вегетации данной культуры.

В случае высокого уровня обеспеченности растений питательными веществами и совпадения поливов с атмосферными осадками может создаться промывной режим, который приведет к вымыву питательных веществ в грунтовые воды. Чтобы исключить такое явление, целесообразно поливную норму делить на части или поливать нормами, равными суточному расходу воды полем на суммарное испарение. При таком дроблении поливной нормы увеличатся холостые перегоны дождевальной техники, но будет сведена к минимуму или полностью исключена миграция питательных веществ по почвенному профилю.

Такое уточнение сроков и норм увлажнения позволяет создавать благоприятные условия для развития сельскохозяйственных культур и рационально использовать сельскохозяйственную и дождевальную технику на осушаемых землях.

Для расчета величин, входящих в таблицу 30, необходимо иметь ведомость водного режима для среднесухого или среднего года, схему осушительно-оросительной сети и план размещения культур на текущий год. На основе этих материалов устанавливают способы регулирования водного режима, нормы подачи воды на поля, расходы воды и время увлажнения, а также нормы, расходы и время сброса избыточных вод в текущем году.

При орошении дождеванием поливные нормы нетто берут из ведомости водного режима с учетом указанных особенностей организации полива и уточняют с учетом технических показателей дождевальных машин. Например, дождевальная машина ДДА-100МА за один проход выливает 3,8 мм при движении вперед и 6,8 мм при движении назад. Норму нетто рассчитывают по зависимости:

$$m_н = КИВ\, m_{бр}, \quad (101)$$

где КИВ — коэффициент использования воды на поле, равный 0,9—0,95; $m_{бр}$ — норма увлажнения брутто, м³/га.

Время увлажнения одной машиной определяют по формуле:

$$t_у = \frac{m_{бр}\omega}{3600 Q_м n \eta}, \quad (102)$$

где ω — площадь поля, га; $Q_м$ — расчетный расход дождевальной машины, м³/с; n — число часов работы поливной машины за сутки; η — коэффициент использования рабочего времени дождевальной машиной за n часов работы в течение суток.

Расход воды, подаваемый в оросительный канал, находят по зависимости:

$$Q_у = \frac{m_{бр}\omega}{3600 t_у n}. \quad (103)$$

Если оросительная сеть представлена закрытыми трубопроводами, то расход в поливной трубопровод принимают равным расходу дождевальной машины.

Когда в ведомости водного режима за вегетацию нет избытка воды в расчетном слое, то в таблице 30 показатели работы осушительной сети не рассчитывают.

На полях, где влажность почвы регулируют путем изменения уровня грунтовых вод, нормы увлажнения устанавливают следующим образом.

Норма увлажнения брутто равна:

$$m_{бр} = m_к + m_г + 10(e - O), \quad (104)$$

где $m_к$ — норма увлажнения слоя почвы выше уровня грунтовых вод к концу увлажнения за счет воды, поступившей по капиллярам, м³/га; $m_г$ — норма увлажнения в слое подъема уровня грунтовых вод, м³/га;

$$m_г = h_п (\beta_{max} - \beta_{к.в}),$$

$$h_п = H - h_э, \text{ когда } h_{к.с} < h_э,$$

$$h_п = H - h_{к.с}, \text{ когда } h_{к.с} > h_э, \quad (105)$$

β_{max} — влажность почвы в слое подъема уровня грунтовых вод в конце увлажнения, % от объема почвы; $\beta_{к.п}$ — влажность почвы в слое подъема уровня грунтовых вод перед увлажнением, % от объема почвы; H — глубина грунтовых вод до увлажнения, см; O, e — осадки и испарение за время увлажнения, мм.

Нормы капиллярного увлажнения рассчитывают по формулам (92) и (97). Время подачи воды в дренаж на увлажнение равно

$$t_у = \frac{m_{бр}}{86{,}4\, q_у}, \quad (106)$$

где $q_у$ — удельный расход на увлажнение, принимается равным максимальному дренажному стоку, л/с на 1 га.

Расход, подаваемый на увлажнение, вычисляют по зависимости:

$$Q_у = \frac{m_{бр}\omega}{86\,400\, t_у}. \quad (107)$$

Если после увлажнения осушительная сеть работает на отвод избыточных вод, образовавшихся за время увлажнения, то рассчитывают сбросные расходы, нормы и время сброса.

Норму сброса определяют по формуле:

$$m_с = h_с (\beta_{max} - \beta_0) + 10(O - e), \quad (108)$$

где $h_с$ — понижение уровня грунтовых вод за определенное время, см; $\beta_{max} - \beta_0$ — разность между полной влагоемкостью и влажностью почвы в слое понижения уровня грунтовых вод, % от объема почвы; O, e — осадки и испарение за время понижения уровня грунтовых вод на величину $h_с$, мм.

Время сброса избыточной воды рассчитывают по выражению:

$$t_с = \frac{m_с}{86{,}4 q_с}, \quad (109)$$

где $q_с$ — модуль дренажного стока, л/с на 1 га.

Расход на сброс избыточных вод определяют по формуле:

$$Q_с = \frac{m_с \omega}{86\,400 t_с}. \quad (110)$$

Оперативный план регулирования водного режима. Этот план составляют на весенний и летний периоды. На весенний период его составляют, чтобы ускорить сброс избыточных почвенногрунтовых вод и своевременно подготовить осушаемую площадь к весенним полевым работам. Особое внимание при этом уделяют очистке каналов от завалов и мусора, очистке устьев коллекторов, чтобы повысить скорости течения воды в осушительных каналах.

На летний период план составляют либо для севооборотного участка, либо для отделения колхоза или совхоза. Во всех случаях осушаемый участок должен иметь самостоятельный выдел оросительной воды. Это позволяет увлажнять почву с максимальной экономией воды и возлагать ответственность за ее расходование

на мелиоратора и управляющего отделением совхоза или колхоза.

Чтобы составить оперативный план регулирования водного режима, необходимо иметь схему осушительно-оросительной сети в масштабе 1 : 10 000, план размещения культур, знать сроки и нормы полива на текущий или расчетный год, а также состояние мелиоративных устройств, наличие дождевальной и поливной техники.

На основании этих материалов уточняют размещение культур в расчетном году. При этом следует стремиться к тому, чтобы во время полива работал один (максимум три) участковых оросителя. Это уменьшает потери воды на фильтрацию из каналов и позволяет концентрировать дождевальную технику на небольшой площади, облегчает обслуживание дождевальных машин, улучшает контроль за работой поливальщиков, условия ремонта и подготовки оросительной сети и сооружений к своевременному включению их в работу.

Оперативный план регулирования водного режима составляют в виде календарного графика (табл. 31). В графике красными чернилами обозначают сроки полива каждого поля, нормы и расходы воды, подаваемые на увлажнение почвы каждого поля, а синими — сбросные расходы, нормы и сроки отвода избыточных вод.

При составлении такого графика сроки и нормы полива берут из таблицы 30.

Сроки регулирования водного режима увязывают с агротехникой на осушаемых землях, добиваясь максимальной загрузки дождевальных машин и установок путем оптимальных форм организации их работы. Следует заметить, что в зоне избыточного увлажнения не всегда удается обеспечить непрерывную работу дождевальных машин. Это объясняется тем, что потребность в поливах в разные по влажности годы и периоды в течение вегетации резко изменяется. Например, во влажные годы требуются в основном посадочные и приживочные поливы, особенно на участках, где почвы обладают большой влагоемкостью. Летом поливают самые влаголюбивые культуры, в то время как в сухие годы надо поливать все культуры. Кроме того, при планировании высоких урожаев сельскохозяйственных культур требуется вносить в почву количество органических и минеральных удобрений, близкое к максимальной величине. Чтобы исключить вымыв питательных веществ, эффективно снижать перегрев поверхности почвы и ув-

Таблица 31

Оперативный план регулирования водного режима на участке овоще-кормового севооборота в первом отделении совхоза _____ на 198__ г.

№ поля севооборота	Культура, площадь поля, га	Способы осушения и увлажнения почвы	Каналы, трубопроводы: осушительные	Каналы, трубопроводы: оросительные	Способы регулирования водного режима	Нормы, сроки, расходы на увлажнение почвы и сброс избыточных вод: апрель 1	апрель 2	май 1	май 2	май 3	июнь 1	июнь 2	июнь 3	июль 1	июль 2	июль 3	август 1	август 2	август 3	сентябрь 1	сентябрь 2	сентябрь 3
1																						
2					Увлажнение Сброс Увлажнение Сброс и т. д.																	
и т. д.																						

лажнять приземный слой воздуха, поливать надо часто и малыми нормами.

При подпочвенном способе орошения воду в регулирующую сеть начинают подавать на 3—6 суток раньше сроков высадки рассады в грунт или срока увлажнения, указанного в таблице 30. В засушливые периоды все поля севооборота можно поливать одновременно. При этом корка на поверхности почвы не образуется. Однако после полива, как и при других способах увлажнения, наблюдаются массовые всходы сорняков. Поэтому следует принимать такую площадь одновременного полива, которую можно обработать в течение одной недели.

Таким образом, в оперативном плане сроки и нормы регулирования водного режима увязывают с уровнем влажности, потребностью растений в определенном уровне и составе питательных веществ в активном слое почвы, благоприятным температурным режимом, особенно на поверхности почвы, сроками ухода за посевами и рациональным использованием дождевальной и сельскохозяйственной техники.

На основе оперативного плана регулирования водного режима составляют графики забора оросительной воды из межхозяйственных каналов или других источников орошения и графики сброса избыточных вод с площади севооборотного массива. Графики забора составляют для каждого внутрихозяйственного распределителя или хозяйственного канала или для каждой насосной станции. Расходы воды на этих графиках показывают с учетом потерь ее на фильтрацию. Расход брутто рассчитывают по формуле:

$$Q_{бр}=\frac{Q_п}{\eta_х}, \qquad (111)$$

где $Q_п$ — расход, подаваемый на поле, л/с; $\eta_х$ — к.п.д. оросительных каналов на протяжении от водозабора из межхозяйственной сети до поля.

График сброса дренажных и неиспользованных оросительных вод составляют для каждого канала, обеспечивающего отвод воды в межхозяйственную сеть. При этом, кроме расходов, указанных в оперативном плане регулирования водного режима, следует учитывать дренажный сток из слоя почвы, занятого грунтовыми водами и расположенного выше плоскости заложения дрен.

§ 113. Корректировка оперативного плана регулирования водного режима

При составлении оперативного плана регулирования водного режима сроки и нормы поливов и сброса избыточных вод берут из таблицы 30. Однако погодные условия текущего года могут отличаться от принятого для расчета оперативного плана регулирования водного режима. Кроме того, хозяйства нередко нарушают сроки посева сельскохозяйственных культур. Поэтому в конце каждого месяца следует корректировать данные оперативного плана.

Запасы влаги на начало вегетации в зависимости от сроков посева определяют по формуле:

$$W_н=НВ+P+E_г-E, \qquad (112)$$

где НВ — наименьшая влагоемкость пахотного или корнеобитаемого слоя почвы, м³/га; $P, E_г, E$ — используемые осадки, подпитывание грунтовыми водами пахотного слоя почвы и суммарное испарение за время от начала предпосевного периода до начала вегетации, м³/га.

Дату наступления предпосевного периода определяют по сумме положительных среднесуточных температур воздуха (150—200°С), или устанавливают через 10—15 суток после схода снега или паводковых вод при условии понижения уровня грунтовых вод на глубину 50—60 см от поверхности почвы, или после оттаивания почвы и понижения уровня грунтовых вод на глубину 60 см от поверхности почвы.

Для расчета влажности почвы по зависимости (112) количество осадков, температуру воздуха и глубину грунтовых вод берут фактические или по месячным прогнозам погоды.

Изменение запаса влаги по декадам за вегетацию вычисляют по формуле (74). Расчет ведут в конце текущего месяца на весь следующий месяц, осадки и водопотребление определяют по данным прогноза, а влажность и подпитывание корнеобитаемого слоя на начало каждого месяца уточняют по данным наблюдений управлений осушительно-оросительных систем и гидрогеолого-мелиоративной партии. Полученную влажность на конец каждой декады сопоставляют с верхним и нижним оптимальными пределами в расчетном слое почвы. На основе этого уточняют мероприятия по сбро-

су избыточных вод или определяют норму увлажнения и сравнивают их с плановыми.

Откорректированный оперативный план регулирования водного режима передают в управления осушительно-оросительных систем для корректировки системного плана регулирования водного режима.

§ 114. Системный план регулирования водного режима

Для составления системного плана регулирования водного режима необходимо иметь данные расходов воды реки-водоприемника и ее основных притоков в пределах осушаемой территории, объемы воды в водохранилищах, схему водосборной площади реки-водоприемника с нанесенными водосборами основных притоков и речной сети, хозяйственные планы регулирования водного режима и схему межхозяйственной части системы.

На схеме межхозяйственной части системы должны быть нанесены границы колхозов и совхозов, места забора воды в хозяйства и сброса избыточной воды из внутрихозяйственной в межхозяйственную сеть, границы массивов для регулирования водного режима в весенний и летний периоды.

Границы массивов устанавливают так, чтобы на каждом из них были самостоятельные источники орошения и обособленные водоприемники, способные принять воду из межхозяйственной сети.

Системный план регулирования водного режима на летний период составляют по массивам. План представляет собой календарный график подачи воды на увлажнение в каждое хозяйство или на отдельные участки и сброса дренажных и неиспользованных оросительных вод.

Управление осушительно-оросительной системы согласовывает системный план регулирования водного режима с заинтересованными колхозами и совхозами. При этом указывают периоды, когда расход источника орошения меньше требуемого на увлажнение, и намечают мероприятия по уменьшению площади полива в данную декаду за счет перераспределения площадей полива в другие декады.

При осуществлении системного плана регулирования водного режима могут быть некоторые отклонения от

ранее разработанного. Поэтому управления осушительно-оросительных систем в начале каждого месяца должны корректировать системные планы по откорректированным хозяйственным планам.

Практическая работа

Требуется разработать ведомость водного режима для культур, входящих в 7-польный овоще-кормовой севооборот (рис. 47) для года 75%-ной обеспеченности по осадкам и температуре воздуха.

Дано. Состав культур овоще-кормового севооборота: капуста ранняя, кукуруза на силос, картофель ранний, капуста поздняя (2 поля), морковь и свекла кормовые.

Осадки и среднедекадная температура воздуха для года 75%-ной обеспеченности показаны в таблице 32. Почвы дерново-подзолистые среднесуглинистые.

Пористость $П'$, влажность завядания ВЗ′ и наименьшая влагоемкость НВ′ приведены в таблице 33. Участок осушается закрытым дренажем.

Глубина грунтовых вод показана в таблице 34.

Коэффициент использования осадков K для мая и сентября принят равным 0,7, для июня, июля и августа — 0,75.

Порядок расчета. Полную и наименьшую влагоемкости и влажность завядания рассчитывают по зависимостям, м³/га:

$$ПВ = П'h, \quad НВ = НВ'h, \quad ВЗ = ВЗ'h,$$

где $П'$, НВ′, ВЗ′ — пористость, наименьшая влагоемкость и влажность завядания, % от объема почвы (табл. 33); h — расчетный слой почвы, см.

Таблица 32

Характеристики года 75%-ной обеспеченности

Характеристика	Май		Июнь			Июль
	II	III	I	II	III	I
Среднедекадная температура воздуха, °С	14,9	18,9	15,6	14,1	20,4	18,3
Осадки, мм	34,4	12,8	26,2	4,0	19,8	30,4

Продолжение

Характеристика	Июль		Август			Сентябрь
	II	III	I	II	III	I
Среднедекадная температура воздуха, °С	20,0	19,3	19,3	18,9	12,8	13,4
Осадки, мм	8,7	61,7	52,7	22,6	10,7	16,8

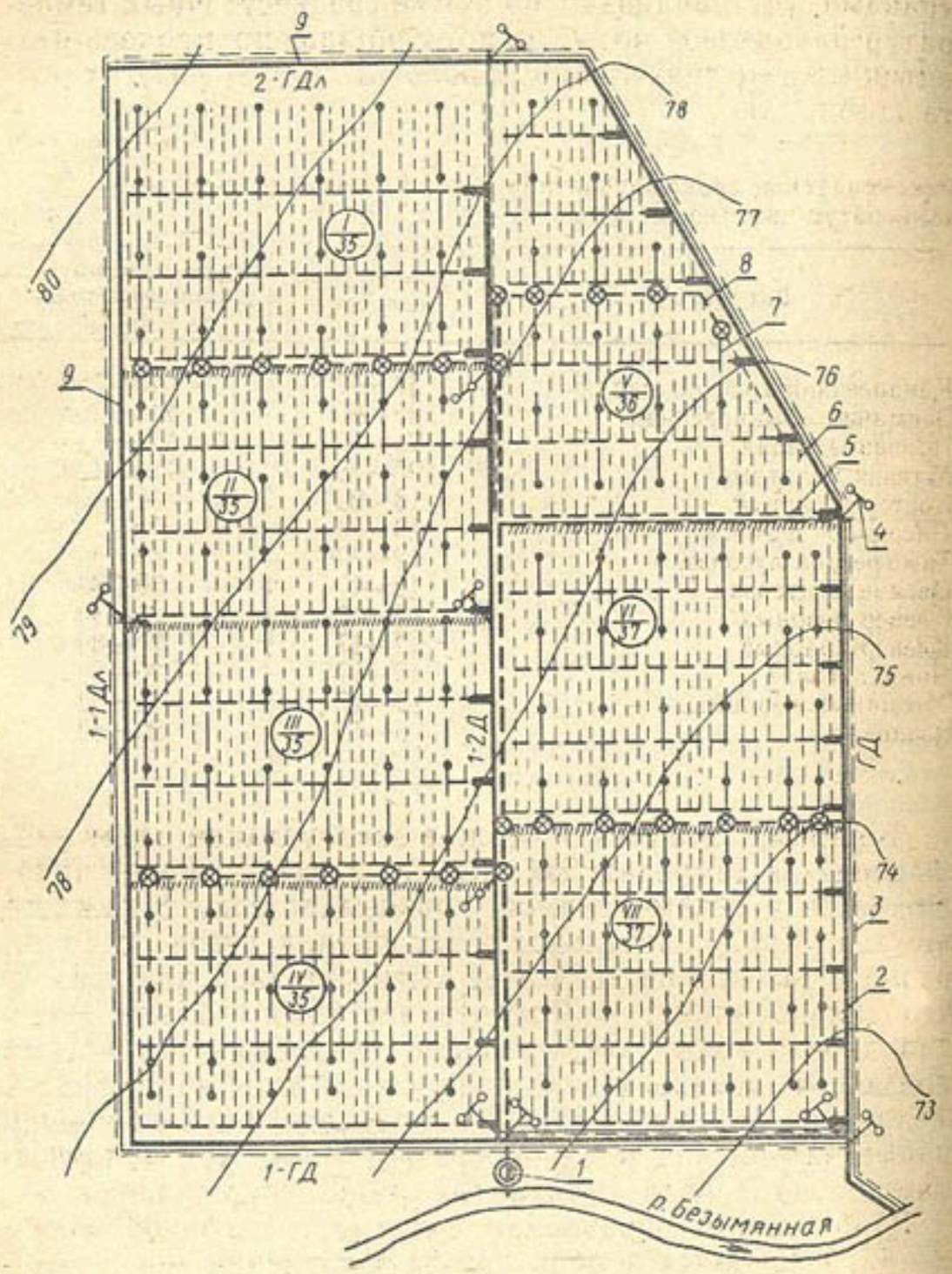


Рис. 47. Осушительно-оросительная сеть в колхозе «Победа»:

1 — насосная станция; *2* — магистральный канал; *3* — дорога; *4* — трубопереезд; *5* — закрытый коллектор; *6* — дрена; *7* — полевой трубопровод с гидрантами; *8* — распределительный трубопровод с водовыпусками; *9* — нагорно-ловчий канал. В кружках номер поля севооборота (числитель) и его площадь (знаменатель).

Таблица 33

Водные свойства дерново-подзолистых среднесуглинистых почв, % от объема почвы

Свойства	Расчетный слой, см						
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70
Пористость П′	46	46	44	44	44	44	44
Наименьшая влагоемкость НВ′	36,6	38,8	38,94	39,1	39,18	39,15	39,3
Влажность завядания ВЗ′	14	14	17	17	17	17	17

Так как *П′*, НВ′, ВЗ′ в таблице 33 даны для каждого слоя, равного 10 см, то при расчете каждую величину нужно умножать на 10 см. Например: $ПВ = П'h = 46 \times 10 = 460$ м³/га; $НВ = НВ'h = 36{,}6 \times 10 = 366$ м³/га; $ВЗ = ВЗ'h = 14 \times 10 = 140$ м³/га.

Во вторую декаду вегетации то есть в третью декаду мая, для культур корнеобитаемый слой $h_{к.с}$ увеличивается на 10 см и будет равен 20 см. Поэтому все показатели для слоя 10—20 см также умножают на 10 см и складывают с предыдущей величиной. Результаты записывают в таблицу 34. Например: $ПВ_{20} = ПВ_{0-10} + ПВ_{10-20} = 460 + 460 = 920$ м³/га; $НВ_{20} = НВ_{0-10} + НВ_{10-20} = 366 + 388 = 754$ м³/га; $ВЗ_{20} = ВЗ_{0-10} + ВЗ_{10-20} = 140 + 140 = 280$ м³/га.

Когда корни достигают полного развития, то слой $h_{к.с}$ остается постоянным, и показатели водных свойств не меняются (см. табл. 34, июль).

