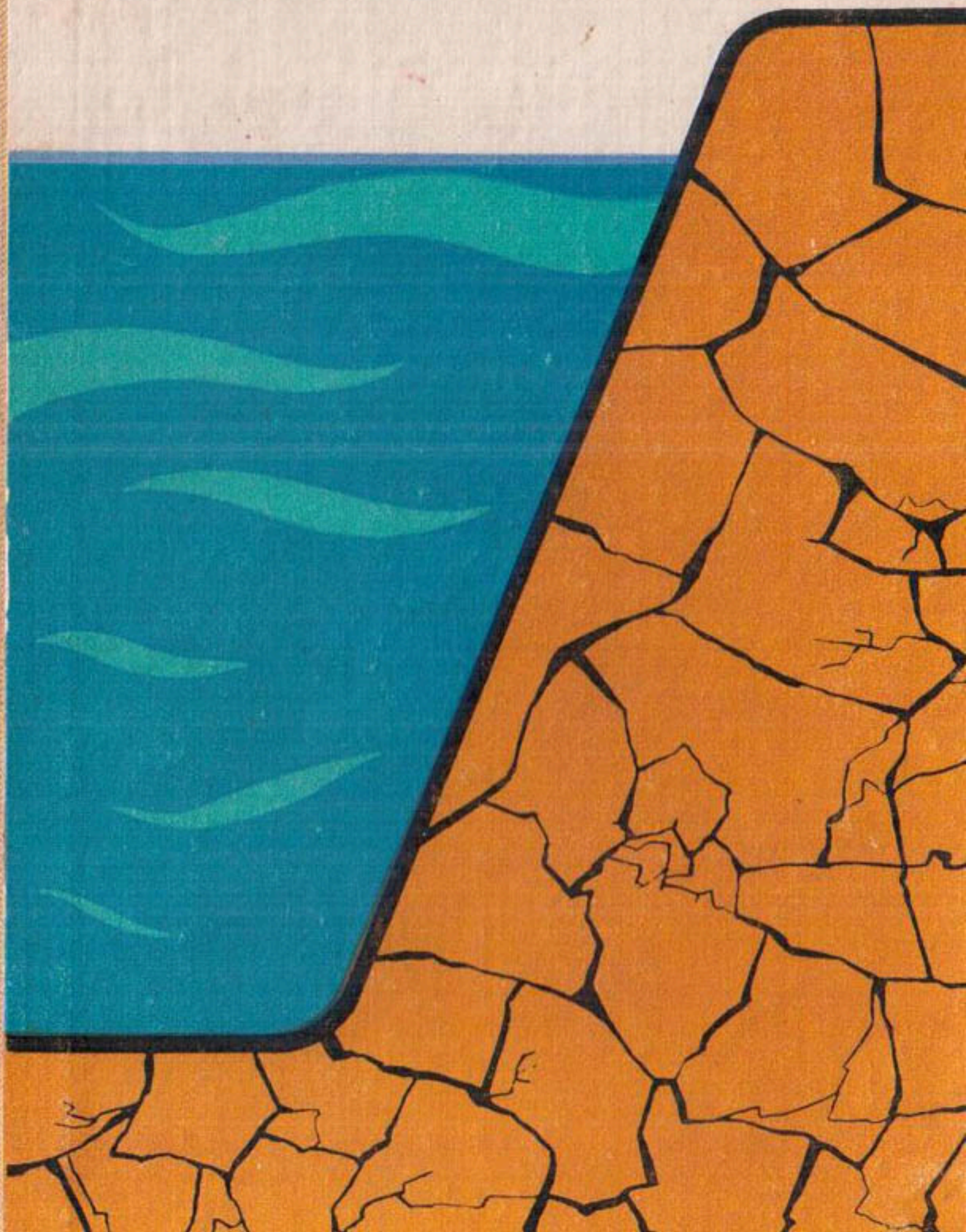


Эксплуатация оросительных систем



Эксплуатация оросительных систем

МОСКВА

Россельхозиздат — 1976

В книге освещен комплекс вопросов по дальнейшему совершенствованию эксплуатации оросительных систем.

Уделено внимание составлению внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения.

Описаны наиболее широко применяемые методы определения потерь воды на фильтрацию, способы борьбы с фильтрацией и методика их применения.

Рассмотрены вопросы эксплуатации оросительных систем специального назначения: обводнительно-оросительных, рисовых, закрытых, комбинированных и на местном стоке, а также каналов и сооружений на них.