Нижний предел оптимальной влажности рассчитывают по формуле (73):

$$НОП = \frac{НВ + ВЗ}{2} = \frac{366 + 140}{2} = 253 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Используемые осадки вычисляют по формуле (77): $P = KO = 0{,}7 \cdot 10 \cdot 34{,}4 = 240{,}8 \approx 241$ м³/га.

Подпитывание грунтовыми водами корнеобитаемого слоя почвы определяют по формулам (81) и (82):

$$E_г = E_0 \left(1 - \frac{h}{H_к}\right)^2 \quad h = H - \frac{h_{к.с}}{2},$$

$$E_0 = 2{,}5 \Sigma t.$$

Во второй декаде мая

$$h = 0{,}6 - \frac{0{,}1}{2} = 0{,}55 \text{ м},$$

максимальную высоту капиллярного поднятия (табл. 29) принимаем $H_к = 1{,}4$ м, тогда

$$E_г = 2{,}5 \cdot 10 \cdot 14{,}9 \left(1 - \frac{0{,}55}{1{,}4}\right)^2 = 138 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Водопотребление рассчитывается по формуле (79): $E = K_и \Sigma t = 2 \cdot 10 \cdot 14{,}9 = 298$ м³/га.

Принимаем среднюю оптимальную влажность 70% от ПВ. По графику (рис. 45) для принятой средней оптимальной влажности значение $K_и = 2$ м³/га на 1°С.

Запас влаги в слое прироста корневой системы растений определяют по формуле (75). Для первой декады вегетации $\Delta W = 0$, так как нет прироста корней. Для второй декады он равен:

$$\Delta W = \Delta \text{ПВ} \sqrt{1 - \frac{y}{H_к} \cdot \left[1 - \left(\frac{\text{ВЗ}'_с}{П'_с}\right)^2\right]} =$$

$$= (920 - 460) \sqrt{1 - \frac{0{,}45}{1{,}4} \left[1 - \left(\frac{16{,}7}{45}\right)^2\right]} = 382 \text{ м}^3/\text{га};$$

$$y = H - \left(h_{к\,с.пред} + \frac{\Delta h_{к.с}}{2}\right) =$$

$$= 0{,}6 - \left(0{,}1 + \frac{0{,}2 - 0{,}1}{2}\right) = 0{,}45 \text{ м};$$

$$\text{ВЗ}'_с = \frac{0{,}05 \cdot 14 + 0{,}1 \cdot 17 + 0{,}1 \cdot 17 + 0{,}1 \cdot 17 + 0{,}1 \cdot 17}{0{,}45} = 16{,}7\%;$$

$$П'_с = \frac{0{,}05 \cdot 46 + 0{,}1 \cdot 44 + 0{,}1 \cdot 44 + 0{,}1 \cdot 44 + 0{,}1 \cdot 44}{0{,}45} = 45{,}0\%.$$

На начало первой декады вегетации влажность принимаем равной НВ, $W_в = 366$ м³/га, а на конец декады рассчитываем по формуле (74): $W_к = 366 + 0 + 241 + 138 - 298 = 447$ м³/га. Сопоставляя запасы влаги на конец второй декады мая с НВ и НОП, видим, что конечные запасы больше наименьшей влагоемкости: $W_к > \text{НВ}$, $447 > 366$ м³/га. В этом случае будет избыток воды. Он равен $И = W_к - \text{НВ} = 447 - 366 = 81$ м³/га. Этот избыток должен быть отведен дренажной сетью.

Запасы влаги на начало следующей декады $W_{н.с}$ при случае $W_к > \text{НВ}$ определяем по формуле (85): $W_{н.с} = \text{НВ}_{пред} = 366$ м³/га.

Запасы влаги на конец второй декады вегетации (III декада мая) будут равняться $W_к = 366 + 382 + 90 + 208 - 416 = 630$ м³/га.

Конечные запасы влаги находятся в оптимальных пределах: $\text{НВ} > W_к > \text{НОП}$, или $754 > 630 > 517$ м³/га.

Влажность на начало следующей декады определяем по формуле (86): $W_{н.с} = W_{к.пред} = 630$ м³/га, а на конец декады она будет равна $W_к = 630 + 304 + 197 + 59 - 312 = 878$ м³/га.

Запас влаги на конец второй декады июня составит $W_к = 878 + 315 + 30 + 64 - 282 = 1005$ м³/га. Конечные запасы оказались меньше НОП, то есть $1005 < 1078$ м³/га. Следовательно, будет недостаток влаги, равный $H_в = \text{НОП} - W_к = 1087 - 1005 = 73$ м³/га, поэтому необходимо орошение. Максимальная норма орошения будет равна $m_{max} = \text{НВ} - W_к = 1535 - 1005 = 530$ м³/га.

При поливе дождеванием на суглинистых почвах рекомендуется принимать нормы увлажнения 150—400 м³/га. В данном случае принимаем $m = 400$ м³/га. Запас влаги на начало следующей декады (III декада июня) определяют по формуле (89): $W_{н.с} = W_{к.пред} +$

Таблица 34

Ведомость водного режима (м³/га) на полях овоще-кормового севооборота колхоза «Победа» на 19 г.

Месяц	Декада	Глубина грунтовых вод H, м	Расчетный слой $h_к$, с, м	Водные свойства почвы: полная влагоемкость ПВ	наименьшая влагоемкость НВ	влажность завядания ВЗ	нижний предел оптимальной влажности НОП	Приход и расход воды: запасы влаги в слое при росте корней ΔW	осадки P	поливная дождевая $E_т$	водопотребление E	Запасы влаги в расчетном слое: начало декады $W_н$	конец декады $W_к$	Баланс влаги: избыток $И$	недостаток $H_н$	Норма орошения: максимальная m_{max}	принятая m
1-я группа. Ранние культуры (капуста ранняя, картофель ранний)																	
Май	II	0,6	0,1	460	366	140	253	0	241	138	298	366	447	81	—	—	—
	III	0,6	0,2	920	754	280	517	382	90	208	416	366	630	—	—	—	—
Июнь	I	1,0	0,3	1360	1144	450	797	304	197	59	312	630	878	—	—	—	—
	II	1,0	0,4	1800	1535	620	1078	315	30	64	282	878	1005	—	73	530	400
	III	1,0	0,5	2240	1927	790	1359	326	149	107	408	1405	1579	—	—	—	—
Июль	I	1,1	0,6	2680	2319	960	1640	315	228	82	366	1579	1838	—	—	—	—
	II	1,1	0,6	2680	2319	960	1640	0	65	90	400	1838	1593	—	47	726	400
	III	1,1	0,6	2680	2319	960	1640	0	463	95	424	1993	2127	—	—	—	—
2-я группа. Среднеспелые культуры (капуста средняя, кукуруза на силос)																	
Май	II	0,6	0,1	460	366	140	253	0	241	138	298	366	447	81	—	—	—
	III	0,6	0,2	920	754	280	517	382	90	208	416	366	630	—	—	—	—
Июнь	I	1,0	0,3	1360	1144	450	797	304	197	59	312	630	878	—	—	—	—
	II	1,0	0,4	1800	1535	620	1078	315	30	64	282	878	1005	—	73	530	400
	III	1,0	0,5	2240	1927	790	1359	326	149	107	408	1405	1579	—	—	—	—

Продолжение

Месяц		Декада	Глубина грунтовых вод H, м	Расчетный слой $h_{к.с}$, м	Водные свойства почвы				Приход и расход воды				Запасы влаги в расчетном слое		Баланс влаги		Норма орошения	
					полная влагоемкость НВ	наименьшая влагоемкость НВ	влажность завядания ВЗ	нижний предел оптимальной влажности НОВ	запасы влаги в слое после корневой системы ΔW	осадки P	поливные грунтовые воды $\Pi_г$	водопотребление E	начало декады $W_н$	конец декады $W_к$	избыток $И$	недостаток $H_н$	максимальная m_{max}	принятая m
Июль	I		1,1	0,6	2680	2319	960	1640	315	228	82	366	1579	1838	—	—	—	—
	II		1,1	0,6	2680	2319	960	1640	0	65	90	400	1838	1593	—	47	726	400
	III		1,1	0,6	2680	2319	960	1640	0	463	95	424	1993	2127	—	—	—	—
Август	I		1,0	0,6	2680	2319	960	1640	0	395	120	386	2127	2256	—	—	—	—
	II		1,0	0,6	2680	2319	960	1640	0	170	118	378	2256	2166	—	—	—	—
3-я группа. Поздние культуры (морковь столовая, капуста поздняя, свекла столовая)																		
Май	II		0,6	0,1	460	366	140	253	0	241	138	298	366	447	81	—	—	—
	III		0,6	0,2	920	754	280	517	382	90	208	416	366	630	—	—	—	—
Июнь	I		1,0	0,3	1360	1140	450	797	364	194	59	312	630	878	—	—	—	—
	II		1,0	0,4	1800	1535	620	1078	315	30	64	282	878	1005	—	73	530	400
	III		1,0	0,5	2240	1927	790	1359	326	149	107	408	1405	1579	—	—	—	—
Июль	I		1,1	0,6	2680	2319	960	1640	315	228	82	366	1579	1838	—	—	—	—
	II		1,1	0,7	3120	2712	1130	1921	326	65	105	400	1838	1934	—	—	—	—
	III		1,1	0,7	3120	2712	1130	1921	0	463	111	424	1934	2084	—	—	—	—
Август	I		1,0	0,7	3120	2712	1130	1921	0	395	135	386	2084	2228	—	—	—	—
	II		1,0	0,7	3120	2712	1130	1921	0	170	134	378	2228	2154	—	—	—	—
	III		1,0	0,7	3120	2712	1130	1921	0	80	99	282	2154	2051	—	—	—	—
Сентябрь	I		0,9	0,7	3120	2712	1130	1921	0	118	124	268	2051	2025	—	—	—	—

Таблица 35

Сроки, нормы увлажнения и сброса избыточных вод

№ полей	Культура	Площадь, га	Увлажнение			Сброс	
			сроки	поливная норма, м³/га	оросительная норма, м³/га	сроки	норма, м³/га
1	Капуста ранняя	35	11—20/VI 11—20/VII	400 400	800	11—20/V	81
2	Картофель ранний	35	11—20/VI 11—20/VII	400 400	800	11—20/V	81
3	Капуста средняя	35	11—20/VI 11—20/VII	400 400	800	11—20/V	81
4	Кукуруза на силос	35	11—20/VI 11—20/VII	400 400	800	11—20/V	81
5	Морковь столовая	36	11—20/VI	400	400	11—20/V	81
6	Капуста поздняя	37	11—20/VI	400	400	11—20/V	81
7	Свекла столовая	37	11—20/VI	400	400	11—20/V	81

$+m = 1005+400 = 1405$ м³/га, а на конец декады $W_н = 1405+326+149+107-408 = 1579$ м³/га.

Аналогичные расчеты следует делать по остальным декадам первой, а также второй и третьей групп культур (табл. 34).

Анализируя данные таблицы 34, видим, что в первой и второй группах культур избыток воды наблюдался во вторую декаду мая, а во вторую декаду июня и во вторую декаду июля был недостаток влаги в корнеобитаемом слое, и требуется орошение.

Контрольные вопросы. 1. Способы регулирования водного режима на осушительных системах двустороннего действия. 2. Материалы, необходимые для составления хозяйственного плана регулирования водного режима. 3. Расчет динамики влажности в осушаемом слое почвы. 4. Составление оперативного плана регулирования водного режима для севооборотного участка. 5. Корректировка хозяйственного плана регулирования водного режима. 6. Составление и корректирование системного плана регулирования водного режима.

Глава 16

ПЕРЕУСТРОЙСТВО, УЛУЧШЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ОСУШИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

§ 115. Потребность в переустройстве осушительных систем

Всестороннее и динамическое развитие всех отраслей сельскохозяйственного производства предусматривает непрерывное повышение продуктивности сельского хозяйства в целом. В этих условиях ставится задача непрерывно повышать плодородие осушаемых почв за счет внесения увеличенных доз минеральных и органических удобрений, совершенствовать приемы обработки почвы, применять новые более производительные сельскохозяйственные машины и орудия в полеводстве и улучшать организацию осушаемой территории.

Чтобы обеспечивать оптимальный режим минерального питания растений, необходимо в почве создавать и поддерживать соответствующий водный режим. Это может быть достигнуто путем применения более совершенных и гибких приемов управления влажностью почвы. В то же время осушительные системы строят с учетом определенного сельскохозяйственного использования осушаемой площади. Так, при использовании осушаемой территории под культурные пастбища, овощные и кормовые культуры должны быть системы двустороннего действия, позволяющие отводить избыточные воды и увлажнять корнеобитаемый слой почвы. Если же осушаемые земли предполагается использовать под сенокосы или посев полевых культур, то, как правило, строят системы одностороннего действия, у которых регулирующая осушительная сеть представлена открытыми каналами или закрытым дренажем.

С течением времени, когда система определенного хозяйственного назначения полностью исчерпывает свои возможности повышать урожайность за счет более четкого регулирования водного режима с учетом технических ее возможностей и агротехнических приемов, возникает необходимость ее переустройства.

Потребность в переустройстве осушительной системы появляется также в результате естественного износа каналов и гидротехнических сооружений или в связи с резким изменением сельскохозяйственного использования в сторону увеличения посевов картофеля, овощных, технических культур и кормовых корнеплодов.

Естественный износ системы происходит в результате: заиления и зарастания осушительных каналов древесной растительностью; частичного или полного разрушения гидротехнических сооружений, мостов и переездов; образования значительной колеи, оседания и разрушения полотна дороги; разрыхления тела и оползания откосов плотин и дамб обвалования; уплотнения торфяника из-за биологического сгорания торфяной залежи, что приводит к уменьшению глубины заложения дрен и открытых каналов; сдвига дрен в вертикальной плоскости из-за неравномерной осадки торфа и вывоза урожая автомобильным транспортом; износа насосно-силового оборудования осушительных и оросительных насосных станций. Указанные изменения на осушительной системе ухудшают показатели ее работы. Чтобы получить плановые урожаи сельскохозяйственных культур, необходимо выполнить комплекс работ по восстановлению отдельных элементов системы до проектных показателей или произвести переустройство.

Системы восстанавливают в том случае, когда не предполагается изменять сельскохозяйственное использование осушаемой площади и есть гарантия, что после восстановления будет создан требуемый водный режим. Эти работы выполняют за счет амортизационных отчислений. Следует заметить, что при необходимости восстановления осушительной системы часто возникает и необходимость изменения сельскохозяйственного использования земель с учетом перспективы развития колхозов и совхозов.

Как правило, предусматривают увеличение площади пашни и посев культур, предъявляющих более высокие требования к водному режиму. В таких случаях вместо восстановления системы предусматривают ее переустройство.

Резкое изменение сельскохозяйственного использования в сторону расширения пашни на осушаемых землях приводит к моральному износу осушительной системы. В этом случае потребность в переустройстве может наступить раньше, чем кончится срок ее амортизации. Это часто наблюдается на массивах, расположенных вблизи крупных городов и промышленных центров, когда на землях, используемых под сенокосы или по-

севы полевых культур, планируют посевы овощных, технических культур и кормовых корнеплодов.

Помимо изменений хозяйственных требований, необходимость улучшения или переустройства системы появляется и в тех случаях, когда при проектировании тех или иных узлов системы были приняты несовершенные технические решения, затрудняющие получение плановых урожаев.

Таким образом, после переустройства повышается технический уровень системы и создаются условия для роста интенсивности использования осушаемой площади.

Объем и содержание работ по переустройству той или другой осушительной системы зависит от перспективного использования осушаемой территории и технического состояния сети и сооружений. При восстановлении системы требуется выполнить комплекс сравнительно простых мероприятий силами управления осушительной системы или ремонтной ПМК. Переустройство осушительной системы, как правило, связано с большими объемами работ. Эти работы выполняют специальные строительные организации на основе утвержденных проектов.

§ 116. Анализ состояния и показатели, необходимые для переустройства осушительной системы

Переустройство, улучшение или развитие осушительной системы производят в том случае, когда она не отвечает хозяйственным требованиям, то есть появляются явные признаки снижения интенсивности использования осушаемой площади.

Состояние и эффективность работы системы оценивают по следующим показателям:

возможность начала проведения весенних полевых работ в лучшие агротехнические сроки. Для этого сравнивают фактическую глубину грунтовых вод с проектной. При проектировании закрытой осушительной системы расстояние между дренами и глубину их заложения принимают такими, чтобы уровень грунтовых вод к началу весенних полевых работ был бы на глубине 60 см, к концу первого месяца вегетации — 70—80 см и в среднем за остальной период вегетации — 100—110 см от поверхности почвы. Если уровни грунтовых вод находятся выше указанных величин, то устанавливают, на

сколько дней запаздывают сроки начала весенних полевых работ;

продолжительность работы закрытых коллекторов и водоотводящих каналов в подпоре, влияние подпора на скорость понижения уровня грунтовых вод;

амплитуда колебания уровня грунтовых вод за вегетацию. При этом следует обращать внимание на повышение уровня грунтовых вод после ливневых или затяжных дождей, особенно в период уборки урожая;

потери урожая, связанные с задержкой весенних полевых работ или длительным стоянием уровня грунтовых вод на глубине меньше расчетной нормы осушения;

затопление осушаемой площади летне-осенними паводковыми водами и ущерб, причиняемый хозяйствам, имеющим осушаемые земли;

затруднения с вывозом урожая сельскохозяйственных культур, особенно в дождливые годы;

производительность сельскохозяйственных машин и орудий при выполнении отдельных видов работ;

превышение фактических затрат по сравнению с нормативными на поддержание отдельных элементов системы в рабочем состоянии.

§ 117. Переустройство внутрихозяйственной осушительной сети

Схему переустройства внутрихозяйственной осушительной сети разрабатывают на плане в масштабе 1 : 10 000. На плане должны быть показаны: сельскохозяйственное использование осушаемой площади; существующая осушительная сеть с сооружениями на ней; дорожная сеть и ее сооружения; топография осушаемых земель с изображением рельефа местности горизонталями через 0,5—1 м; основные почвенные разности. Кроме того, в пояснительной записке должно быть указано техническое состояние сети и сооружений.

После переустройства осушительной сети на плане хозяйства надо показать: вновь проектируемые и ремонтируемые осушительные и оросительные сети; внутрихозяйственные дороги; гидротехнические сооружения, мосты и трубчатые переезды; стационарные, передвижные осушительные и оросительные насосные станции; скотопрогоны и водопои; границы полей севооборота; скважины для наблюдения за уровнем грунтовых вод.

Сельскохозяйственное использование осушаемых земель устанавливают на основе государственного плана-заказа и перспективного плана развития колхозов и совхозов. На плане хозяйства показывают осушительную сеть, которая подлежит реконструкции, границы сенокосов, культурных пастбищ, полевых, овощных и кормовых севооборотов.

В зависимости от установленного сельскохозяйственного использования, природных условий и типов водного питания разрабатывают схему переустройства и ремонта осушительной сети. В этом случае на плане осушительной сети хозяйства вместо открытой осушительной сети может быть запроектирован закрытый горизонтальный дренаж.

Необходимость увлажнения почвы в летний период устанавливается на основе водобалансовых расчетов.

В случае, когда возникает необходимость орошения сельскохозяйственных культур на осушаемых землях, на плане хозяйства должно быть предусмотрено строительство оросительной сети или должен быть разработан проект дооборудования осушительной сети оросительными устройствами.

При переустройстве осушительной сети в хозяйстве на площадях, отведенных под овощные, овоще-кормовые севообороты и культурные пастбища, как правило, намечают строительство систем двустороннего действия. В этом случае осушение производят дренажем, а орошение — дождеванием или путем подъема уровня грунтовых вод в засушливые периоды вегетации культур. На площади, отведенной под полевые севообороты, предусматривают осушение закрытым дренажем. На участках, используемых под сенокосы, чаще всего сохраняют открытую осушительную сеть. В последних двух случаях осушительную сеть оснащают сооружениями, чтобы проводить предупредительное шлюзование и максимально использовать атмосферные осадки.

При размещении мелиоративной сети на плане надо стремиться к тому, чтобы на пахотных землях открытые осушительные каналы проходили по границе полей севооборотов, а внутри каждого поля осушительная сеть была бы представлена закрытым дренажем.

Увлажнение почвы путем подъема уровня грунтовых вод целесообразно применять на площадях, где верхний однометровый слой почвы имеет большую влагоемкость и хорошую или среднюю водопроницаемость. Для

увлажнения почвы осушительную сеть дооборудуют оросительными устройствами. На таких системах открытые осушители и дрены при избытке воды в почве работают как основные элементы осушительной сети, а при образовании дефицита влаги в почве они являются основными элементами оросительной сети и называются осушительно-увлажнительными каналами или дренами.

§ 118. Переустройство межхозяйственной части осушительной системы

Для переустройства межхозяйственной части осушительной системы необходимо иметь: схему расположения водоприемника, проводящих каналов и всех сооружений на них; поперечные и продольные профили водоприемников, проводящих и ограждающих каналов и дорог; почвенно-мелиоративную карту осушаемой территории; данные наблюдений за уровнем воды в водоприемнике и крупных проводящих каналах по балансовым постам; сведения о сельскохозяйственном использовании осушаемой площади; схему водосборной площади с нанесенными реками-водоприемниками, их притоками и контурами водосборов.

Переустройство межхозяйственной части системы выполняют в следующем порядке:

выясняют состояние и пригодность водоприемника, основных проводящих и ограждающих каналов и дамб, насосных станций, дорог и сооружений; устанавливают, где надо построить новые каналы, какие каналы необходимо засыпать, углубить; какие дороги оставить, где необходимо запроектировать новые, какие сооружения можно сохранить, где построить новые;

уточняют плановое расположение ограждающих дамб, основной дорожной сети и сооружений;

вычерчивают продольные и поперечные профили переустроенных и вновь запроектированных каналов;

намечают строительство водохранилищ, оросительной сети и сооружений;

показывают расположение водомерных постов, скважин для наблюдения за уровнем грунтовых вод, береговую обстановку и другие устройства для нужд эксплуатационной службы;

определяют объем строительных работ, их стоимость, сроки и способы производства работ.

Отрегулированная часть водоприемника должна отвечать следующим требованиям:

русло реки в плане должно иметь плавное очертание, уклон дна должен быть однообразным и по возможности увеличиваться книзу;

форма поперечного сечения русла должна быть подобрана с учетом устойчивости его откосов;

берма шириною 2—3 м должна быть чистой от грунта, вынутого из русла реки, а кавальеры должны быть разравнены или оформлены в дамбу;

максимальный расчетный уровень летне-осенних паводков должен полностью вмещаться в русле, вода при этом не должна выливаться в наиболее низких местах береговой полосы.

На системах, где нет сооружений для регулирования сроков затопления весенними паводковыми водами, чтобы проводить удобрительное орошение осушаемой территории, водоприемники рассчитывают на расход летне-осенних паводков 5—10%-ной обеспеченности. Если осушаемую площадь необходимо обваловать, то ограждающие дамбы рассчитывают из условий глухой защиты обвалованной территории от летне-осенних паводков, а насосные станции должны обеспечить откачку избыточной воды и понижение уровня грунтовых вод на глубину 60 см от поверхности почвы к началу весенних полевых работ.

После водоприемника магистральный канал является вторым наиболее важным элементом осушительной системы. От его размеров и технического состояния зависит успех работы всех впадающих в него каналов. Поэтому он должен отвечать следующим требованиям:

трасса канала должна по возможности совпадать с направлением течения паводковых вод;

должен располагаться по самым низким местам осушаемой им площади, а на болотах при мощности торфа больше 1 м должен проходить по тальвегам минерального дна;

должен иметь незначительное количество углов поворота и располагаться перпендикулярно горизонталям;

не должен подпирать уровень воды в боковой осушительной сети во время летней межени; летне-осенние паводковые воды должны полностью вмещаться в его русле, при этом уровень воды должен быть ниже бровок на 10—30 см;

форма поперечного сечения должна отвечать устойчивости прорезаемых грунтов.

Так как при переустройстве системы сохраняются те же требования к расположению магистрального канала в плане, что и при его строительстве, то при переустройстве намечают углубление и расширение его русла.

К магистральным осушительным каналам второго и третьего порядка предъявляют те же требования, что и к основному осушительному каналу.

Если проводящую осушительную сеть используют не только для осушения, но и для обводнения осушаемой территории, то их параметры должны быть подобраны так, чтобы откосы были устойчивыми, а летом подпор устьев закрытых коллекторов не превышал 20 см.

В состав ограждающей сети входят нагорные, ловчие, нагорно-ловчие каналы и головные дрены. Они предназначены для перехвата поверхностных и части грунтовых вод, поступающих с прилегающего водосбора. При переустройстве осушительной системы ограждающие каналы только ремонтируют (углубляют и расширяют), так как их назначение не меняется в связи с изменением сельскохозяйственного использования осушаемой площади.

Для увлажнения почвы на плане межхозяйственной сети проектируют водохранилища, насосные станции, оросительные и обводнительные каналы или трубопроводы.

Сооружения на межхозяйственной части системы двустороннего действия располагают с учетом подачи оросительной воды на обводняемую территорию и

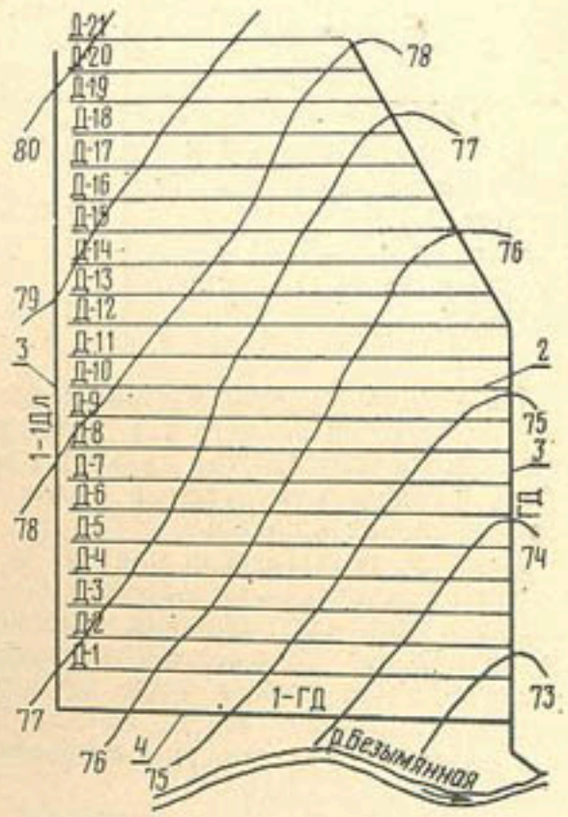


Рис. 48. Открытая осушительная сеть в колхозе «Победа» до переустройства:
1 — магистральный канал; *2* — открытые осушители; *3* — нагорно-ловчий канал; *4* — транспортирующий собиратель.

своевременного сброса избыточных вод за пределы осушаемой площади. Сооружения размещают так, чтобы каналы старшего порядка не подпирали уровни воды в регулирующей сети, кроме периодов, когда производят шлюзование осушительной сети.

Практическая работа

Требуется произвести переустройство осушительной сети в колхозе «Победа» для использования площади под овоще-кормовой севооборот.

Дано. Участок площадью 265 га в современном состоянии используется под сенокос. Источником водного питания являются грунтовые воды, а также воды, притекающие со стороны прилегающих склонов. На участке построена открытая сеть каналов (рис. 48). Каналы охарактеризованы в таблице 36.

Таблица 36

Характеристика открытой осушительной сети в колхозе «Победа» до переустройства

Каналы	Длина, м	Ширина по дну, м	Средняя глубина, м	Коэффициент заложения откосов
Магистральный канал ГД	2490	0,6	1,7	1,5
Транспортирующий собиратель 1-ГД	1420	0,6	1,6	1,5
Осушители Д-1—Д-21	26870	0,4	1,2	1
Нагорно-ловчий канал I-1Дл	2070	0,6	1,5	1—1,5

На участке средние суглинки. По перспективному плану хозяйства планируется освоить эту площадь под семипольный овоще-кормовой севооборот. Состав культур следующий: капуста ранняя, картофель ранний, кукуруза на силос, капуста поздняя (два поля), свекла столовая, морковь.

Порядок расчета. Так как тип водного питания грунтовой, почвогрунты достаточно водопроницаемые, а площадь участка предназначается для выращивания высокопродуктивных сельскохозяйственных культур, то вместо открытой осушительной сети запроектируем закрытую сеть в виде керамического дренажа. Расстояние между дренами (рис. 47) принимаем 25 м.

Культуры предусмотрим орошать из закрытой сети дождевальными машинами ДДН-100.

С учетом принятого семипольного севооборота и параметров коллекторно-дренажной и оросительной сети на участке предусмотрим следующие работы, связанные с переустройством сети:

углубление и расширение магистрального осушительного канала. Средняя глубина его 2 м и ширина по дну 0,8 м;

строительство открытого коллектора 1-2Д длиной 1880 м. Средняя глубина его 1,4 м. Ширина по дну 0,4 м. Заложение откосов 1 : 1;

устройство нагорного канала 2-ГДл длиной 940 м. Ширина по дну 0,6 м. Средняя глубина 1,2 м. Заложение откосов 1 : 1 и 1 : 1,5;

засыпка старых открытых осушителей объемом 51 590,4 м³;

строительство коллекторов и дрен (протяженность 23 322 м) с сооружениями;

устройство магистрального, распределительных и закрытых оросительных трубопроводов протяженностью 24 230 м с сооружениями и арматурой;

сооружение улучшенных дорог длиной 7600 м;

строительство полевых дорог длиной 3570 м;

сооружение трубчатых переездов (8 шт.).

В результате переустройства участок будет иметь площадь нетто 250 га, брутто 265 га.

Затраты на переустройство представлены в таблице 37.

Таблица 37

Затраты на переустройство осушительной сети в колхозе «Победа»

Показатели	Количество	Стоимость единицы, руб.	Общая сумма, руб.
Открытая осушительная сеть			
Строительство новых проводящих каналов, км	2,82	1200	3384
Переустройство существующих проводящих каналов, км	2,49	500	12 245
Засыпка старых осушительных каналов, км	26,87	200	5374
Итого			21 003
Закрытая осушительная сеть			
Строительство закрытой коллекторно-дренажной сети с сооружениями, м	123 322	1,05	129 488
Итого			129 488
Оросительная сеть			
Строительство внутрихозяйственной оросительной сети из асбестоцементных трубопроводов с сооружениями и арматурой при поливе из гидрантов закрытой сети машиной ДДН-100, га	265	600	159 000
Итого			159 000

Продолжение

Показатели	Количество	Стоимость единицы, руб.	Общая сумма, руб.
Дороги			
Строительство улучшенных дорог, м	7 600	1,0	7 600
Строительство полевых дорог, км	3,57	75	268
Итого			7 868
Сооружения на осушительной и оросительной сети			
Строительство трубчатых переездов (шт.) диаметром, м:			
1,5	1	3100	3 100
1	5	950	4 750
0,8	2	770	1 540
Итого			9 390
Всего			326 749

Таким образом, затраты на 1 га осушаемой площади нетто составят 1307 руб.

Контрольные вопросы. 1. Оценка состояния гидромелиоративной системы и показатели, необходимые для ее переустройства. 2. Переустройство внутрихозяйственной части системы. 3. Особенности переустройства межхозяйственной части гидромелиоративной системы.

Раздел третий

РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Глава 17

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО РЕМОНТНЫХ РАБОТ

§ 119. Классификация ремонтных работ

Поддержание каналов, гидротехнических сооружений и вспомогательных устройств на гидромелиоративной системе в нормальном техническом состоянии обеспечивается своевременным проведением ремонтных работ. Это обусловливает нормальную работу сооружений в течение продолжительного времени и предупреждает их от преждевременного износа.

Ремонтные работы могут быть следующих видов: текущие и капитальные. Они являются плановыми и их проводят в соответствующем порядке. Особый вид работ представляют аварийные работы, которые осуществляют во внеплановом порядке. Они вызываются в основном последствиями стихийных явлений.

Разновидность текущего ремонта — профилактический ремонт, то есть систематический, повседневный уход эксплуатационным персоналом за гидротехническими сооружениями всех видов и оборудованием на гидромелиоративной системе.

Текущий ремонт проводят, чтобы устранить небольшие повреждения гидротехнических сооружений, оборудования. Это обеспечивает нормальную работу системы в целом. К этим мероприятиям относятся следующие виды работ: ежегодная очистка каналов от заиления и растительности; подсыпка дамб, исправление небольших дефектов в каналах, поврежденных покрытий и каналовлотков; устранение незначительных повреждений отдельных частей гидротехнических сооружений. К профилактическому ремонту относятся: удаление на отдельных участках каналов растительности, плавающих и других предметов; очистка сооружений от мусора и льда; подготовка к зиме всех сооружений и оборудова-

ния; регулировка натянутости болтов, смазка подшипников двигателей и т. д. Профилактический ремонт и основную часть текущего ремонта проводят без остановки работы оросительной и осушительной систем.

Капитальный ремонт проводят в тех случаях, когда с помощью текущего ремонта невозможно обеспечить нормальную работу гидротехнических сооружений и другого оборудования на системе. Это такой вид ремонта, при котором производят полную или частичную замену как отдельных элементов, так и конструкций в целом на системе. Причем замена производится новыми, более экономичными конструкциями, что значительно повышает эксплуатационные показатели ремонтируемых объектов и технический уровень систем в целом.

К капитальному ремонту относятся следующие виды работ; замена отдельных частей сооружений новыми; устранение крупных оползней в каналах и в отдельных случаях изменение трассы оросительного канала, чтобы уменьшить объем профильтровавшейся воды из него и создать наиболее благоприятные условия их эксплуатации; замена сооружений новыми из более долговечных материалов; замена противофильтрационных покрытий более современными, а также устройство новых участков канала с покрытиями; смена кровли и других частей здания; замена отдельных участков дорожного полотна и т. д.

Капитальный ремонт может быть комплексный и выборочный. Решение о принятии той или иной формы ремонта зависит от сочетания ряда факторов на системе. Комплексный ремонт проводится с охватом всех сооружений, подлежащих ремонту. В этом случае необходимо или полностью или частично остановить работу системы и прекратить подачу воды на орошаемые поля.

Выборочно ремонтируют отдельные сооружения или их конструкции, особенно при значительном износе. Этот вид ремонта наиболее приемлем, так как не связан с большими помехами в работе систем.

От всех видов ремонта следует отличать работу, которая осуществляется при реконструкции систем. Сюда относятся работы по замене основных конструкций более долговечными.

Аварийные работы на системах проводят круглосуточно, чтобы быстрее ликвидировать аварии. Работы

проводят с полной мобилизацией всех имеющихся материально-технических средств и людских ресурсов. Особенность проведения этих работ вызывает необходимость создания на системах запасов материалов, оборудования, инструментов с четко обусловленным местом их хранения.

§ 120. Подготовка к производству ремонтных работ

Чтобы установить вид ремонтных работ, объемы и сроки их проведения, на системах в колхозах и совхозах создают специальные комиссии. В задачу этих комиссий входит осмотр сооружений и другого оборудования на системах и разработка конкретных рекомендаций, направленных на дальнейшее совершенствование технического их состояния.

Для нормальной работы комиссии специалисты соответствующих водохозяйственных организаций (управлений оросительных и осушительных систем колхозов и совхозов) подготавливают предварительные данные по объектам ремонтных работ и сводят их в соответствующую форму (ведомость дефектов сооружения, канала, оборудования). В ней дают наименование работ, описывают обнаруженные дефекты, указывают расценку и определяют общую стоимость работ. Объем работ определяют с помощью обмеров сооружений, нивелирования трассы и поперечных сечений канала и других сооружений. Там, где это необходимо, применяют метод шурфования.

Представленные предварительные материалы комиссия рассматривает и уточняет на месте вид ремонта, состав и объем работы и составляет акт осмотра технического состояния системы. В этом акте указывают: наименование каналов, сооружений, оборудования; номер пикета; краткое описание работ, которые необходимо выполнить; вид ремонта, количество работ и рекомендуемые сроки их проведения.

Капитальный ремонт наиболее крупных сооружений и другого оборудования осуществляют по проектам водохозяйственных организаций, разработанным на основе предварительных изысканий и данных эксплуатационных организаций.

При осмотре сооружений важно правильно установить объем ремонтных работ на системе. Это достига-

ется путем визуального осмотра, обмера, а также с помощью геодезических инструментов. Обмером и осмотром устанавливают: правильную и надежную работу затворов сооружений, подъемников и другого оборудования; наличие размывов в нижних бьефах сооружений и сохранность отдельных их частей; наличие утечек воды в затворах и лотковых каналах; дефекты в работе линий связи, в оборудовании гидрометрических и гидрогеологических створов, на полотне шоссейных дорог.

С помощью специальных инструментов устанавливают: конструктивные размеры и отметки сооружений; продольные и поперечные профили каналов и дамб; величины заиления оросительных, осушительных каналов и дренажа; пропускную способность сооружений и каналов; недопустимые размеры фильтрации через тело земляных дамб.

§ 121. Организация и проведение ремонтных работ

Текущие и капитальные ремонтные работы на системах проводят по ежегодно разрабатываемому производственному плану, который утверждается руководителем соответствующей водохозяйственной организации. Аварийные ремонты проводят вне плана по специально составленным актам.

В производственных планах на ремонтные работы обязательно указывают объем работ и необходимое число механизмов, транспортных и вспомогательных средств, потребность в рабочей силе, а также сроки работ по каждому виду с учетом действующих норм на затраты труда и времени.

Ремонтные работы проводят с соблюдением действующих в настоящее время в отрасли правил техники безопасности, охраны труда, а также действующих технических условий, инструкций и указаний на производство строительных работ.

Если на ремонтные работы крупных объектов составлен проект, то в нем обязательно должны быть разработаны последовательность и порядок проведения ремонтных работ. Проект на ремонтные работы могут разрабатывать организация, непосредственно производящая ремонт, а также специализированная организация по заказу соответствующей водохозяйственной организации.

До начала ремонтных работ на системах должны быть решены вопросы по обеспечению материалами, деталями и другим необходимым оборудованием. Если эти работы связаны с остановкой деятельности системы, то они должны проводиться круглосуточно.

Капитальный ремонт на оросительных системах должен начинаться после окончания вегетационного периода и заканчиваться, в случае значительных объемов, весной. Капитальный ремонт крупного механического и транспортного оборудования рекомендуется производить на специализированных ремонтных базах.

Ремонтные работы по очистке оросительных каналов от наносов и растительности проводят осенью и весной. Осенью необходимо выполнить как можно больший объем, причем очистку необходимо начинать с магистрального канала и крупных распределителей, чтобы обеспечить своевременный пуск воды в систему. Эти работы целесообразно осуществлять и в вегетационный период по тем каналам, которые согласно плану водопользования не заполнены водой (в том числе и внутрихозяйственные).

Текущий ремонт наиболее крупных гидротехнических сооружений, от которых зависит подача воды в оросительную систему, осуществляют в осенне-зимний и ранневесенний периоды до подачи воды в систему. Ремонт других сооружений проводят в течение всего вегетационного периода.

Капитальный ремонт на осушительных системах проводят в сроки, устанавливаемые в проекте капитального ремонта, а текущий — в послепаводковый период.

Регулировочные работы на оросительных системах проводят в период до наступления паводка и увязывают с графиком водозабора и режимом источника орошения.

Ремонт линий связи, дорог, различных зданий и вспомогательных устройств осуществляют в течение всего календарного года. Максимум работ необходимо проводить в те периоды, когда персонал системы и необходимые для ремонта механизмы свободны от основных работ на системе.

При ремонте открытой и закрытой сети на оросительных системах выполняют земляные, бетонные и железобетонные работы.

При производстве земляных работ наиболее часто встречаются следующие дефекты оросительных кана-

лов: размывы и заиление русл; деформация ложа; просадка дамбы канала; ходы землероев; оползни.

Ремонтные работы осуществляют следующими механизмами: экскаваторами, бульдозерами, скреперами, грейдерами и автогрейдерами, каналокопателями, землесосами, гидромониторами и т. д.

Важное значение при ремонтных работах имеют вопросы правильной организации их материально-технического обеспечения, своевременного осуществления контроля за качеством работ и приема выполненных объемов и объектов, соблюдения техники безопасности при выполнении работ.

Новая форма в организации и проведении ремонтных работ в настоящее время — передача внутрихозяйственной сети на полное техническое обслуживание специальным трестам, созданным в системе Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

В РСФСР ремонт, монтаж и техническое обслуживание насосно-силового оборудования и автоматических устройств производят монтажно-наладочные тресты. Кроме того, в Поволжье, на юге России и в других районах страны, где поливают широкозахватными дождевальными машинами, внедряется новая форма организации технического обслуживания внутрихозяйственной сети — централизованный полив сельскохозяйственных культур. Здесь созданы районные производственные объединения (РПО) «Полив». Кроме поливов, в задачу объединений входит поддержание в исправном состоянии как оросительной, так и поливной техники.

В Белоруссии, где в основном проводятся осушительные мелиорации на крупных массивах, все ремонтные работы выполняют межрайонные управления осушительных систем. При этом работы по очистке и уходу за каналами ведут хозрасчетные механизированные отряды, созданные при межрайонных управлениях, а капитальный и текущий ремонт выполняют специализированные ремонтно-строительные ПМК.

Межрайонные управления осушительных систем заключают договора с колхозами и совхозами на техническое обслуживание внутрихозяйственной сети.

Хозрасчетные механизированные участки выполняют все виды ремонтных работ. Они оснащаются легкой и мобильной техникой на базе колесных и гусеничных тракторов, такой как каналоочистители МР-7, МР-10, ВК-1-2, дренопромывочные машины Д-910 и мелиоративные косилки РР-22, ККД-1,5. Кроме того, в зависимости от объема и видов работ им выделяют самоходные грейдеры, погрузочные средства, трайлеры с тягачами и др.

Механизированный уход за осушительной сетью позволил в 3 раза уменьшить число ремонтеров и довести нагрузку на каждого из них до 25—30 км осушительных каналов.

С внедрением технического обслуживания внутрихозяйственной сети на мелиоративных системах ремонтно-эксплуатационные работы стали выполнять в требуемых объемах и в нужные сроки. Все это увеличило срок службы оросительной и осушительной сети без капитального ремонта при минимальных затратах на их содержание и повысило урожайность сельскохозяйственных культур.

На Украине ремонт и уход за неисправными мелиоративными системами осуществляет эксплуатационное управление осушительных или оросительных систем. В штат хозрасчетных механизированных отрядов при управлении систем дополнительно введены должности старшего инженера, инженера-гидрометра, рабочих по уходу за насосными станциями. В хозрасчетных механизированных отрядах в зависимости от видов работ и конструкции сети созданы специализированные бригады по ремонту закрытой и открытой осушительной сети, закрытой оросительной сети с широкозахватными дождевальными машинами, открытой оросительной сети в лотках и с бетонной облицовкой и др. Каждой такой бригаде выделяют автомашину, специальное оборудование и механизмы и закрепляют определенную площадь. Это позволяет значительно повысить качество работ и применять дополнительные меры материального поощрения.