Даны классификация ремонтных работ, объемы их, удельные показатели основных видов работ на отдельных системах. Указаны направления и перспектива ремонтных работ с учетом развития производственных баз.

Особое внимание уделено эксплуатационной гидрометрии, а также автоматизации гидромелиоративных систем в целом.

Приведены основные методы реконструкции оросительных систем как межхозяйственной, так и внутрихозяйственной сети и методы водоучета на оросительных системах, наиболее широко применяющиеся в практике. Проанализировано состояние водоучета на отдельных системах и сделаны предложения по применению различных типов водомеров.

Книга написана коллективом авторов: В. И. Ольгаренко, И. А. Чуприным, Н. Ф. Чередниченко и Ю. А. Крыловым под общей редакцией В. И. Ольгаренко.

Мелиорация наряду с комплексной механизацией и химизацией стала одним из главных направлений интенсификации сельскохозяйственного производства, основой его устойчивого и ускоренного развития.

Современный этап интенсификации сельскохозяйственного производства ставит ряд сложных проблем в дальнейшем совершенствовании мелиорации. Своевременное их решение позволит разработать новые и усовершенствовать имеющиеся приемы эксплуатации оросительных систем с целью значительного повышения уровня их технического использования, что в конечном итоге повысит эффективность орошения в целом.

От правильной эксплуатации оросительных систем зависят рациональное использование и распределение водных ресурсов на орошаемых массивах. Недостаточное расходование поливной воды приводит к поднятию уровня грунтовых вод, что ухудшает мелиоративное состояние земель, снижает эффективность орошения. Важно максимально использовать все возможности для полива полей и прежде всего в таких крупных районах орошаемого земледелия, как Поволжье, Северный Кавказ, добиться, чтобы ирригационные сооружения, оросительные сети и поливная техника везде действовали на полную мощность.

Северный Кавказ занимает ведущее место в Российской Федерации по объему возделываемой продукции на орошаемых землях. Оросительные системы в данном регионе в основном открытого типа. Комбинированные и закрытые оросительные системы составляют менее 5% от общей площади орошения.

На полив сельскохозяйственных культур и обводнение пастбищных угодий Северного Кавказа ежегодно забирается из основных водных источников (реки Дон, Кубань, Терек, Сулак) более 15,1 км³ воды, а суммарная водоподача в точках выдела хозяйств составляет 7,5 км³. Таким образом, коэффициент полезного действия межхозяйственной сети в среднем не выше 0,5.

В зоне обводнительно-оросительных систем вода используется нерационально. Водопотребителям ее доставляют непосредственно из каналов автомобильным и гужевым транспортом. Кроме того, вода, транспортируемая по открытым земляным каналам, теряется за счет фильтрации, что ухудшает мелиоративное состояние земель.

Поэтому одной из важнейших народнохозяйственных задач является организация эксплуатации оросительных систем на уровне современных достижений науки и практики, обеспечивающей высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, рациональное распределение и использование оросительной воды на системах, хорошее мелиоративное состояние орошаемых земель.

Планирование водопользования

Плановое водопользование представляет систему технических и организационных мероприятий.

Забор воды из источника орошения и ее распределение между площадями орошения и хозяйствами осуществляют не только по заранее составленным хозяйственным планам водопользования и системным планам водораспределения, но и на основе тех корректировок, которые вносят в оперативную деятельность внешние природные условия района расположения системы. Имеются в виду водоносность источника орошения, климатические условия района, изменение уровня грунтовых вод на территории системы и некоторые другие факторы.

Плановое водопользование — это основа оперативной деятельности как оросительной системы в целом, так и отдельных ее частей. Строго планируя все производственные процессы, достигают главной цели орошения — наилучшего использования оросительной воды для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Основы планового водопользования

В планирование водопользования входит определение размеров забора воды из источника орошения и в каждое орошаемое хозяйство с последующим ее распределением по более мелким производственным подразделениям, т. е. составляются планы водопользования для каждого конкретного хозяйства и на их основе разрабатываются системные планы водораспределения.

Водопользование является неотъемлемой частью общего технологического процесса производства сельскохозяйственной продукции на орошаемых землях. Это дает возможность не только целенаправленно осуществлять мероприятия, предусмотренные планом водопользования, но и контролировать их выполнение со стороны специалистов хозяйств и управлений оросительных систем. Реальность всех указанных работ подтверждается соответствующим финансированием, предусмотренным общим планом хозяйства.

При составлении внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения необходимо знать величины коэффициентов полезного действия как отдельных каналов, так и системы в целом.