На техническое обслуживание эксплуатационными управлениями не передаются: вновь построенные системы в первый год их эксплуатации, которые доводят до проектных показателей строительные организации; системы, подлежащие реконструкции; рисовые системы, нуждающиеся в планировке и закрепленные за рисоводческими бригадами и звеньями; внутрихозяйственная сеть многих крупных хозяйств, имеющих мелиоративные отряды и выполняющих весь объем ремонтных работ собственными силами, а также мелкие хозяйства, имеющие от 5 до 10 га осушаемых земель.

§ 122. Ремонт земляных сооружений

Плотины, защитные валы деформируются в результате разрушения креплений, особенно со стороны верхнего бьефа, появления оползней, просадок, подмыва берегов рек и основания защитных валов. Все эти явления часто встречаются там, где не налажен планово-профилактический уход за мелиоративной системой.

Крепления мокрых откосов дамб и защитных валов разрушаются под влиянием волнобоя. Если разрушения незначительные, то ремонт производят после опорожнения водохранилища или выхода разрушенной части из-под воды. Если разрушения большие и повторяются часто, то составляют проект усиления крепления мокрого откоса. Основание защитного вала подмывается в результате подхода к нему потока воды. В этом случае разрушается береговая полоса реки и основание вала. При обнаружении такой деформации строят шпоры, отбойные дамбы, буны, берег реки крепят камнем или бетонными плитами.

Просадки и трещины. В теле земляной плотины и защитных валов вдоль каналов или русл рек просадки и трещины образуются в первые годы после их строительства в результате уплотнения насыпи и осадки ее основания. Служба эксплуатации выявляет просадки и постоянно ведет наблюдения за интенсивностью этого процесса, чтобы установить причины. В особо опасных местах плотину зондируют металлическим щупом и роют шурфы. Это позволяет уточнить причину и наметить мероприятия по ликвидации деформаций.

Если появляются несквозные поперечные трещины, то их раскапывают и засыпают грунтом, из которого сделана насыпь плотины. Сквозные поперечные и значительные продольные трещины могут привести к серьезным авариям. Чтобы ликвидировать продольную трещину, по контуру трещины отрывают траншею и засыпают ее тем же грунтом, из которого сделана насыпь, с обязательной послойной трамбовкой грунта. Если появляется угроза оползания низового откоса, то такую дамбу необходимо разгрузить от напора воды и ликвидировать опасность его оползания. В тех случаях, когда нельзя этого сделать, на верховой стороне дамбы в местах интенсивного выхода фильтрационного потока накладывают брезентовый или пластмассовый пластырь, а с низовой стороны строят временную дрену. После того как грунт освободится от излишней воды, забивают шпунт, раскапывают трещину глубиной на 0,5 м ниже ее дна, засыпают грунтом и тщательно трамбуют. Чтобы ликвидировать поперечные трещины, поперек них через 2—3 м копают траншею глубиной на 0,5 м больше глубины трещины. Как и в первом случае, засыпают ее грунтом и тщательно трамбуют.

Фильтрация воды. Фильтрацию через дамбы и земляные перемычки обнаруживают по появившимся мокрым пятнам или маленьким струйкам воды на низовом откосе. Они появляются в результате просачивания воды через тело плотины. Выход мутной воды особенно опасен, так как это указывает на то, что вода вымывает грунт из тела плотины. При проявлении такого рода деформаций на низовом откосе расчищают выход воды, устраивают дрену, а на верхний откос насыпают грунт. Иногда грунт перелопачивают и уплотняют.

Перелив воды через гребень вала. Он может быть во время весеннего или летнего паводка. При угрозе перелива воды дамбу защитного вала наращивают мешками, заполненными землей, или отсыпают земляной вал по гребню дамбы.

Ходы землеройных животных. В теле плотины ходы землеройных животных — частая причина нарушения нормальной работы земляного сооружения. Их обнаруживают путем периодического осмотра откосов плотины. На напорном откосе ходы землероев обычно появляются выше нормального подпертого уровня. Они очень опасны, так как при повышении уровня воды в водоеме может произойти прорыв дамбы. Поэтому при обнаружении их обычно заполняют жидкой глиной или цементным раствором, предварительно уничтожив животных химической обработкой ходов.

Промерзание низового откоса. Это явление на земляной плотине ниже поверхности фильтрующего потока вызывает подъем кривой депрессии. Под напором фильтрующего потока на поверхности откоса образуется наледь или обрушивается откос. Чтобы исключить аварии подобного рода, в низовом откосе строят обратный фильтр из гравийно-песчаной смеси и отводную дрену. Кроме того, подсыпают грунт на низовой откос.

Пучение грунта. В результате замерзания воды в порах и увеличения ее объема происходит пучение грун-

та. Из-за пучения разрушаются крепления откосов плотин, каналов и сооружения. Чтобы ликвидировать пучение, необходимо осенью до наступления морозов освобождать систему от воды. За это время из откосов плотины и каналов успевает стечь гравитационная вода и откосы подсыхают. В этом случае значительно уменьшается глубина их промерзания. Для ликвидации пучения в откосах плотины и под сооружениями строят открытую или закрытую дрену или увеличивают путь фильтрационного потока.

Размыв русл каналов. В результате пропусков воды большими расходами и быстрого заполнения русл происходит их размыв. Если вода в канале движется волнами и с большой скоростью, то это приводит к размыву его продольного профиля. Размывы русл особенно опасны в каналах, построенных в насыпи и в полувыемке-полунасыпи, так как образуются прорывы откосов. Каналы также часто разрушаются при пропуске форсированных расходов. Размыв образуется и от несимметричного выпуска воды через многоопорные регулирующие сооружения. В этом случае появляется сбойное течение, и энергия потока не успевает гаситься в пределах укрепленной части сооружения.

Деформация оросительных каналов. Особенно легко разрушаются каналы, построенные в лессовых грунтах. Просадка зависит от толщины просадочного слоя и глубины грунтовых вод. В результате просадок образуются глубокие параллельные трещины, что нарушает нормальную подачу воды на орошаемую площадь. Основной способ борьбы с просадками такого рода — замочка ложа канала. Проектный профиль придают каналу после окончания просадки.

Деформации осушительных каналов и дорожных насыпей. На вновь осушенном болоте каналы и дорожные насыпи часто деформируются вследствие осадки и уплотнения торфяной залежи. По трассе канала осадка происходит неравномерно. На дне и в откосах появляются погребенные пни и стволы деревьев, а у стенок и под полом гидротехнических сооружений образуются пазухи.

Деформированные каналы углубляют до проектной отметки и подчищают откосы. Валы и дорожные насыпи подсыпают. Пазухи в сооружениях засыпают торфом, перемешанным с песком, и тщательно трамбуют.

Чтобы откосы не размывались стекающей с полей водой, их необходимо укреплять дерном или засевать травой. Кроме того, в самых низких местах береговой полосы надо строить воронки.

§ 123. Ремонт железобетонных лотков

Ремонт железобетонных лотков может быть текущий и капитальный. К текущему ремонту лотков относят: заделку мелких трещин в теле лотка полимерными мастиками; заделку цементным раствором оголенной арматуры; восстановление бортов лотков и герметичности соединений отдельных звеньев; очистку лотков от наносов, снега и льда. К капитальному ремонту относят: замену отдельных элементов лотковой сети, выравнивание опор, земляные работы.

§ 124. Очистка каналов от наносов и растительности

Заиление и зарастание оросительных каналов — основная причина их неудовлетворительной работы. Чтобы правильно организовать эксплуатацию оросительной сети, необходимо предусмотреть мероприятия по предупреждению и борьбе с зарастанием и заилением каналов.

Мероприятия по предупреждению указанных явлений включают: очистку оросительной воды от семян сорной растительности; применение конструкции оросительных каналов с уположенными откосами; использование эффекта взвешенных наносов и красителей; установление оптимального режима работы каналов по транспортированию потоком взвешенных наносов.

Для очистки оросительной воды от семян сорной растительности применяют различные по конструкции запоны и щиты.

Уположенные откосы оросительных каналов значительно улучшают их обслуживание, позволяют более эффективно бороться с сорной растительностью и заилением, повышают к. з. и. системы в целом.

Взвешенные наносы и красители затеняют русла каналов, уменьшая прохождение света через поток. Метод основан на поглощении лучей света взвешенными наносами или красителями.

Глубину потока, при которой водная растительность в данном случае не будет прорастать, определяют по формуле, м:

$$H=\frac{n^2}{2}, \qquad (113)$$

где n — отсчет, соответствующий глубине погружения диска (м) диаметром 75 мм в потоках, при которой последний исчезает из виду.

Установление оптимального режима работы каналов по транспортированию потоком взвешенных наносов имеет немаловажное значение в эксплуатационной практике. Речь идет об установлении такого режима в каналах, при котором не было бы процессов заиления и размывов оросительных каналов. В настоящее время транспортирующую способность потока можно определить по эмпирическим формулам Б. А. Замарина, А. Г. Хачатряна, А. Н. Гостунского, С. Х. Абальянца и др.

Борьба с растительностью на каналах осуществляется несколькими способами: механическим, химическим, биологическим и термическим.

Механические способы борьбы с сорной растительностью делятся на ручное окашивание и окашивание с помощью средств механизации.

Линейный эксплуатационный персонал систематически осматривает объекты. В состав его работ входят: удаление растительности, засоряющей канал; очистка сооружений от плавающей растительности и др. В качестве оборудования и инвентаря используют простые орудия (косы, лопаты, мотыги, скребки и др.).

Уход за более крупными каналами осуществляет эксплуатационный ремонтный персонал. В состав оборудования для данных бригад включаются: машина для срезки растительности МСР-1,2; косилка КСК-2,1 для окашивания откосов; универсальный мотоагрегат РА-1; передвижная насосная станция; опрыскиватели навесной ОПД-100 и ранцевый ОРД и другое более мелкое оборудование.

Для очистки от заиления и растительности, а также для оправки временной оросительной сети применяют следующие каналокопатели и заравниватели: КЗУ-0,3, КЗУ-0,5, КБН-0,35, КОР-500а, КОР-700, Д-267А.

Очистку магистральных и распределительных каналов от сорной растительности совмещают с очисткой от

наносов и выполняют зачастую одними и теми же средствами механизации. Машины по очистке разделяются на машины с пассивными и активными рабочими органами.

К машинам с пассивными рабочими органами относятся рамные резаки, цепные волокуши, цепные ножи, плужные каналокопатели. Машины с активными рабочими органами разделяются на две группы: машины цикличного и непрерывного действия. К первой группе относятся экскаваторы различных модификаций, оборудованные всевозможными сменными рабочими органами. Ко второй — машины, имеющие различные конструкции рабочих органов, — цепные, скребковые, многоковшовые, фрезерные, шнековые. Сюда же относятся косилки с прямолинейными ножами возвратно-поступательного движения.

Одноковшовые экскаваторы применяют с вместимостью ковша от 0,25 до 1 м³ с рабочим оборудованием драглайн или обратная лопата. Слой наносов в канале должен быть не менее 0,3 м. Если он меньше, то применять экскаваторы экономически невыгодно.

При ремонтных работах на одноковшовых экскаваторах целесообразно применять профильные ковши, которые одновременно с выемкой грунта позволяют планировать откосы канала. Применение их повышает производительность экскаватора на 10—25% при работе на легких грунтах.

Многоковшовые экскаваторы используют для очистки даже при сравнительно небольших удельных объемах (0,1 м³ на 1 м длины канала). Находят применение следующие марки экскаваторов: ЭМ-152, ЭМ-161, ЭМ-202, ЭМ-502, а также каналоочистительные машины Д-490 и КПШ.

Сорную растительность окашивают следующими машинами: МСР-1,2, ККД-1,5, КОК-5,8, КМ-1 (рис. 49), КФН-1000, КФН-1200.

Новые каналоокашивающие машины КН-0,6, ВК-1,2, ВК-0,6 предназначены для очистки каналов от наносов и мягкостебельной растительности, не обсаженных деревьями (КН-0,6) и обсаженных деревьями (ВК-1,2 и ВК-0,6).

Химические способы борьбы с растительностью включают опрыскивание гербицидами, обработку отходами местной химической промышленности и нефтяны-

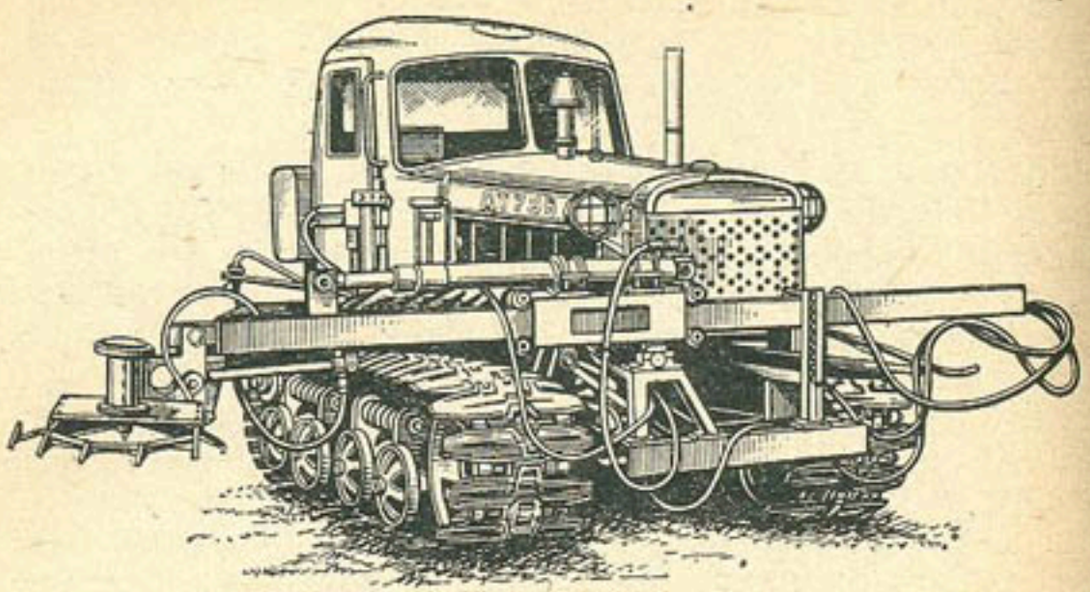


Рис. 49. Косилка КМ-1.

ми продуктами. При работе с гербицидами необходимо соблюдать правила техники безопасности и правильно их хранить.

Гербициды бывают избирательного и сплошного действия. Первые действуют на сорную растительность одной биологической группы, вторые — на все биологические группы. Гербициды применяют в жидкой и твердой форме. В жидкой форме они проникают в растения через листья и стебли, гранулированные препараты поражают корневища или молодые всходы сорной растительности.

Биологические способы борьбы с сорной растительностью включают в себя затенение каналов древесными насаждениями, обсев каналов многолетними злаковыми травами, использование растительноядных рыб.

Значение лесонасаждений вдоль каналов очень велико. Они создают микроклимат, улучшают гидрогеологический режим вдоль каналов, защищают берега каналов от заносов, деформаций и т. д. К лучшим древесным породам, создающим хорошее затенение, относятся пирамидальный и туркестанский тополь, плакучая ива, мелколистная ива и др.

Сорная растительность на дамбах и сухих откосах каналов угнетается путем их обсева многолетними злаковыми травами. Для этих целей можно использовать специальную сеялку СТК-3 в комплекте с планировщиком откосов ПОК-5,8.

Залуженные дамбы и откосы каналов имеют ряд преимуществ. Прежде всего предотвращается деформация откосов от воздействия ветра и ливневых дождей, обеспечивается полная механизация эксплуатационных работ по уходу за каналами, выращиваются кормовые травы.

Использование растительноядных рыб — белого амура, обыкновенного и пестрого толстолобика — находит применение в борьбе с сорной растительностью на оросительных системах Средней Азии. Этот способ дает высокий экономический эффект и создает условия для замены механического и химического способов.

Термический способ уничтожения сорной растительности основан на ее открытом сжигании. Для этой цели применяют травосжигатель КГ-1. Этот способ пожароопасен, недостаточно экономичен и находит весьма ограниченное применение.

§ 125. Ремонт объектов для службы эксплуатации

Своевременный ремонт гражданских зданий (жилье для работников службы эксплуатации, культурно-бытовые помещения), производственных зданий (управления эксплуатации оросительных или осушительных систем, склады, гаражи и другие производственные постройки), дорог, линий связи, насосно-силового и другого оборудования, водомеров, гидропостов, транспортных средств и различных других механизмов обеспечивает нормальную техническую эксплуатацию гидромелиоративной системы в целом.

По каждому виду объектов для службы эксплуатации составляют дефектные ведомости, на основе которых формируют годовые планы ремонтных работ. В них должна быть определена потребность в рабочей силе, строительных материалах, механизмах и транспортных средствах. В годовом плане должны быть предусмотрены очередность и сроки выполнения работ.

Сроки выполнения ремонтных работ могут быть различные, в зависимости от назначения объекта. Так, дороги, линии связи, транспортные средства можно ремонтировать круглый год. Насосно-силовое оборудование, водомеры, гидропосты ремонтируют осенью после вегетационных поливов. Жилищные, культурно-бытовые и производственные здания обычно ремонтируют в летний период.

Каналы и гидротехнические сооружения озеленяют осенью или весной с соблюдением всех требований к зеленым посадкам на каналах и сооружениях. Обсев каналов культурными травами лучше проводить весной.

§ 126. Ремонт закрытой оросительной сети

На закрытых, как и на открытых оросительных системах, проводят капитальный и текущий ремонты. Для этого после окончания поливного сезона определяют объем и виды ремонтных работ. Устанавливают, на каких водоводах и сколько было аварийных ремонтов и причины их возникновения.

До начала текущего или капитального ремонта освобождают трубопроводы от воды при помощи концевых сбросных задвижек или спускных колодцев. В некоторых случаях, когда часть поливных или распределительных трубопроводов по условиям плана водопользования не будет участвовать в поливе до глубокой осени, а подачу воды по ним прекращают в августе-сентябре, их можно отключить от общей сети, спустить воду и приступить к текущему или капитальному ремонту.

В период ремонта все металлические узлы арматуры — задвижки, вантузы, гидранты-водовыпуски, щиты — осматривают, а трущиеся части смазывают солидолом.

Закрытые трубопроводы обычно бывают из асбестоцементных, металлических, полиэтиленовых труб. Для их ремонта необходимо заблаговременно завезти запасные трубы, задвижки, гидранты и другие строительные материалы.

Наиболее уязвимые части полиэтиленового трубопровода — стыки и их соединения с металлическими частями.

При ремонте полиэтиленовых труб пользуются контактной сваркой встык (с помощью специальной металлической муфты). Отдельные трещины ликвидируют с помощью полиэтиленовой ленты, с последующим разогревом.

Ремонтные работы надо выполнять в осенне-зимний период. С наступлением сильных морозов ремонтные работы прекращают и возобновляют ранней весной. Их ведут практически до заполнения системы водой.

Ранней весной закрытую сеть снова тщательно осматривают, устраняют обнаруженные дефекты и испытывают на герметичность. Перед заполнением трубопроводов водой желательно, если в этом есть необходимость, промыть наиболее опасные участки.

§ 127. Ремонт закрытой осушительной сети

Правильно запроектированная и построенная закрытая осушительная система обеспечивает автоматический отвод избыточных вод и создает благоприятные условия для выполнения всего комплекса сельскохозяйственных работ, связанного с выращиванием сельскохозяйственных культур, поэтому их относят к наиболее совершенным системам одностороннего действия.

Нормальная работа дренажных линий может нарушаться в результате: заиления их грунтом, поступающим через стыки дренажных труб; малой скорости потока воды, связанной с недостаточным уклоном дрен и коллекторов; высокого уровня воды в приемных каналах; расстройства коллекторов и дрен из-за недоброкачественной укладки их во время строительства и особенно плохого качества труб; закупорки труб железистыми соединениями и корнями травяной и древесной растительности.

Все повреждения выявляют в процессе использования земли.

Состояние закрытой осушительной сети устанавливают путем наблюдения за уровнем грунтовых вод по наблюдательным скважинам, по застою воды в понижениях весной, по срокам созревания почвы к началу весновспашки и влажности почвы во время уборки урожая, а также в процессе специального осмотра устьев коллекторов и смотровых колодцев.

В зависимости от характера повреждений дренажные линии ремонтируют без вскрытия, пунктирным и полным вскрытием труб с частичной или сплошной перекладкой.

При неполном заилении дренажных труб ремонт производят без вскрытия труб. Наиболее распространенным является промывка водой дренопромывочной машиной типа Д-910. В ее комплект входят цистерна, мотопомпа или передвижная насосная станция, напорный шланг с наконечником.

19 Заказ 4289

Промывку ведут следующим образом. Через устье коллектора или дрены в смотровой колодец вводят гибкий напорный шланг с наконечником, имеющим фронтальные и тыловые отверстия. Из шланга вода выходит под напором до 10 м и размывает наносы. Струи воды, выходящие из тыловых отверстий, создают реактивную силу, под воздействием которой шланг движется по трубе вперед. Преимущества этого способа заключаются в том, что он прост и позволяет промывать целые системы без вскрытия дренажных линий. К недостаткам его следует отнести то, что нельзя проверить качество работ сразу после промывки и не ликвидируются причины заиления.

Чтобы предупредить заиление дренажных труб железистыми соединениями, надо проводить глубокую пахоту, кротование, щелевание почвы, что увеличивает приток кислорода в осушаемый слой, а также снижать кислотность почвы путем внесения извести в слой до 0,6 м. Кроме того, следует предотвращать поступление воздуха в дренажные трубы путем подпора устьев коллекторов, увеличивать скорости течения воды в трубах, для чего дрены нужно закладывать с уклоном не менее 0,004. При скорости течения воды больше 0,3 м/с происходит самоочистка труб.

К способам предотвращения кольматации водоприемных отверстий труб и заиления фильтров относятся: увеличение размеров стыковых зазоров и перфораций; применение песчано-гравийных фильтров; внесение ингибиторов, то есть химически активных веществ (смесь извести с гипсом в соотношении 1:2 и др.) в траншейную засыпку.

§ 128. Планирование ремонтных работ

При планировании ремонта необходимо ориентироваться на прогрессивный опыт, достижения науки, результаты внедрения новых форм и методов во все виды ремонтных работ. Эти планы должны быть реальными с учетом возможностей водохозяйственных организаций и в то же время они должны предусматривать мобилизацию трудовых и материальных ресурсов организации, снижение себестоимости ремонтных работ.

Ремонтные работы на внутрихозяйственной и межхозяйственной сети должны быть обязательно увязаны как по времени их проведения, так и по объемам. С этой

целью, а также для технического контроля работ хозяйства должны представлять свои планы работ в соответствующие управления осушительных и оросительных систем. Это позволяет координировать работы в пределах системы.

Текущий ремонт планируется на основе расценочных ведомостей дефектов по каждому объекту (табл. 38).

В указанной ведомости определяется общая стоимость по каждому объекту.

Таблица 38

Ведомость дефектов сооружений, канала и другого оборудования

(название хозяйства)

(по состоянию на какое число)

Описание обнаруженных дефектов	Работы	Единица измерения	Количество	Расценки или нормы и № пункта	Цена, руб.	Стоимость, тыс. руб.

Капитальный ремонт планируется с указанием: наименования и объемов основных работ по каждому объекту; стоимости работ по объектам; календарных сроков ремонтов; потребности в материалах, механизмах, транспортных средствах и людских ресурсах.

§ 129. Проектно-сметная документация и финансирование

Проектно-сметную документацию оформляют на все виды ремонтных работ.

При текущем ремонте технической документацией является ведомость дефектов.

Капитальный ремонт объектов, как правило, выполняется по утвержденным проектам.

Проектно-сметную документацию на капитальный ремонт системы или отдельных ее частей разрабатывают специальные проектные группы при областных или краевых управлениях водного хозяйства или проектные институты.

Вся техническая документация на ремонтные работы должна передаваться строительной организации за месяц до начала производства работ.

Стоимость работ определяется по действующим в отрасли единичным расценкам. В том случае, если для отдельных видов ремонтных работ нет единичных расценок, их составляют дополнительно на основе действующих фактических норм для данных конкретных условий.

Финансирование ремонтных работ осуществляется: на межхозяйственной сети за счет государственного бюджета, на внутрихозяйственной — за счет хозяйств-водопользователей.

§ 130. Контроль за качеством и приемка ремонтных работ

Контроль за качеством ремонта сети и сооружений должен осуществляться систематически путем обмера выполненных объемов за декаду или месяц.

В конце каждого месяца проводится инструментальная съемка выполненных ремонтных работ. Эти материалы — основа месячной оперативной отчетности.

Управления эксплуатации систем и ремонтно-строительные тресты имеют оперативную, квартальную и годовую отчетность по специальным формам, утвержденным ЦСУ СССР. Эти отчеты представляют вышестоящим организациям в строго установленные сроки.

Приемка ремонтных работ осуществляется специальной комиссией, в состав которой входят представители эксплуатационных и ремонтных организаций. Эта комиссия обследует объекты и составляет акт приемки по специально установленной форме. В акте указывают объекты, вид ремонта, объем и сроки выполненных работ. Комиссия дает оценку данному объекту и при положительной оценке принимает его в эксплуатацию. В акте обязательно указывают отступления от проекта, недоделки и пожелания для их ликвидации. Кроме того, указывают плановую и фактическую стоимость объекта ремонтных работ.

Большие объекты ремонтных работ на системах принимают по отдельным сооружениям или узлам.

§ 131. Техника безопасности при ремонтных работах

Чтобы избежать несчастных случаев при ремонтных работах на мелиоративных системах, перед началом работ следует ознакомить рабочих с правилами техники безопасности, а бригадиров и технический персонал необходимо тщательно проинструктировать. Правила должны быть вывешены на видном, защищенном от непогоды месте.

При опрыскивании каналов гербицидами надо пользоваться спецодеждой, очками, респираторами и перчатками.

При применении гербицидов следует руководствоваться «Санитарными правилами по хранению, транспортированию и применению ядохимикатов в сельском хозяйстве», утвержденными Главным государственным санитарным инспектором СССР.

Для выполнения работ, связанных с особыми условиями (взрывные, электротехнические и другие), допускаются только лица, имеющие право на производство этих работ.

При пропуске паводков требования техники безопасности значительно возрастают, особенно на аварийных участках и в ночное время. Здесь нужно всегда проверять наличие спасательного инвентаря, моторных лодок и других спасательных приспособлений.

При ремонте бетонных и железобетонных тонкостенных конструкций (лотки, плиты, трубы) с применением композиции КБ-2 необходимо помнить, что растворители, применяемые при обработке поверхности железобетонных изделий, и сама композиция относятся к группе легковоспламеняющихся жидкостей. Кроме того, входящие в состав композиции КБ-2 компоненты, такие, как эпоксидные смолы, ряд растворителей и отвердителей, токсичны. Поэтому необходимо предохранять открытые места тела спецодеждой и иметь защитные очки.

Для оказания первой помощи при несчастных случаях на каждом участке системы и особенно на объектах, удаленных от населенных пунктов, должны быть аптечки с положенным запасом медикаментов и перевязочных средств.

Контрольные вопросы. 1. Определение технического состояния сети и сооружений. 2. Сроки ремонта осушительной и оросительной сети. 3. Виды работ при профилактическом, текущем, капитальном и аварийном ремонтах. 4. Техническая документация и организация ремонта сети и сооружений внутрихозяйственной и межхозяйственной частей системы.

Раздел четвертый

ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЗАТРАТЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Глава 18

ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

§ 132. Задачи межхозяйственной и внутрихозяйственной службы эксплуатации

Задачи эксплуатационных организаций заключаются в следующем: осуществлении мероприятий, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур; непрерывном и прогрессивном повышении плодородия почвы; сохранении и техническом совершенствовании мелиоративных систем; экономном и рациональном использовании запасов воды в пределах системы; расширении площадей осушаемых и орошаемых земель; участии в организации сельскохозяйственного производства на мелиорируемых землях.

Управления осушительных и оросительных систем организуют работу гидромелиоративной системы. При этом хозяйственную сеть и сооружения в основном эксплуатируют хозяйства, а межхозяйственную — межхозяйственная служба эксплуатации. Большие каналы, водохранилища, речные сооружения, водопроводы обслуживают специальные управления канала или водохранилища.

На оросительной системе внутрихозяйственная служба эксплуатации должна:

составлять и осуществлять хозяйственные планы водопользования, получать воду из межхозяйственной сети, распределять ее между бригадами хозяйства, контролировать ход поливов, внедрять прогрессивные способы полива;

определять состояние и следить за работой оросительной и коллекторно-сбросной сети, заключать договора с управлением оросительной системы на техническое обслуживание внутрихозяйственной сети и контролировать качество ремонтных работ;

проводить работы по развитию орошения, улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, переустройству и дооборудованию сети и принимать сеть и сооружения в эксплуатацию.

На осушительной системе внутрихозяйственная служба эксплуатации обязана:

составлять и осуществлять хозяйственные планы регулирования водного режима, вести наблюдение за режимом грунтовых вод, разрабатывать мероприятия по эффективному и рациональному использованию запасов воды, поступающих на осушаемую площадь;

определять состояние и обеспечивать сохранность осушительной и оросительной сети;

заключать договора с управлением осушительных систем на техническое обслуживание сети и сооружений;

составлять перспективные и годовые планы технического совершенствования системы с учетом развития и специализации хозяйства;

осуществлять приемку в эксплуатацию вновь построенных, реконструированных и отремонтированных систем, контролировать качество строительных и ремонтных работ.

Межхозяйственная служба эксплуатации на оросительной системе должна:

определять обеспеченность водой источника орошения и устанавливать критические периоды, чтобы откорректировать план водопользования;

составлять планы распределения воды между водопользователями и осуществлять их, оказывать помощь хозяйствам в планировании и проведении водопользования;

контролировать использование воды в хозяйствах и следить за мелиоративным состоянием орошаемых земель;

осуществлять уход и надзор за оросительной и коллекторно-сбросной сетью, готовить проектно-сметную документацию на ремонт сети и сооружений и производить ремонтные работы, осуществлять мероприятия по повышению к. п. д. каналов и коэффициентов использования воды на системе;

проводить работы по переустройству и дооборудованию межхозяйственной части системы, содействовать развитию орошения, водоснабжения и обеспечивать рациональное использование оросительной воды.

Межхозяйственная служба эксплуатации на осушительных системах обязана:

регулировать водный режим на осушаемой территории, рационально и эффективно использовать запасы грунтовой и оросительной воды;

охранять и содержать в исправности межхозяйственную сеть и сооружения, готовить проектно-сметную документацию на выполнение текущего и капитального ремонта системы и ремонтировать ее, оказывать землепользователям помощь в планировании ремонтных работ на внутрихозяйственной сети, вести учет выполненных работ и отчитываться перед соответствующими инстанциями;

планировать работы по техническому улучшению системы;

участвовать в приемке законченных работ по строительству, реконструкции и ремонту системы, контролировать качество строительных и ремонтных работ;

проводить мероприятия по подготовке кадров массовых квалификаций для эксплуатации осушительных систем;

внедрять в производство достижения науки и передового опыта эксплуатации осушительных систем.

§ 133. Организация службы эксплуатации

Выполнение комплексной программы мелиорации земель, разработанной на майском (1966 г.) Пленуме ЦК КПСС, привело к резкому росту темпов и масштабов мелиоративных работ во всех зонах Советского Союза. За прошедший период значительно возросли техническая оснащенность и капиталоемкость мелиоративных систем.

В этой связи перестроена служба эксплуатации водохозяйственных организаций в направлении перевода ремонтно-эксплуатационных работ на индустриальную основу и установлены новые формы эксплуатации.

В настоящее время руководство эксплуатационными организациями возложено на Главное управление эксплуатации мелиоративных систем Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. Кроме того, при Министерстве мелиорации и водного хозяйства СССР создано Всесоюзное научно-производственное объединение «Союзводавтоматика», которое обязано обеспечить массовое внедрение систем централизованного контроля и управления средствами автоматики и телемеханики на гидромелиоративных системах.

В министерствах мелиорации и водного хозяйства республик вместо главных управлений эксплуатации мелиоративных систем и гидротехнических сооружений созданы производственные хозрасчетные объединения по эксплуатации мелиоративных систем и гидротехнических сооружений, которым подчиняются областные (краевые) производственные управления мелиорации и водного хозяйства, министерства мелиорации и водного хозяйства автономных республик, мелиоративная служба, эксплуатационные управления крупных каналов, трубопроводов и водохранилищ, монтажно-наладочные тресты.

Областным (краевым) производственным управлениям мелиорации и водного хозяйства подчиняются управления эксплуатации оросительных, осушительных и обводнительно-оросительных систем, ремонтно-строительные тресты или ПМК, проектные группы, районные производственные объединения «Полив» и мелиоративная служба. На областные производственные управления мелиорации и водного хозяйства возложена обязанность обеспечивать организацию и материально-техническое снабжение управлений систем для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ в области (крае), уход за системами и регулирование водного режима, чтобы рационально и экономно использовать запасы воды, пригодной для орошения сельскохозяйственных культур.

Районные производственные объединения «Полив» обслуживают орошаемые земли колхозов и совхозов в пределах одного административного района и призваны обеспечивать: высокоэффективное использование орошаемых земель, бесперебойную работу сетевых насосных станций, уход, надзор и ремонт сети, сооружений и дождевальной техники. Объединение функционирует на основе хозрасчета.

Монтажно-ремонтные тресты обеспечивают ремонт, монтаж и техническое обслуживание насосно-силового оборудования и автоматических устройств и выполняют пусконаладочные работы.

Мелиоративная служба осуществляет контроль за мелиоративным состоянием земель, ведет наблюдение за режимом грунтовых вод и влажностью почвы, уста-

навливает и прогнозирует водный и солевой режимы почвы. По отчетным материалам мелиоративной службы определяют площади, требующие мелиоративного улучшения, и разрабатывают организационно-технические мероприятия, которые включают в производственные планы управлений систем.

Управления осушительных и оросительных систем обслуживают одну или несколько систем, расположенных в границах одного или нескольких административных районов. В первом случае они называются управлениями осушительной или оросительной системы, а во втором — межрайонными управлениями осушительных или оросительных систем. Эксплуатационные управления отвечают за выполнение планов водопользования в районах орошения и планов регулирования водного режима в районах осушения, подготовку проектно-сметной документации на ремонтные работы, заключают договора с колхозами и совхозами на техническое обслуживание внутрихозяйственной сети и сооружений за своевременное и качественное выполнение ремонтно-эксплуатационных работ и формирование планов ремонтных работ ремонтно-строительными ПМК.

Зона обслуживания управлением системы делится на участки, для обслуживания которых управление организует специальные производственные эксплуатационные участки. Работники производственного участка выполняют весь комплекс ремонтно-эксплуатационных работ и работ по управлению водой силами механизированных отрядов и специализированных бригад, за которыми закрепляются конкретные узлы сооружений и участки системы. Так, открытые каналы ремонтируют механизированные отряды, а сложную дождевальную технику и закрытые оросительные системы обслуживают специализированные бригады.

Такая организационная форма позволяет обеспечивать выполнение всего комплекса работ по регулированию водного режима и поддерживать систему в рабочем состоянии. В этом случае создались реальные условия для участия эксплуатационной службы в производстве сельскохозяйственной продукции на мелиорируемых землях.

§ 134. Элементы хозрасчета на гидромелиоративных системах

Хозрасчет — это метод ведения хозяйства социалистическим предприятием, обеспечивающий рентабельность производства за счет увеличения производства и повышения качества продукции.

Основные принципы хозяйственного расчета: сочетание централизованного планового руководства с хозяйственной самостоятельностью предприятия; окупаемость затрат и рентабельность предприятия при создании для них равных экономических условий; материальная ответственность хозрасчетных организаций перед государством и хозяйственными предприятиями за выполнение своих обязательств, за использование материальных, трудовых и денежных ресурсов; материальная заинтересованность работников в результатах деятельности предприятия при строгом режиме экономии.

Гидромелиоративные системы по характеру деятельности относятся к числу хозяйственных организаций. Они имеют взаимоотношения с колхозами, совхозами и другими землепользователями, которые также являются хозяйственными организациями.

Доход управления гидромелиоративной системы складывается из госбюджетных ассигнований на ремонт и обслуживание межхозяйственной сети и сооружений, из отчислений землепользователей на покрытие издержек за техническое обслуживание внутрихозяйственной системы. Управление системы заключает договора с ремонтно-строительными ПМК на выполнение работ по капитальному ремонту сети и сооружений и выступает как генподрядчик, а ПМК является субподрядчиком.

В настоящее время не на всех системах введен хозяйственный расчет. Для введения полного хозрасчета необходимо решить целый ряд сложных вопросов, в основном связанных с регулированием влажности почвы. Полный хозрасчет введен в зоне деятельности районных производственных объединений (РПО) «Полив», обслуживающих закрытую оросительную сеть и дождевальную технику. Колхозы и совхозы за выполненный объем работ выплачивают объединению 80% расчетной стоимости гектаро-полива, а после оприходования продукции доплачивают остальную стоимость. В случае высоких урожаев доплата может достигать 25% стоимости

Таблица 39

Укрупненные нормативы численности административно-управленческого персонала водохозяйственных эксплуатационных организаций

Организация	Группа по оплате труда руководящих и инженерно-технических работников				
	I	II	III	IV	V
Управление оросительных систем (оросительно - обводнительных, обводнительных, коллекторно-дренажных, насосных станций и др.)					
Объемные показатели, тыс. га	Более 90	60—90	30—60	15—30	До 15
Штатная численность, ед.	14—20	11—14	8—11	6—8	4—6
Управление осушительных систем (осушительно - увлажнительных, мелиоративных и др.)					
Объемные показатели, тыс. га	Более 180	120—180	60—120	30—60	До 30
Штатная численность, ед.	10—14	8—10	6—8	5—6	4—5
Управление водохранилищ					
Объемные показатели, млн. м³	Более 1000	750—1000	500—750	250—500	До 250
Штатная численность, ед.	8—11	7—8	6—7	5—6	4—5
Управление каналов (группы каналов)					
Объемные показатели, м³/с	Более 200	175—200	125—175	75—125	До 75
Штатная численность, ед.	11—17	9—10	8—9	5—7	4—5

Примечание. В состав укрупненных нормативов штатной численности административно-управленческого персонала входят: начальник управления, зам. начальника управления, главный инженер, начальники отделов, старшие инженеры и инженеры всех специальностей, старшие техники и техники всех специальностей, главный бухгалтер (старший бухгалтер на правах главного), заведующий хозяйством, секретарь-машинистка.

Таблица 40

Показатели для отнесения эксплуатационных водохозяйственных организаций к группам по оплате труда руководящих инженерно-технических работников

Организация	Группа по оплате труда				
	I	II	III	IV	V
Управление, обслуживающее оросительные системы площадью, тыс. га	Более 90	60—90	30—60	15—30	До 15
участки оросительных систем площадью, тыс. га	I группа Более 30	II группа 15—30	III группа 10—15		
Управление, обслуживающее осушительные системы площадью, тыс. га	Более 180	120—180	60—120	30—60	До 30
участки осушительных систем площадью, тыс. га	I группа Более 60	II группа 30—60	III группа 20—30		
Управления, обслуживающие водохранилища вместимостью, млн. м³	Более 1000	750—1000	500—750	250—500	До 250

Продолжение

Организация	Группа по оплате труда				
	I	II	III	IV	V
Управление, обслуживающее каналы или группы каналов с суммарным головным водозабором, м³/с	Более 200	175—200	125—175	75—125	До 75
отделение каналов с суммарным головным водозабором, м³/с	Более 125	75—127	30—75		
Управления, обслуживающие гидроузлы с суммарной пропускной способностью, м³/с	Более 800	600—800	400—600	200—400	До 200
Управления насосных станций, подающих воду на площадь, тыс. га	Более 18	9—18	6—9		

Примечание. При отнесении орошаемых земель к группе по оплате труда, кроме размера обслуживаемой площади, учитываются площади лиманного орошения (2 тыс. га лиманного орошения за 1 тыс. га орошаемых), обводнения земель из каналов и водоприемников (10 тыс. га обводненных за 1 тыс. га орошаемых), обводнения земель водами из шахтных и трубчатых колодцев (20 тыс. га обводненных за 1 тыс. га орошаемых) и осушаемые земли (2 тыс. га осушаемых за 1 тыс. га орошаемых).

Таблица 41

Штатные нормативы руководящих, инженерно-технических работников и служащих водохозяйственных эксплуатационных организаций (дополнительно к укрупненным нормативам)

Должность	Нормативы и условия для введения должностей
Начальник отдела механизации	1 — на управление при наличии 50 тракторов, землеройных машин, автомобилей, катеров, самоходных шасси и другой самоходной техники
Начальник отдела энергетики	1 — на управление при наличии электрооборудования электросети и установок в объеме более 2000 условных единиц (баллов) или 1 — на управление насосных станций (группы насосных станций) с суммарной установленной мощностью 4 тыс. кВт и более
Начальник отдела автоматики и телемеханики (комплексной автоматизации)	1 — на управление при наличии 500 и более контролируемых параметров
Старший инженер (инженер) по кадрам	В управлении со среднегодовой численностью работников более 150 человек вводится должность старшего инженера, а с численностью 75—150 — должность инженера. Если работников меньше 75 человек, то обязанности инспектора по кадрам выполняет один из работников управления
Старший инженер (инженер) по охране труда, технике безопасности и организации пожарной охраны	В управлении со среднегодовой численностью работников более 500 человек вводится должность старшего инженера, а с численностью 300—500 — должность инженера. В управлении с численностью меньше 300 человек функции инженера по охране труда, технике безопасности выполняются одному из инженеров управления
Агроном	1 — на управление с площадью орошения или осушения до 30 тыс. га. При площади мелиорируемых земель более 30 тыс. га вместо должности агронома может вводиться должность старшего агронома
Агролесомелиоратор	1 — на управление, имеющее более 200 га лесопосадок и лесонасаждений
Старший бухгалтер (бухгалтер)	1 — на управление со среднегодовой численностью работающих от 100 до 200 человек. При численности более 200 человек может быть дополнительно введена должность бухгалтера на каждые последующие 200 человек

Продолжение

Должность	Нормативы и условия для введения должностей
Кассир	1 — на управление со среднегодовой численностью работников более 100 человек. При меньшей численности обязанности кассира вменяются одному из работников управления
Заведующий центральным складом	1 — на управление, имеющее объем движения товарно-материальных ценностей на сумму 400 тыс. руб. в год
Кладовщик	1 — на управление или эксплуатационный участок с объемом движения материальных ценностей на сумму 200—400 тыс. руб. Если сумма превышает 200—400 тыс. руб., то на каждые последующие 600 тыс. руб. дополнительно вводится по 1 кладовщику
Уборщица	1 — на каждые 400 м² уборочной площади. В управлениях или эксплуатационных участках, имеющих уборочную площадь меньше 400 м², на уборку в смете предусматривается 20 руб. в месяц.

Примечания. 1. Численность работников сторожевой и пожарной охраны устанавливается в пределах лимита по охране. 2. Численность работников жилищно-коммунального хозяйства, детских дошкольных, культурных и прочих предприятий устанавливается в соответствии с типовыми нормативами. 3. Водители легковых автомашин могут вводиться дополнительно в пределах плана по труду и лимитов на содержание легкового автотранспорта.

выполненных работ. С этой целью для колхозов и совхозов расценки на оплату работ, выполняемых РПО «Полив», установлены с учетом обеспечения рентабельности РПО до 8%. На осушительных системах при переходе на полный хозрасчет в основу платы за услуги управлению системы может быть положен принцип расчета за единицу площади с учетом увеличения чистого дохода и уровня рентабельности колхозов и совхозов в результате выполнения управлением комплекса работ по регулированию водного режима.

Таблица 42

Штатные нормативы линейного персонала водохозяйственных эксплуатационных организаций

Должность	Нормативы и условия для введения должностей
Начальник участка оросительной системы	1 — на участок I группы с площадью используемых земель более 30 тыс. га; 1 — на участок II группы с площадью 15—30 тыс. га; 1 — на участок III группы с площадью 10—15 тыс. га. На участке с площадью используемых земель меньше 10 тыс. га функции начальника участка возлагаются на старшего инженера или инженера
Начальник участка осушительной системы	1 — на участок I группы с площадью используемых земель более 60 тыс. га; 1 — на участок II группы с площадью 30—60 тыс. га; 1 — на участок III группы с площадью 20—30 тыс. га. При площади меньше 20 тыс. га функции начальника возлагаются на старшего инженера или инженера
Начальник отделения канала (группы каналов)	1 — на отделение I группы с суммарным годовым расходом более 125 м³/с; 1 — на отделение II группы с суммарным годовым расходом 75—125 м³/с. На отделение канала с суммарным годовым расходом меньше 75 м³/с функции начальника отделения возлагаются на старшего инженера этого же отделения
Инженер - гидротехник и инженер любой другой специальности	1 — на каждые 4,5 тыс. га используемых орошаемых земель; 1 — на каждые 9 тыс. га используемых осушаемых земель; 1 — на каждые 35—40 км межхозяйственных каналов с расходом менее 10 м³/с; 1 — на каждые 25—30 км межхозяйственных каналов с расходом более 10 м³/с; 1 — на каждые 50 км межхозяйственных трубопроводов; 1 — на каждые 50—60 км рек при наличии берегозащитных сооружений на них; 1 — на каждые 100 гидропостов с автоматизированным учетом расхода воды; 1 — на каждые 20 скважин вертикального дренажа и скважин на орошение; 1 — на 80 пунктов наблюдений за ре-

Продолжение

Должность	Нормативы и условия для введения должностей
Техник-гидротехник	жимом грунтовых вод на оросительных системах; 1 — на 200 пунктов наблюдений на осушительных системах или на 15—20 створов скважин 1 — на каждые 9 тыс. га используемых орошаемых земель; 1 — на каждые 18 тыс. га используемых осушаемых земель; 1 — на 50—60 км рек при наличии берегоукрепительных сооружений на них; 1 — на 15—25 гидропостов с инструментальным замером расходов воды в радиусе обслуживания более 10 км; 1 — на каждые 30—50 гидропостов с автоматизированным учетом воды в радиусе обслуживания более 10 км; 1 — на каждые 20 скважин вертикального дренажа и скважин для орошения; 1 — на 160 пунктов наблюдений (скважин, колодцев, гидропостов и др.) за режимом грунтовых вод на оросительных системах; 1 — на 100 пунктов наблюдений на осушительных системах или на 8—10 створов; 1 — в смену на гидроузле (группы гидроузлов пропускной способностью более 50 м³/с); 1 — на селехранилище вместимостью более 300 тыс. м³
Агроном	1 — на эксплуатационный участок площадью орошения или осушения более 30 тыс. га
Начальник насосной станции (группы станций)	1 — на насосную станцию (группу насосных станций) I группы, обслуживающей площадь более 18 тыс. га; 1 — на насосную станцию (группу станций) II группы, обслуживающей площадь 9—18 тыс. га; 1 — на насосную станцию (группу станций) III группы, обслуживающей площадь 6—9 тыс. га. При меньшей площади эти обязанности возлагаются на инженера или старшего инженера
Старший инженер любой специальности по насосной станции	1 — на насосную станцию (группу станций) с суммарной установленной мощностью 0,5—5 тыс. кВт; 2 — при мощности 5—10 тыс. кВт; 3 — при мощности 10—20 тыс. кВт; 4 — при мощности станции 20—50 тыс. кВт

Продолжение

Должность	Нормативы и условия для введения должностей
Инженер любой специальности по насосной станции	1 — на насосную станцию (группу насосных станций) с суммарной установленной мощностью 0,5—1,5 тыс. кВт; 2—1,5—3 тыс. кВт; 3—3—5 тыс. кВт; 4—5—10 тыс. кВт; 6—10—20 тыс. кВт; 8—20—30 тыс. кВт; 12—30—50 тыс. кВт. На насосных станциях с суммарной установленной мощностью до 0,5 тыс. кВт руководство осуществляет машинист из числа трех и более сменных машинистов
Инженер-диспетчер	1 — в смену на управление или эксплуатационный участок, крупное сооружение, водохранилище с самостоятельным водораспределением при наличии организованной диспетчерской службы
Старший инженер по автоматике и телемеханике	1 — на диспетчерский пункт автоматизированной системы управления телемеханическим процессом; 1 — на каждые 500 контролируемых параметров
Инженер по автоматике и телемеханике	1 — на каждые 100 контролируемых параметров
Техник по автоматике и телемеханике	1 — на каждые 50 контролируемых параметров
Старший инженер-электрик	1 — на управление, имеющее объем 800 условных единиц и более
Инженер-электрик	1 — на управление, имеющее 300—800 условных единиц. При объеме более 800 условных единиц дополнительно вводится инженер-электрик на каждую последующую 1000 условных единиц
Техник-электрик	1 — на каждые 100—300 условных единиц
Начальник электромашинного цеха	1 — на управление при установленной суммарной мощности 5 тыс. кВт
Начальник ремонтного (гидротехнического) цеха	1 — на управление при выполнении ремонтных работ на сумму 60 тыс. руб.

Продолжение

Должность	Нормативы и условия для введения должностей
Заведующий ремонтной мастерской	1 — на управление при наличии централизованной мастерской, производящей капитальный ремонт
Инженер-механик	1 — на каждые 20—25 тракторов, землеройных машин, автомобилей и другой самоходной техники
Техник-нормировщик	1 — на каждые 125 рабочих со средней оплатой труда
Заведующий гаражом	1 — на управление, имеющее 25 и более автомобилей
Автомеханик	1 — на управление, имеющее от 15 до 25 автомобилей
Инженер	1 —на каждые 30 автомобилей
Диспетчер автогаража	1 — на каждые 50 автомобилей

Примечания. 1. При управлениях создается проектно-сметная группа. Численность инженерно-технических работников определяется по выработке проектно-изыскательских работ институтами системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, обслуживающими данную зону. 2. Численность регулировщиков, ремонтеров, наблюдателей, шоферов грузовых автомобилей, трактористов-машинистов и других рабочих устанавливается исходя из объема работ. 3. Механизированные отряды могут создаваться при объеме ремонтно-строительных работ от 60 до 500 тыс. руб. Хозрасчетные участки создаются при объеме работ более 500 тыс. руб.

§ 135. Структура и штаты управления гидромелиоративных систем

Все хозяйственные эксплуатационные организации объединены в пять групп в зависимости от площади осушения, орошения, объема воды в водохранилищах и пропускной способности гидротехнических узлов и каналов (табл. 39). Для каждой группы установлена численность административно-управленческого персонала.

Показатели для отнесения эксплуатационных организаций к группе по оплате труда руководящих инженерно-технических работников указаны в таблице 40, а в таблицах 41 и 42 приведены штатные нормативы и условия

Таблица 43

Месячные должностные оклады (руб.) руководящих инженерно-технических работников и других специалистов водохозяйственных организаций системы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР

Должность	Категория системы				
	I	II	III	IV	V
Начальник управления	220—250	200—220	190—200	170—180	160—170
Начальники производственных отделов: водопользования, ремонтно-строительного, механизации, энергетики, автоматики и телемеханики	170—180	160—170	150—160	140—150	—
Начальник планово-экономического отдела	160—170	150—160	—	—	—
Главный бухгалтер	160—170	150—160	140—150	140—150	130—140
Начальники отделов: финансового, кадров	150—160	140—150	—	—	—
Начальники отделений и участков системы:					
I группа	180—200	180—200	180—200	—	—
II группа	170—180	170—180	170—180	170—180	—
III группа	160—170	160—170	160—170	160—170	160—170

Продолжение

Должность	Категория системы				
	I	II	III	IV	V
Начальник насосных станций	150—180	150—180	150—180	150—180	150—160
Начальники цехов: гидротехнического, ремонтного, электромашинного	160—170	150—160	—	—	—
Старший инженер любой специальности, агроном, экономист, заведующий ремонтной мастерской	130—150	130—150	130—150	130—150	130—150
Инженер любой специальности, агроном, экономист	105—140	105—140	105—140	105—140	105—140
Старший техник любой специальности	100—120	100—120	100—120	100—120	100—120
Техник любой специальности	90—110	90—110	90—110	90—110	90—110
Водный объездчик, ремонтер	75—85	75—85	75—85	75—85	75—85

Примечание. Оклад главного инженера на 10—20% ниже оклада начальника управления.

для введения дополнительного управленческого и линейного персонала. Должностные оклады работников эксплуатационных водохозяйственных организаций показаны в таблице 43.

В состав управления мелиоративной системы входят отделы: водопользования или регулирования водного режима, ремонтно-строительных работ, механизации, энергетики, автоматики и телемеханики, бухгалтерии и хозяйственный.

§ 136. Права и обязанности эксплуатационного персонала

Обязанности эксплуатационного персонала определены должностными инструкциями, которыми он руководствуется в своей практической деятельности.

Начальник управления системы организует всю работу управления, несет полную ответственность, представляет свою организацию во всех учреждениях и организациях, распоряжается имуществом и средствами, выделяемыми управлению, заключает договора, выдает доверенности и открывает в банке расчетные и другие счета, издает приказы по управлению в соответствии с законодательством, принимает и увольняет работников, применяет меры поощрения и налагает взыскания на работников управления.

Главный инженер управления системы — заместитель начальника. Он осуществляет техническое руководство всей деятельностью системы, обеспечивает своевременное составление проектно-сметной документации на ремонтные работы, плановое распределение воды на оросительных системах и плановое регулирование водного режима на осушительных системах, разрабатывает мероприятия по техническому совершенствованию системы, внедряет достижения науки и передового опыта, участвует в приемке законченных ремонтных и строительных работ, разрабатывает инструкции по эксплуатации основных элементов системы и отвечает за повышение квалификации эксплуатационных работников.

Старшие инженеры, инженеры и техники обязаны охранять систему от повреждений, решать технические вопросы в соответствии с занимаемой должностью, принимать меры к внедрению на системе научных разработок и оказывать техническую помощь землепользователям.

Дежурный диспетчер в централизованном порядке обеспечивает оперативное руководство всеми производственными подразделениями, переданными на диспетчерское обслуживание.

Начальники производственных участков — ведущие работники управления на своих участках, так как они непосредственно возглавляют все виды ремонтных работ, охраняют систему и обеспечивают использование запасов воды.

В обязанности участкового гидрометра входит учет воды в источнике орошения, голове системы, в точках выдела воды хозяйствами. Он руководит работами по наблюдению за уровнем грунтовых вод и обобщает данные наблюдений.

Бригадиры специализированных бригад осуществляют надзор за нормальной работой системы, производят текущий и капитальный ремонт сети и сооружений, готовят систему к пропуску паводка и к зимней консервации, а также регулируют уровни воды в шлюзуемых каналах.

§ 137. Взаимоотношения между управлениями гидромелиоративных систем и водопользователями

Специалисты управления должны оказывать хозяйствам-водопользователям техническую помощь при составлении годовых и перспективных планов водопользования. Составленные внутрихозяйственный план водопользования на оросительной системе и план регулирования водного режима на осушительной системе передают в управление эксплуатации на согласование и увязку всех показателей планов с водными ресурсами, почвенно-мелиоративными условиями, пропускной способностью межхозяйственных каналов, сооружений и т. д.

Следующий момент взаимоотношения специалистов хозяйств и управлений — проведение в жизнь как планов водопользования, так и планов регулирования водного режима. Внутрихозяйственные планы водопользования надо ежедекадно корректировать, поэтому за два дня до начала очередной декады хозяйства подают заявку на воду в системное управление.

Специалисты управлений оказывают помощь также и в проведении ремонтно-эксплуатационных работ в хозяйствах. Эти отношения базируются на хоздоговорных

началах. В этом случае, чтобы нормально эксплуатировать оросительную и осушительную коллекторно-дренажную сеть и сооружения, их передают на полное техническое обслуживание соответствующим специализированным водохозяйственным организациям.

Управления эксплуатации контролируют использование оросительной воды в хозяйствах, орошаемых и осушенных земель, осуществляют надзор за мелиоративным состоянием, следят за явлениями засоления и заболачивания мелиорированных земель, осуществляют мероприятия по повышению к. п. д. сети каналов.

Контрольные вопросы. 1. Организация службы эксплуатации в хозяйствах и на системе. 2. Работы, выполняемые внутрихозяйственной и межхозяйственной службой эксплуатации. 3. Структура и штаты управлений гидромелиоративных систем. 4. Права и обязанности работников управлений осушительных и оросительных систем.

Глава 19

ЗАТРАТЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ. ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ

§ 138. Производственно-финансовый план управления гидромелиоративной системой

Управление гидромелиоративной системой ежегодно составляет производственно-финансовый план в сроки и по форме, установленной вышестоящей организацией.

Производственно-финансовый план управления состоит из трех разделов.

В первый раздел входят работы: на оросительных системах — по забору воды из источника орошения и распределению ее между землепользователями; на осушительных системах — по регулированию водного режима на межхозяйственной сети.

Во второй раздел входят очистка каналов от наносов, травяной и кустарниковой растительности, ремонт креплений каналов, ограждающих каналов и дорог, содержание и ремонт транспортных средств, восстановление и установка новых эксплуатационных знаков, скважин для наблюдения за уровнем грунтовых вод, ремонт гражданских зданий, кадастровые работы.

Объем работ определяют осенью после осмотра системы и составления дефектных ведомостей для каждого

канала, трубопровода и сооружения. Для расчета затрат составляют калькуляцию стоимости единицы объема ремонтных работ или пользуются укрупненными расценками, которые должны быть утверждены областными производственными управлениями мелиорации и водного хозяйства или министерствами мелиорации и водного хозяйства республики.

К третьему разделу годового плана относят работы по капитальному ремонту, дооборудованию и переустройству системы, проектно-изыскательские работы и производственные исследования.

Объем работ и их стоимость определяют по проектам ремонта или переустройства, которые составляют проектные группы или проектные институты.

Затраты по первому и второму разделам годового плана называются прямыми эксплуатационными затратами.

В плане объемы работ и затраты на их выполнение распределяют по кварталам. План утверждает вышестоящая водохозяйственная организация. Он является основным документом, по которому финансируют эксплуатационные работы. Все изменения и уточнения в годовых и квартальных планах, необходимость в которых появляется в ходе их выполнения, утверждаются той же организацией, которой был утвержден первоначальный план.

Годовой план ремонтно-эксплуатационных работ на внутрихозяйственной сети составляют землепользователи. Затраты включают в производственно-финансовый план этих же хозяйств. Для этого ежегодно создают комиссии из представителей управления гидромелиоративной системы, районных органов сельского хозяйства и заинтересованных землепользователей.

Комиссия в поле определяет техническое состояние сети и сооружений, а также мелиоративное состояние осушаемых и орошаемых земель.

Результаты обследований оформляют в виде одной или нескольких ведомостей.

О ходе выполнения производственно-финансового плана управление гидромелиоративной системы представляет оперативные и годовой отчеты в установленные сроки в вышестоящую водохозяйственную организацию и в соответствующие органы государственной статистики. Отчеты составляют строго по формам, утвержденным Центральным статистическим управлением СССР.

Министерства мелиорации и водного хозяйства республик на основе оперативных и годовых отчетов управлений гидромелиоративных систем и областных производственных управлений мелиорации и водного хозяйства составляют свои отчеты по технической эксплуатации систем и представляют их в Главное управление эксплуатации Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

§ 139. Паспортизация гидромелиоративных систем

Для организации нормальной работы и развития гидромелиоративной системы, уточнения нормативов, полного освоения водных и земельных ресурсов необходимо знать, какие изменения происходят на мелиоративной системе и какая ее инвентарная стоимость. Паспортизацию и инвентаризацию производят по решению Совета Министров СССР. Формы паспортных документов единые. Их разрабатывает Министерство мелиорации и водного хозяйства и согласовывает с ЦСУ СССР. В паспорта записывают основные технические данные системы.

Паспорта составляют на каждый канал, трубопровод, насосную станцию, сооружение, гидропост и на всю систему.

В паспорта заносят следующие данные: земельный фонд; землепользователей; расходы воды в источнике орошения; параметры каналов, трубопроводов, сооружений и их пропускную способность; эксплуатационное оснащение; стоимость устройства; объем эксплуатационных работ; забор воды в систему и в точках выдела в хозяйства; затраты на эксплуатацию и др.

Служба эксплуатации ведет кадастр, то есть ежегодно учитывает изменения, которые произошли на системе, и заносит их в паспорт.

Один экземпляр паспорта системы хранится в управлении гидромелиоративной системы, а второй — в областном производственном управлении мелиорации и водного хозяйства.

При проведении паспортизации составляют карту, на которой показывают все изменения, которые произошли за период между паспортизациями. Кроме того, опреде-

ляется инвентарная стоимость каждого сооружения по зависимости, руб.:

$$И_{ст} = П_{ст} + К_э - аТ, \qquad (114)$$

где $П_{ст}$ — первоначальная стоимость, руб.; $К_э$ — затраты на капитальный ремонт за весь срок службы сооружения, руб.; $Т$ — срок от ввода сооружения в эксплуатацию до момента инвентаризации, лет; $а$ — ежегодные отчисления (по нормативам) на восстановление первоначальной стоимости, руб.

§ 140. Затраты на эксплуатацию гидромелиоративной системы

Затраты на эксплуатацию гидромелиоративной системы определяют отдельно для межхозяйственной и внутрихозяйственной ее частей.

Это связано с тем, что межхозяйственная часть гидромелиоративной системы содержится за счет госбюджета, а внутрихозяйственная — за счет средств колхозов и совхозов.

Затраты в хозяйствах, куда входят подготовка сети к поливу сельскохозяйственных культур и проведение поливов, относят на стоимость продукции. Ежегодные отчисления на текущий ремонт и содержание сети и сооружений определяют на основе дефектных ведомостей, а на капитальный ремонт и восстановление рассчитывают по утвержденным нормативам.

Затраты на содержание межхозяйственной сети и сооружений устанавливают в соответствии с утвержденными нормативами. Они делятся на следующие: прямые затраты (I и II разделы годового производственного плана); отчисления на капитальный ремонт, дооборудование и переустройство системы; отчисления на восстановление первоначальной стоимости системы.

Ежегодные отчисления на капитальный ремонт и восстановление первоначальной стоимости системы называются амортизационными отчислениями. Их рассчитывают по утвержденным нормативам.

Полная стоимость затрат на эксплуатацию системы необходима для экономической оценки и анализа ее работы. Обычно же затраты определяют без амортизационных отчислений на восстановление первоначальной стоимости системы.

§ 141. Показатели работы гидромелиоративной системы

Анализ хозяйственной деятельности управления оросительной системы за отчетный год рекомендуется производить по следующим показателям: использование запасов воды на системе (объем стока в источнике орошения за вегетационный период и его оросительная способность, право системы на воду, объемы забранной в систему и поданной на орошение воды, вынужденный сброс, русловые потери); затраты на техническую эксплуатацию системы; мелиоративное состояние земель; объем наносов, поступивших в систему, и ежегодный объем очистки; экономические показатели (стоимость валовой продукции в расчете на 1 га орошаемой площади и на 1 м³ воды, поданной в хозяйства, себестоимость 1 м³ воды, поданного в хозяйства).

Анализ хозяйственной деятельности управления осушительной системы следует производить по следующим показателям: запасы воды на осушаемой территории и их использование (поступление воды на осушаемую территорию, отвод ее водоприемником и осушительной сетью, накопленный запас воды в водоемах, количество воды, израсходованной на увлажнение почвы); отклонение фактической глубины грунтовых вод от проектной на осушаемой площади весной, осенью и летом; возможные, рекомендуемые и фактические сроки начала весенних полевых работ на распаханных участках; продолжительность работы открытых и закрытых коллекторов в подпоре со стороны каналов старшего порядка; эксплуатационные показатели (затраты на эксплуатацию межхозяйственной и внутрихозяйственной сети, объемы наносов, накопившихся в системе, и сколько очищено в текущем году); интенсивность использования осушаемых земель в зависимости от технического уровня гидромелиоративной системы; экономические показатели (стоимость валовой продукции, чистый доход (прибыль) от реализации продукции, получаемой хозяйствами на осушаемых землях).

Сопоставление между собой расходов по выделенным группам затрат и отношение их к инвентарной стоимости позволяют установить пути снижения затрат на эксплуатацию и разработать мероприятия по техническому улучшению или переустройству системы.

§ 142. Приемка гидромелиоративных систем в эксплуатацию

Для сдачи в эксплуатацию построенной, реконструированной или капитально отремонтированной системы или отдельных ее частей и сооружений в зависимости от характера и строительной стоимости объекта приемочную комиссию назначают постановлениями Совета Министров СССР, союзных республик или приказами областных организаций.

В состав приемочной комиссии включают представителей той организации, которая издает постановление, строительной организации, сдающей объект, эксплуатационной организации, которая принимает объект в эксплуатацию, государственного контроля и финансирующей организации.

Правила приемки в эксплуатацию от строительных организаций мелиоративных объектов утверждены Министерством сельского хозяйства СССР и Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР. Они согласованы с Госстроем СССР и являются обязательными для мелиоративных и сельскохозяйственных организаций.

Этими правилами установлен следующий порядок приемки систем в эксплуатацию:

подготовка объекта к сдаче (составление технического паспорта, подбор инструкций по эксплуатации системы, составление исполнительных чертежей и землеустроительных документов, подготовка производственно-финансовых отчетов строительства и документов пробного испытания или временной эксплуатации). Комиссия сопоставляет проектные показатели работы сети и сооружений с данными строительной организации, а закрытую часть сооружений принимают по промежуточным актам;

осмотр объектов и поверочный обмер с помощью геодезических инструментов основных параметров каналов и сооружений;

испытание сети и сооружений путем их загрузки и полного включения в работу;

проверка производственно-финансовых документов строительства;

составление общего акта приемки в эксплуатацию объекта.

Акт приемки составляют в трех экземплярах. Его подписывают все члены комиссии с указанием оценки. К первому экземпляру прикладывают акты осмотра, испытаний и другие документы, послужившие основанием для приемки в эксплуатацию объекта.

После приемки объекта в эксплуатацию строительная организация передает эксплуатационному управлению всю техническую документацию, в том числе утвержденный проект и сметы.

Следует помнить, что в работе приемной комиссии работники службы эксплуатации должны принимать самое активное участие, так как после сдачи объекта в эксплуатацию вся ответственность за его бесперебойную работу ложится на управление эксплуатации системы.

Практическая работа

Требуется наметить штат службы эксплуатации осушаемого участка, определить затраты на эксплуатацию и эффективность используемых земель.

Дано. Осушаемый участок площадью брутто 123,7 га и нетто 120 га расположен в колхозе им. Кирова Жуковского района Калужской области.

Участок используется под овощной севооборот. Состав культур в севообороте и принятая урожайность: кукуруза на силос — 280 ц/га; свекла столовая — 180; капуста раниняя — 250; огурцы — 130; помидоры — 90; горох — 21 ц/га.

Осушение произведено закрытым гончарным дренажем с расстоянием между дренами 20 м. Общая длина дрен и закрытых коллекторов составляет 57 649 м, а общая стоимость закрытой сети — 40 239 руб.

Открытая сеть представлена магистральным каналом длиной 1100 м. Общая стоимость 9374 руб.

Сооружения на сети (трубопереезды) имеют общую стоимость 7249 руб. Длина профилированных дорог равна 9000 м. Общая стоимость 647 руб.

Орошение производится из закрытых трубопроводов двумя дождевальными машинами ДДН-70, получающими воду каждая от своей насосной станции. Длина трубопроводов составляет 4658 м. Общая стоимость закрытой оросительной сети равна 5500 руб. Объем воды на орошение составляет 120 000 м³.

Стоимость 1 м³ воды равна 6,25 коп.

Порядок выполнения. Для того чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию осушительной и оросительной сети, принимаем следующие штаты: старший техник-гидротехник хозяйства — 1 чел. на год; ремонтеры по уходу за магистральным каналом, дорогами и закрытой осушительной сетью — 1 чел. на год, а по уходу за оросительной сетью — 1 чел. на 6 месяцев; мотористы насосных станций — 4 чел. на 5 месяцев; машинисты дождевальных машин — 4 чел. на 6 месяцев.

Составляем смету на зарплату персоналу: старший техник-гидротехник хозяйства — 1 чел.×120 руб.×12 мес.=1440 руб.; ремон-

тер осушительной сети — 1 чел.×75 руб.×12 мес.=900 руб.; ремонтер оросительной сети — 1 чел.×75 руб.×6 мес.=450 руб.; мотористы насосных станций — 4 чел ×80 руб.×5 мес.=1600 руб.; машинисты дождевальных машин — 4 чел.×100 руб.×6 мес.=2400 руб. Итого по смете 6790 руб.

Ежегодные затраты на эксплуатацию внутрихозяйственной сети показаны в таблице 44.

Таблица 44

Затраты на эксплуатацию внутрихозяйственной сети

Затраты	Расчетный норматив	Затраты в год, руб.
Содержание штата эксплуатационной службы		
Зарплата персоналу	По смете	6790
Административно-хозяйственные расходы	25% от зарплаты	1697,5
Итого		8487,5
Ремонт осушительной сети		
Открытые каналы:		
текущий ремонт	1% от 9374*	93,74
капитальный ремонт	2,8% от 9374*	262,47
Гончарный дренаж:		
текущий ремонт	0,4% от 40 239*	160,96
капитальный ремонт	0,7% от 40 239*	281,63
Итого		798,8
Ремонт оросительной сети		
Трубопроводы:		
текущий ремонт	0,8% от 55 000*	440
капитальный ремонт	1,0% от 55 000*	550
Итого		990
Ремонт дорожной сети		
Профилированные дороги:		
текущий ремонт	0,8% от 647*	5,18
капитальный ремонт	1,0% от 647*	6,47
Итого		11,65

Продолжение

Затраты	Расчетный норматив	Затраты в год, руб.
Ремонт гидротехнических сооружений		
Трубопереезды:		
текущий ремонт	0,6% от 7249	43,49
капитальный ремонт	1,5% от 7249	108,74
Итого		152,23
Работы, связанные с регулированием водного режима		
Орошение машиной ДДН-70	За 1 м³ 6,25 коп.	7 500
Итого		7 500
Всего		17 940,18

* Первоначальная стоимость показана в таблице 37.

Удельные затраты на эксплуатацию системы в год:

$$\frac{17\,940{,}18}{120} = 149 \text{ руб/га},$$

в том числе на содержание штата

$$\frac{8487{,}5}{120} = 70{,}6 \text{ руб/га}.$$

Стоимость валовой продукции показана в таблице 45.

Стоимость валовой продукции Таблица 45

Культура	Площадь, га	Урожайность		Стоимость валовой продукции	
		ц/га	всего, ц	руб/ц	всего, руб.
Кукуруза на силос	20	280	5600	1,20	6 720
Свекла столовая	20	180	3600	4,50	16 200
Капуста ранняя	20	250	5000	3,50	17 500
Огурцы	20	130	2600	10,00	26 000
Томаты	20	90	1800	18,00	32 400
Горох	20	21	420	16,00	6 720
Итого	120				105 520

Стоимость валовой продукции на 1 га осушаемой площади

$$\frac{105\,520}{120} = 883 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты $C_{сум} = C_{экс} + C_{с.-х.}$, где $C_{экс}$ — затраты на эксплуатацию, руб.; $C_{с.-х.}$ — сельскохозяйственные затраты, руб. (табл. 46).

Таблица 46

Сельскохозяйственные издержки

Культура	Площадь, га	Сельскохозяйственные издержки, руб.	
		на 1 га	всего
Кукуруза на силос	20	170	3 400
Свекла столовая	20	370	7 400
Капуста ранняя	20	570	11 400
Огурцы	20	525	10 500
Томаты	20	570	11 400
Горох	20	120	2 400
Итого	120		46 500

Итак, $C_{сум} = 17\,940{,}18 + 46\,500 = 64\,440{,}18$ руб.

Чистый доход (прибыль) $ЧД = СВП - C_{сум}$, где СВП — стоимость валовой продукции. Чистый доход $ЧД = 105\,520 - 64\,440{,}18 = 41\,079{,}82$ руб.

В расчете на 1 га осушаемой площади чистый доход (прибыль) составит:

$$ЧД = \frac{41\,709{,}82}{120} = 342 \text{ руб.}$$

Контрольные вопросы. 1. Производственно-финансовый план управлений гидромелиоративных систем. 2. Паспортизация гидромелиоративных систем. 3. Приемка гидромелиоративных систем в эксплуатацию.

Раздел пятый

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Глава 20

УСТРОЙСТВА И ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИКИ В ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

§ 143. Значение автоматизации гидромелиоративных систем

Автоматизация гидромелиоративных систем предусматривает выполнение технологических операций как при работе отдельных звеньев, так и всей системы в целом без непосредственного участия человека.

Автоматизация систем повышает технический уровень эксплуатации. Она вносит в эксплуатацию коренные качественные изменения и делает ее более четкой, надежной и экономичной.

Оросительные системы по своей конструкции разделяются на три основных типа: открытые, комбинированные и закрытые. Легче можно автоматизировать комбинированную и закрытую оросительные системы. Из открытых систем прежде всего необходимо автоматизировать инженерные и особенно рисовые системы. Автоматизация только одного из видов работ — учета и распределения воды на системах — позволяет не только своевременно и нужными нормами отпускать водопользователям оросительную воду, но и обеспечивать возможность наиболее эффективного проведения планового водопользования, гибкость и маневренность всего эксплуатационного штата систем. Кроме того, она улучшила бы условия повышения урожайности поливных культур. Чтобы управлять каким-либо объектом или производственным процессом, необходимо в первую очередь установить и обосновать цель управления, которая обусловливается технологическими, организационными и экономическими факторами, современным уровнем науки и техническими предпосылками.

При автоматизации гидромелиоративных систем выполняются операции по контролю за состоянием сооружений и оборудования, управлению работой системы в

целом и отдельных ее звеньев, централизованному контролю за работой водозаборных и распределительных сооружений, а также по централизованному учету распределения оросительной воды по системе.

§ 144. Устройства и элементы автоматики на гидромелиоративных системах

Автоматическое управление обеспечивает начало, необходимую последовательность и завершение операций, которые в целом составляют определенный рабочий процесс и выполняются в автоматическом режиме.

Система автоматического управления — это совокупность управляемого объекта и управляющего устройства, взаимодействие которых обеспечивает выполнение объектом его функций в соответствии с заданным законом управления без непосредственного участия человека.

В том случае, если управляющее воздействие вырабатывается при участии человека, управление считается полуавтоматическим, а соответствующие системы — автоматизированными системами управления (АСУ). Внедрение АСУ — это существенный этап на пути создания кибернетических систем — систем полной автоматизации, являющихся на современном этапе конечной целью автоматизации.

Основные элементы автоматики — датчики, реле, усилители, стабилизаторы, распределители, генераторы импульсов и электродвигатели, которые комплектуются в узлы и функциональные блоки и определяют различные системы автоматического управления.

Датчики — это измерительные элементы, которые служат для качественного преобразования измерений входной величины в другую величину, удобную для последующей передачи по цепи системы автоматики. Например, в датчиках измерения понижения уровня воды неэлектрические величины преобразуются в электрические, удобные для регистрации и передачи на расстояние.

Реле — это аппарат, срабатывающий на заданное значение параметра и управляющий по нему системой автоматики. Оно находит широкое применение и может выполнять защитные функции, срабатывая при ненормальных и аварийных режимах, а также осуществляя

пусковые, остановочные операции и их автоматическое регулирование в необходимом режиме.

Усилители — это устройства, служащие для усиления входной величины с целью увеличения энергии выходной величины, достаточной для управления последующими процессами автоматики. Они бывают электрические и гидравлические.

Последние находят широкое применение на гидромелиоративных системах и используют перепад уровней воды в каналах.

Стабилизаторы — элементы, поддерживающие постоянными выходные величины при значительном изменении входных параметров. Различают стабилизаторы тока и напряжения.

Распределители — элементы, в которых происходит поочередное подключение общей цепи к ряду других. Они могут быть электромеханическими, бесконтактными и собранными на электромагнитных реле.

Генераторы импульсов преобразуют импульсы различных частот в импульсы, необходимые для управления систем автоматики.

В качестве исполнительных механизмов применяют электродвигатели.

В основу работы автоматических систем могут быть положены следующие принципы: регулирование по отключению, управление по возмущению, комбинированное управление, адаптация.

Принцип автоматического регулирования по отклонению основан на применении замкнутой системы или системы с обратной связью, когда от входа до выхода сигнала существует прямая цепь воздействия и от выхода до входа — обратная. В этой системе недопустимые отклонения измеряемой величины ликвидируются автоматически независимо от причин их возникновения. Недостаток этих систем состоит в том, что регулятор по отклонению реагирует не на причину отклонения, а на следствие, то есть уже на происшедшее отклонение.

Принцип управления по возмущению основан на ликвидации процесса возмущения путем непосредственной реакции на него системы регулирования, причем сама контролируемая величина при этом не изменяется. Недостаток данных систем — невозможность учета и измерения всех возмущений, возникающих в работе системы.

Комбинированное управление применяется при создании автоматических систем высокой точности и сочетает в себе преимущества рассмотренных ранее принципов и свободно от их недостатков.

Управление по принципу адаптации наиболее сложное, так как системы не имеют строго определенного закона регулирования, а изменяют его в процессе управления.

Выделяется три класса систем автоматического регулирования в зависимости от способа формирования задания: автоматической стабилизации, при которой регулируемая величина поддерживается неизменной; программного регулирования (в этих системах регулируемая величина изменяется во времени по заданному закону); следящие системы, в которых регулируемая величина изменяется по неизвестным законам.

Находят применение также более сложные, смешанные системы.

При автоматизации систем применяют дистанционное управление, когда связь между объектом и пунктом управления осуществляется с помощью индивидуальных электрических проводов для подачи каждого сигнала. В том случае, когда большое количество сигналов передается по одному каналу связи, применяют устройства телемеханики. Управляемый объект в этом случае реагирует только на адресованный ему сигнал.

Системы телемеханики могут выполнять отдельные функции: телеизмерение, телеуправление, телесигнализацию, телерегулирование. Телемеханические системы состоят из трех основных частей: устройств диспетчерского пункта, устройств исполнительного пункта и линий связи.

Система автоматики устанавливается в первую очередь на водозаборных сооружениях, узлах распределения воды и на сложных дождевальных машинах.

Контрольные вопросы. 1. Основные элементы автоматики. 2. Основы работы автоматических систем. 3. Автоматика на гидротехнических узлах.

Глава 21

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

§ 145. Выбор средств автоматики

Средства автоматики по виду используемой энергии разделяются на гидравлические, электрические и электрогидравлические.

Гидравлические средства основаны на использовании энергии перепадов уровней воды в каналах в качестве силовой энергии для привода затворов и стабилизации необходимых параметров. Для применения централизованного управления на системе эти средства должны быть дополнены средствами электрической автоматики и телемеханики.

Электрические средства основаны на использовании силовой электроэнергии для привода затворов и стабилизации необходимых параметров, а также для централизованного контроля средств телемеханики. Эти средства требуют строительства линии электропередачи, а также линии связи для целей автоматики.

Электрогидравлические средства основаны на использовании гидравлической и электрической автоматики. Для этих средств автоматики электроэнергия подается по линии связи (отпадает необходимость в строительстве силовых электролиний) или используются местные источники энергии.

Указанные средства автоматизации находят применение на гидромелиоративных системах в зависимости от местных условий. На оросительных системах необходимо стремиться к максимальному применению гидравлических средств автоматизации, особенно на нижних звеньях систем (внутрихозяйственная сеть, рисовые чеки).

§ 146. Схемы автоматического регулирования водораспределения на оросительных системах

На оросительных системах могут применяться следующие схемы водораспределения.

Регулирование методом прямого отбора расходов не-

зависимо от уровней воды. Этот метод при автоматизации оросительных систем может применяться:

в закрытых напорных системах, где роль обслуживающего персонала сводится к регулированию водовыпусков для пуска воды во временную сеть или гидрантов для подключения дождевальных агрегатов различной конструкции;

в напорных системах, из которых ведется полив с использованием средств электрогидравлической автоматики и телемеханики;

в закрытых безнапорных системах, а также в открытых лотках с применением средств гидравлической автоматики, обеспечивающих при отборе постоянных расходов нормированное водораспределение.

Регулирование по верхнему бьефу с автоматической стабилизацией уровней в верхнем бьефе перегораживающих сооружений и с применением водовыпусков с затворами-автоматами.

Регулирование по нижнему бьефу, при котором водораспределение основывается на стабилизации уровней воды в нижних бьефах гидротехнических сооружений. Такое регулирование характеризуется распространением подпоров на всю длину между сооружениями. При регулировании по нижнему бьефу система должна быть оборудована водомерными приборами, желательно стокомерами, чтобы можно было определять расход и сток воды во времени, проходящей по каналам системы. Этот способ регулирования имеет свои положительные стороны по сравнению с первыми двумя: перестройка режима водораспределения происходит оперативнее, исключаются непроизводительные сбросы, что значительно уменьшает технические потери; значительно повышается водообеспеченность. Отрицательные стороны этого способа: нарушается нормированное водораспределение; в каналах сохраняются большие регулирующие объемы, что значительно увеличивает потери воды из каналов.

Регулирование смешанного типа, при котором водораспределение основывается на стабилизации уровней воды в нижних бьефах гидротехнических сооружений с одновременным автоматическим ограничением максимальных и минимальных уровней в верхних бьефах тех же сооружений. Этот тип регулирования в некоторой степени напоминает регулирование по нижнему бьефу. Отличие его в том, что происходит автоматическое переключение на регулирование по верхнему бьефу. Регулирование смешанного типа имеет ряд недостатков: при строительстве каналов необходимо увеличивать объем земляных работ по сравнению с объемами при регулировании по верхнему бьефу; имеется опасность быстрого заиления при небольших уклонах, а следовательно, и при малых скоростях воды..

Существуют и другие типы регулирования распределения воды: поддержание постоянных перепадов, при которых водораспределение основано на стабилизации постоянных гидравлических перепадов между уровнями верхнего и нижнего бьефов перегораживающих сооружений; каскадное регулирование, которое применяется для открытых оросительных систем при уклонах меньше критических.

Эти способы регулирования пока не нашли широкого применения на открытых оросительных системах, хотя они имеют ряд положительных сторон.

§ 147. Общие принципы комплексной автоматизации

При комплексной автоматизации все объекты должны работать без постоянного обслуживающего персонала, а технологический режим устанавливается и осуществляется диспетчером. Диспетчер располагает средствами управления и средствами контроля, позволяющими ему следить за выполнением команд, переданных автоматическими устройствами. Таким образом, комплексная автоматизация обязательно связана с организацией центрального контроля и управления местными автоматическими устройствами.

При разработке схемы комплексной автоматизации на оросительной системе учитываются:

способ водораспределения в зависимости от водоисточника и его обеспеченности водой орошаемых культур, мелиоративного состояния земель, поливной и оросительной нормы;

конструкция автоматизированной системы;

система измерений, предусматривающая такие измерительные приборы, которые должны обеспечить передачу измеряемых величин на диспетчерский пункт;

обеспечение объектов управления энергией. Так как на объектах ручной труд заменяется механизированным регулированием, следовательно, сооружения должны

быть обеспечены энергией для управления объектами автоматики с диспетчерского пункта;

диспетчерская связь. Необходимо оборудовать телефонную связь диспетчера с основными постоянными пунктами системы, а также с персоналом, который периодически посещает объекты с целью их ревизии, ремонта и ликвидации аварии;

связь (линия электропередачи, связи, телемеханики и др.) является составной частью комплексной автоматизации. Необходимо работу этих объектов поддерживать в рабочем состоянии, так как от надежности линии связи зависит диспетчерское управление в целом;

телемеханизация — заключительное мероприятие, необходимое для осуществления комплексной автоматизации.

Основные варианты схемы комплексной автоматизации характеризуются типами затворов гидротехнических сооружений, системой электроснабжения, каналами связи и телемеханики и устройством системы телемеханизации. Они определяют стоимость автоматизации, а также техническое решение основной схемы на оросительной системе.

§ 148. Организация диспетчерской службы автоматизированных объектов

Оперативная служба эксплуатации оросительных систем осуществляется на основе диспетчеризации и распространяется только на межхозяйственную сеть.

Оперативное руководство системой осуществляется из единого диспетчерского пункта. Диспетчер ведает водозаборными и крупными вододелительными узлами и распределением воды между эксплуатационными участками. Внутри эксплуатационных участков воду распределяют начальники участков посредством имеющегося штата. Вода между потребителями распределяется на местах согласно плану водопользования с помощью регулировщиков и водных объездчиков.

Автоматизация процесса водоподачи вносит существенные и качественные изменения в оперативную службу эксплуатации оросительной сети. Кроме того, ликвидируются значительные недостатки, присущие неавтоматизированным системам: несоблюдение поливных норм; нарушение плана своевременного водораспределения воды по системе; невыполнение планового водопользования по отдельным хозяйствам и др.

При комплексной автоматизации изменяются штаты эксплуатационного персонала за счет сокращения выполняемых им функций. Упраздняется ряд должностей (регулировщики и наблюдатели гидрометрических постов).

Одновременно с сокращением штатов перечисленных должностей возникает необходимость в подборе квалифицированных кадров для обслуживания аппаратуры и устройств автоматизации. Для этого в составе диспетчерской службы организуется централизованная аварийная бригада, которая находится в подчинении дежурного диспетчера и по его указанию ликвидирует аварии и неисправности на системе.

Экономическая эффективность автоматизации должна определяться следующими показателями: улучшением водораспределения; улучшением мелиоративного состояния орошаемых земель; уменьшением штата линейного персонала.

Задача оперативной службы эксплуатации на автоматизированной системе состоит в том, чтобы весь производственный процесс на оросительных системах от водозабора до полива сельскохозяйственных культур осуществлялся в едином комплексе.

Оперативное управление автоматизированной системой осуществляет диспетчер.

Режим эксплуатации осуществляется в зависимости от наличия объектов автоматизации. Одиночные автоматизированные объекты (насосные станции, головные водозаборы, крупные распределители) управляются дежурными на дому.

Если имеется группа автоматизированных объектов в пределах до 100 единиц, находящихся в радиусе 50 км, то их эксплуатацию необходимо организовывать с единого централизованного диспетчерского пункта, работа которого осуществляется по одно- и двухступенчатой схемам.

Контрольные вопросы. 1. Выбор средств автоматики. 2. Схемы автоматического водораспределения на оросительных системах. 3. Организация диспетчерской службы на автоматизированных системах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦЫ И ФОРМЫ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПЛАНОВ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Форма 1

План размещения сельскохозяйственных культур, водовыделов из межхозяйственных каналов совхоза (колхоза)_____ района на 198___ год _____ оросительной системы

Шифр канала	Площадь орошения нетто, га	Зерновые культуры												Технические культуры						Овощи		Картофель		Бахчевые	
		всего		в том числе										всего		в том числе									
				озимые		яровые		рис		кукуруза на зерно		прочие				сахарная свекла		подсолнечник							
	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито
Итого по каналу																										
Всего по хозяйству																										

Продолжение

Кормовые культуры										Многолетние насаждения						Прочие сельскохозяйственные культуры		Индивидуальные огороды		Пары, плантаж		Пастбища		Пожнивные		Всего	
всего		в том числе								всего		в том числе															
		многолетние травы		однолетние травы		кукуруза на силос		прочие				сады		виноградники		прочие											
посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито	посеяно	полито
Итого по каналу																											
Всего по хозяйству																											

Форма 2

План-заявка на подачу воды совхозу (колхозу)_____ района_____ (области) на 198___ год _____ оросительной системы

Межхозяйственный канал	Внутрихозяйственный канал		Подлежат поливу за декаду				Поливная норма, м³/га	К. п. д. внутрихозяйственных каналов	Требуется подать воды в точку выдела за декаду, тыс. м³	План работы за декаду		
	шифр	расход, м³/с	сельскохозяйственная культура или многолетнее насаждение	№ полей севооборота	по плану, га	физическая площадь полива, га				дата	часы	расход воды, м³/с

Главный агроном хозяйства — Гл. гидротехник

Форма 3
(обратная сторона)

Справка о ходе полива, водоподачи и использования оросительной воды за _____ декаду _____ месяца 198___ г. по _____ совхозу (колхозу) _____ района _____ области (края)

Межхозяйственный канал	Внутрихозяйственный канал (точки выдела)	Подача воды в точку выдела (брутто), м³/с		Сельскохозяйственная культура	№ полей севооборота	Полито всех культур, га			Фактическая поливная норма, м³/га	Коэффициент использования воды в хозяйстве	На поливе работало		Фактическая продолжительность полива
		по плану	фактически			всего за декаду	нарастающим итогом с начала года				поливальщиков	дождевальных машин	
							физическая площадь полива	в том числе ложе-ванием					

Главный агроном хозяйства — Гл. гидротехник

Календарный план проведения поливов и водоподачи совхоза

№ пп.	Культура	Площадь орошения, га: всего	посев	полив	Способы полива: ручной	механизированный	Число поливов	Поливная норма, м³/га	Гектаро-поливы, га	Показатели	Месяцы, декады: апрель III	май I	май II	май III	июнь I	июнь II	июнь III	июль I	июль II	июль III	август I	август II	август III	сентябрь I	сентябрь II	сентябрь III	октябрь I	октябрь II
1	Зерновые (всего)									Номер полива																		
										Физическая площадь полива, га																		
										Гектаро-поливы																		
										Водопотребление, тыс. м³																		
	В том числе: Озимые									Номер полива																		
										Физическая площадь полива, га																		
										Гектаро-поливы																		
										Водопотребление, тыс. м³																		
	Яровые									Номер полива																		
										Физическая площадь полива, га																		
										Гектаро-поливы																		
										Водопотребление, тыс. м³																		

и т. д. все сельскохозяйственные культуры севооборотного массива

	Гектаро-поливы за декаду нарастающим итогом																											
	Общее водопотребление (нетто) за декаду нарастающим итогом, тыс. м³																											
	К. п. д. внутрихозяйственных каналов за год																											

Форма 3

(колхоза) _____ района _____ на 198__ г.

оросительной системы

Продолжение

№ пп.	Культура	Площадь орошения, га: всего	Площадь орошения, га: посев	Площадь орошения, га: полив	Способы полива: ручной	Способы полива: механизированный	Число поливов	Поливная норма, м³/га	Гектаро-поливы	Показатели	Месяцы, декады: апрель III	май I	май II	май III	июнь I	июнь II	июнь III	июль I	июль II	июль III	август I	август II	август III	сентябрь I	сентябрь II	сентябрь III	октябрь I	октябрь II
	Водопотребление на хозяйственные нужды за декаду нарастающим итогом, тыс. м³																											
	Расход средний за декаду, л/с																											
	Требуемое число машин за смену																											
	Требуемое число поливальщиков																											

Форма 4

Утверждаю
Председатель (директор) колхоза (совхоза)
_____
"____" _____ 198__ г.

Календарный график производства работ на орошаемых землях бригады (звена) №_____ колхоза (совхоза)

№ полей севооборота	Шифр канала	Культура	Показатели работы	Месяц					
				1	2	3	4	5	
			Нарезка поливной сети, га						
			Площадь полива, га						
			Проведено послеполивное рыхление, га						
			Внесено удобрений, ц/га						

Продолжение

6	7	8	9	10	За 10 дней	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	За 10 дней	Итого за месяц	Примечание (агротехнические указания, оценки и т. п.)
Месяц																		

Итого по бригаде (звену)

Бригадир (звеньевой)

Гидротехник

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТАБЛИЦЫ И ФОРМЫ СИСТЕМНЫХ ПЛАНОВ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Форма 1

Ведомость расчетных расходов (уровней) источника орошения по _____ гидрометрическому посту и возможных расходов в голове _____ оросительной системы на период с_____ по_____ 198__ г.

Периоды подачи		Характеристика источника орошения		Возможная подача в систему из источника орошения, м³/с	Необходимые расходы в голове магистрального канала по плану водораспределения, м³/с	Разница между необходимыми расходами и возможной подачей	
месяцы	декады	водоносность	уровни, м			м³/с	%
Апрель	I	70,0	70,0	10,0	10,0	0,0	0,0
	II	73,0	21,0	11,0	11,5	0,5	4,3
	III	75,0	21,5	12,0	13,0	1,0	7,7
Май	I						
	II						
	III						
Июнь	I						
	II						
	III						
Июль	I						
	II						
	III						
Август	I						
	II						
	III						
Сентябрь	I						
	II						
	III						
Октябрь	I						
	II						
	III						
Ноябрь	I						
	II						
	III						
За вегетационный период							

Форма 2

План забора воды _____ оросительной системы
_____ области _____ республики
на период с_____по_____198__г.

№ пп.	Хозяйство и район	Площадь полива		Показатели	Январь	Февраль	Март	Апрель		Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь	Ноябрь	Декабрь
		га	гектаро-поливы					I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I		
				Физическая площадь, га																								
				Нарастающим итогом																								
				Гектаро-поливы																								
				Нарастающим итогом																								
				Водопотребление (нетто), тыс. м³																								
				Нарастающим итогом																								
				К. п. д.																								
				Водопотребление (брутто), тыс. м³																								
				Нарастающим итогом																								
				Расход (брутто), м³/с																								
	Итого по системе																											

Форма 3

Сводная ведомость водозабора, водоподачи и поливов сельскохозяйственных культур на 198__ г. по оросительной системе

Показатели	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь	Декабрь	Итого
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III			
Забор воды в систему из источника орошения:																								
расход, м³/с																								
объем, тыс. м³																								
объем нарастающим итогом, тыс. м³																								
Подача воды в пункты выдела хозяйствам, м³/с																								
Нарастающим итогом, м³/с																								
Подача воды из магистрального в межхозяйственные каналы, м³/с																								
Нарастающим итогом, м³/с																								
Площадь полива, га																								
Нарастающим итогом, га:																								
вегетационные поливы																								
влагозарядковые поливы																								
лиманное орошение																								
Средняя поливная норма, м³/га																								
Средняя оросительная норма, м³/га																								
К. п. д. системы																								

Форма 4

Календарный план проведения поливов в разрезе водовыделов из _____ района на 198__ г.

межхозяйственных каналов по _____ системе

Культуры и показатели плана	Орошаемая площадь, га		Способы полива		Поливная норма, м³/га	Гектаро-поливы	Число поливов	Апрель		Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь		
	посев	полив	ручной	механизированный				II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Зерновые (всего)																														
Технические (всего) (и конкретно по культурам)																														
Влагозарядковые поливы																														
Лиманное орошение																														
Итого площади, га																														
Водопотребление нетто, тыс. м³																														
Водопотребление брутто, тыс. м³																														
Водоподача на хозяйственные нужды, тыс. м³																														
Суммарное водопотребление, тыс. м³																														
Расход, л/с																														
Потребное число машин за смену																														
Потребное число поливальщиков																														

Таблица 1

Наличие орошаемых земель и планируемое их использование по оросительной системе в 198__ г.

Хозяйства и районы	Площадь орошения нетто, га	Из них намечается к использованию, га	Не будет полито, га								Не подлежат использованию, га			
			всего	в том числе							всего	в том числе		
				всего	кроме того, лиманное орошение	в том числе						нужна реконструкция и планировка	заборонены и заселены	будет введено в эксплуатацию после окончания сева
						всего	намечается использовать	намечается затопить	неиспр. внутрихозяйственная сеть	неиспр. межхозяйственная сеть	из-за отсутствия планировки	недостаток воды в водоисточнике	близкое залегание грунтовых вод	
Итого по системе														

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3

§ 1. Предмет и содержание курса «Эксплуатация гидромелиоративных систем». Задачи эксплуатации 3
§ 2. Основные этапы развития мелиорации земель в СССР . 4
§ 3. Классификация гидромелиоративных систем 6

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Глава 1. **Основы планового водопользования** 8

§ 4. Задачи планового водопользования 8
§ 5. Развитие водопользования в СССР 9

Глава 2. **Составление внутрихозяйственных планов водопользования** 12

§ 6. Условия и порядок планирования водопользования . . 12
§ 7. Определение потребности в воде 14
§ 8. Необходимые материалы для составления планов водопользования 14
§ 9. Планирование поливных режимов сельскохозяйственных культур 17
§ 10. Составление планов полива и подачи оросительной воды в хозяйства 17
§ 11. Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети 19
§ 12. Календарный план эксплуатационных мероприятий . . 21
§ 13. Мелиоративная техника, инвентарь, кадры 22
§ 14. Техническая документация 22
Практическая работа 23

Глава 3. **Проведение плана водопользования в хозяйствах** . 44

§ 15. Подготовка к проведению поливов 44
§ 16. Выбор способа полива сельскохозяйственных культур . 44
§ 17. Организация поливов и повышение производительности труда 48
§ 18. Организация орошения дождеванием 52
§ 19. Корректировка плана водопользования 57
§ 20. Контроль использования воды 59
§ 21. Отчетность по плану водопользования 60
§ 22. Права и обязанности главных гидротехников, гидротехников отделений и бригадиров хозяйств 61

Глава 4. **Составление системных планов водораспределения** . 62

§ 23. Состав системного плана водораспределения 62
§ 24. Порядок планирования системного плана водораспределения 63
§ 25. Режим источника орошения 64
§ 26. План забора воды в систему 66
§ 27. Коэффициент полезного действия систем 66
§ 28. Баланс воды по системе 70
§ 29. План распределения воды по системе 72
§ 30. Техническая документация 72

Глава 5. **Проведение системных планов водораспределения** . 73

§ 31. Подготовка системы к забору воды 73
§ 32. Диспетчерский график 73
§ 33. Корректировка системного плана водораспределения . 74
§ 34. Применение водооборота на системе 76
§ 35. Водоучет на оросительной системе 77
§ 36. Основные показатели выполнения системного плана водораспределения 80
Практическая работа 83

Глава 6. **Эксплуатация специальных систем** 89

§ 37. Эксплуатация рисовых систем 89
§ 38. Эксплуатация обводнительно-оросительных систем . . 93
§ 39. Эксплуатация лиманов 95
§ 40. Эксплуатация участков орошения на местном стоке из прудов 98
§ 41. Эксплуатация земледельческих полей орошения . . . 101

Глава 7. **Борьба с засолением орошаемых земель** 102

§ 42. Мелиоративная служба на оросительных системах, ее организация и задачи 102
§ 43. Размещение гидромелиоративных створов и наблюдательных скважин 103
§ 44. Причины засоления и заболачивания орошаемых земель 105
§ 45. Понятие о водно-солевом балансе орошаемых земель . 106
§ 46. Мероприятия по предупреждению и борьбе с засолением и заболачиванием орошаемых земель 108
§ 47. Промывка засоленных земель, промывные нормы, организация и техника проведения промывок 110
§ 48. Значение дренажа на засоленных землях 114
§ 49. Контроль мелиоративного состояния орошаемых земель 114
Практическая работа 115

Глава 8. **Борьба с потерями воды из каналов** 117

§ 50. Классификация потерь на оросительных системах . . 117
§ 51. Методы определения потерь воды на фильтрацию . . . 118
§ 52. Методы борьбы с потерями 120
§ 53. Повышение к. п. д. оросительной системы 122

Глава 9. **Эксплуатация сооружений, насосных станций, скважин, каналов и коллекторов гидромелиоративных систем** 125

§ 54. Условия работы оросительных систем и показатели их работы 125

§ 55. Эксплуатация головных участков оросительных систем 126
§ 56. Эксплуатация распределительных узлов и линейных сооружений 128
§ 57. Эксплуатация каналов, водохранилищ и защитных валов 130
§ 58. Уход за затворами, подъемными механизмами, металлическими конструкциями сооружений 131
§ 59. Борьба с поступлением наносов в систему 132
§ 60. Особенности эксплуатации коллекторно-дренажной сети 133
§ 61. Эксплуатация скважин вертикального дренажа . . 134
§ 62. Эксплуатация каналов-лотков 135
§ 63. Эксплуатация закрытых оросительных систем . . . 137
§ 64. Эксплуатация гидрометрических устройств, дорожной сети, средств связи и подсобно-вспомогательных сооружений 138
§ 65. Содержание каналов и сооружений зимой. Охрана каналов 140
§ 66. Полосы отчуждения 142
§ 67. Лесонасаждения 142

Глава 10. **Защитно-регулировочные работы** 142

§ 68. Регулировочные, защитные и выправительные сооружения на реках и их назначение 142
§ 69. Организация и производство регулировочных и защитных работ 144
§ 70. Эксплуатация защитно-регулирующих сооружений . 144
§ 71. Пропуск селевых потоков и эксплуатация селепропускных сооружений 145
§ 72. Регулировочные работы в период маловодья . . . 146

Глава 11. **Переустройство и улучшение оросительных систем** 147

§ 73. Причины, вызывающие переустройство и улучшение оросительной системы 147
§ 74. Перспективный план улучшения и переустройства оросительной системы 148
§ 75. Переустройство межхозяйственной и внутрихозяйственной сети каналов и сооружений 150
§ 76. Противофильтрационные мероприятия 151
§ 77. Планировка орошаемых земель 152
§ 78. Организация работ по переустройству системы . . 153
§ 79. Эффективность переустройства оросительных систем 154

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Глава 12. **Осушительные системы** 155

§ 80. Регулирующая осушительная сеть 157
§ 81. Проводящая осушительная сеть 162
§ 82. Ограждающая осушительная сеть 164
§ 83. Водоприемник 166
§ 84. Сооружения на осушительной системе 166
§ 85. Осушительные системы с машинным водоподъемом . 167
§ 86. Осушительные системы двустороннего действия . . 168
§ 87. Осушительно-оросительные системы 170
§ 88. Осушительно-увлажнительные системы подпочвенного увлажнения 176

§ 89. Устройства и оснащения для эксплуатации осушительных систем 183

Глава 13. **Поддержание устройств осушительных систем в рабочем состоянии** 185

§ 90. Условия работы элементов осушительной системы в разное время года 185
§ 91. Надзор и уход за осушительными системами . . . 187
§ 92. Эксплуатация осушительной системы одностороннего действия 188
§ 93. Эксплуатация осушительной системы двустороннего действия 190
§ 94. Эксплуатация гидротехнических сооружений . . . 191
§ 95. Эксплуатация водохранилищ 192
§ 96. Эксплуатация стационарных насосных станций . . 193
§ 97. Эксплуатация передвижных насосных станций . . 194
§ 98. Гидрометрические работы на осушительных системах 195
§ 99. Эксплуатация защитных валов 197
§ 100. Эксплуатация осушительных систем в зимнее время 198
§ 101. Мероприятия по поддержанию в рабочем состоянии дорожной сети, мостов и переездов 199
§ 102. Предупреждение и тушение пожаров на болотах . 199
§ 103. Противомалярийные мероприятия 200
Практическая работа 201

Глава 14. **Деформации осушительных систем и пути их устранения** 208

§ 104. Основные причины деформаций осушительных систем 211
§ 105. Оползание откосов русла 212
§ 106. Размыв и заиление русла 212
§ 107. Деформация каналов от осадки грунта 213
§ 108. Мероприятия, направленные на предупреждение разрушения осушительных каналов 214
§ 109. Деформация закрытых осушительных систем . . . 216

Глава 15. **Регулирование водного режима в хозяйстве и на системе** 217

§ 110. Требования, предъявляемые сельскохозяйственными растениями к водному режиму осушаемых почв . . 217
§ 111. Способы регулирования водного режима на осушаемых землях 220
§ 112. Хозяйственный план регулирования водного режима 233
§ 113. Корректировка оперативного плана регулирования водного режима 253
§ 114. Системный план регулирования водного режима 254
Практическая работа. 255

Глава 16. **Переустройство, улучшение и развитие осушительной системы** 262

§ 115. Потребность в переустройстве осушительных систем . 262
§ 116. Анализ состояния и показатели, необходимые для переустройства осушительной системы 264

§ 117. Переустройство внутрихозяйственной осушительной сети 265
§ 118. Переустройство межхозяйственной части осушительной системы 267
Практическая работа 270

РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ

РЕМОНТНЫЕ РАБОТЫ НА ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Глава 17. **Организация и производство ремонтных работ** . . 273

§ 119. Классификация ремонтных работ 273
§ 120. Подготовка к производству ремонтных работ . . . 275
§ 121. Организация и проведение ремонтных работ 276
§ 122. Ремонт земляных сооружений 280
§ 123. Ремонт железобетонных лотков 283
§ 124. Очистка каналов от наносов и растительности . . . 283
§ 125. Ремонт объектов для службы эксплуатации 287
§ 126. Ремонт закрытой оросительной сети 288
§ 127. Ремонт закрытой осушительной сети 289
§ 128. Планирование ремонтных работ 290
§ 129. Проектно-сметная документация и финансирование . 291
§ 130. Контроль за качеством и приемка ремонтных работ . 292
§ 131. Техника безопасности при ремонтных работах . . . 292

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ОРГАНИЗАЦИЯ СЛУЖБЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ. ЗАТРАТЫ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Глава 18. **Организация службы эксплуатации гидромелиоративных систем** 294

§ 132. Задачи межхозяйственной и внутрихозяйственной службы эксплуатации 294
§ 133. Организация службы эксплуатации 296
§ 134. Элементы хозрасчета на гидромелиоративных системах 299
§ 135. Структура и штаты управления гидромелиоративных систем 308
§ 136. Права и обязанности эксплуатационного персонала . 311
§ 137. Взаимоотношения между управлениями гидромелиоративных систем и водопользователями 312

Глава 19. **Затраты на эксплуатацию. Планирование и учет** 313

§ 138. Производственно-финансовый план управления гидромелиоративной системой 313
§ 139. Паспортизация гидромелиоративных систем 315
§ 140. Затраты на эксплуатацию гидромелиоративной системы 316
§ 141. Показатели работы гидромелиоративной системы . . 317
§ 142. Приемка гидромелиоративных систем в эксплуатацию 318
Практическая работа 319

РАЗДЕЛ ПЯТЫЙ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Глава 20. **Устройства и элементы автоматики в гидромелиорации** 323

§ 143. Значение автоматизации гидромелиоративных систем 323
§ 144. Устройства и элементы автоматики на гидромелиоративных системах 324

Глава 21. Автоматизация производственных процессов при эксплуатации гидромелиоративных систем 32
§ 145. Выбор средств автоматики 32
§ 146. Схемы автоматического регулирования водораспределения на оросительных системах 32
§ 147. Общие принципы комплексной автоматизации . . . 32
§ 148. Организация диспетчерской службы автоматизированных объектов 33
Приложение 1. Таблицы и формы по составлению внутрихозяйственных планов водопользования 33
Приложение 2. Таблицы и формы по составлению системных планов водораспределения 33

Владимир Иванович Ольгаренко, Петр Андреевич Волковский, Вячеслав Семенович Станкевич, Борис Михайлович Пакшин

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Редакторы: *Г. П. Попова, Н. М. Щербакова, Г. М. Попова*
Художественный редактор *Н. М. Коровина*
Технические редакторы: *Л. М. Володченкова, В. А. Боброва*
Корректоры: *С. В. Вишнякова, М. В. Черниховская*

ИБ № 1413

Сдано в набор 07.05.80. Подписано к печати 28.08.80. Т-15961. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 18,48. Уч.-изд. л. 19,03. Изд. № 199. Тираж 22 000 экз. Заказ № 4289. Цена 70 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Областная типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Ивановского облисполкома, 153628, г. Иваново, ул. Типографская, 6.