На Нижне-Донской, Азовской и Багаевско-Садковской оросительных системах Ростовской области проведены исследования по изучению современного состояния водопользования в орошаемых хозяйствах, распределению воды по оросительным каналам с определением их КПД и общих коэффициентов использования оросительной воды в хозяйствах с определением экономической эффективности орошения.

Общий коэффициент использования оросительной воды в хозяйствах колебался от 0,26 до 0,46, в среднем составил 0,35, т. е. только 35 % воды, забираемой в точках водовыдела, доходит до растений, а остальная теряется, притом наибольшее количество приходится на фильтрацию во всех звеньях внутрихозяйственной сети. Это указывает на необходимость противофильтрационных мероприятий или реконструкции оросительной сети.

Коэффициент полезного действия определяется по данным эксплуатационной гидрометрии работниками управлений оросительных систем. Эти данные получаются в результате фактических замеров расходов воды по установленным гидрометрическим створам на оросительных каналах в течение вегетационного периода.

Систематические замеры позволяют получить графические зависимости или в табличной форме величины потерь воды на фильтрацию в расчете на 1 км длины канала в зависимости от его расхода.

Коэффициент полезного действия отдельного канала или его участка можно определить по формуле:

$$\eta = \frac{Q_k}{Q_k + S},$$

где Q_k — расход воды в конце участка (канала), м³/с;
 S — потери воды на участке (канале).

Если нет данных о фактических размерах потерь или они недостаточны, их величину определяют по эмпирической формуле А. Н. Костякова для условий свободной фильтрации. При близком стоянии уровня грунтовых вод потери определяют по формуле С. Ф. Аверьянова.

Коэффициент полезного действия канала при подаче воды по нему с переменным расходом можно рассчитать по формуле С. Р. Оффенгендена.

При составлении внутрихозяйственных планов водопользования необходимо знать коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети. Методика определения этой величины зависит от схемы расположения внутрихозяйственной сети.

Средние значения коэффициентов полезного действия хозяйственных и участковых каналов, одновременно работающих на массиве орошения, можно определить как среднеарифметические значения из наблюдаемых величин для соответствующего типа каналов. И тогда коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети определится по формуле:

$$\eta_{х.с.} = \eta_x \cdot \eta_y,$$

где η_x — среднее значение коэффициента полезного действия хозяйственных каналов;

η_y — среднее значение коэффициента полезного действия участковых каналов, одновременно работающих на массиве орошения.

В случае отсутствия хозяйственных каналов коэффициент полезного действия (η_x) принимают равным среднему значению участковых каналов (η_y).

Показателем эффективности работы как внутрихозяйственной оросительной сети, так и всех мероприятий по орошению сельскохозяйственных культур является также коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве.

Этот коэффициент представляет отношение полезного суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур, необходимого и достаточного для получения требуе-

мой урожайности $\Sigma (\omega E)$, к количеству воды, забираемой для этой цели в хозяйство W_x :

$$\text{КПИВ}_x = \frac{\Sigma (\omega E)}{W_x}.$$

Суммарное полезное водопотребление сельскохозяйственных культур равно:

$$\Sigma (\omega E) = \alpha \cdot \omega E_1 + \beta \omega E_2 + \dots + j_n \omega E_n,$$

где ω — общая площадь орошения, га;

$\alpha, \beta, \dots, j_n$ — площадь, занимаемая каждой культурой в отдельности;

$E_1, E_2, \dots, E_n$ — величина оросительной нормы для соответствующей культуры.

Значение коэффициента полезного использования оросительной воды в хозяйстве:

$$\eta_{o.x} = \eta_{x.c} \cdot \eta_n,$$

где $\eta_{x.c}$ — коэффициент полезного действия внутрихозяйственной оросительной сети;

η_n — коэффициент использования оросительной воды на полях.

Коэффициент использования оросительной воды на полях представляет отношение полезного водопотребления сельскохозяйственных культур к объему воды, поступившей на орошение.

Объем воды, поданной в голову временного оросителя, представляет частное от деления объема воды, забранной для полива, на значение КПД временного оросителя. Однако тот объем воды, который забирается на орошение, полностью полезно не расходуется. На открытых оросительных системах при поверхностных способах полива полезный объем воды меньше объема воды, который расходуется на фильтрацию, пополнение уровня грунтовых вод и сброс с орошаемых площадей.

В зависимости от способа полива сельскохозяйственных культур и конструкции внутрихозяйственной оросительной сети могут быть различные непроизводительные расходные статьи оросительной воды. Учесть их можно специальным коэффициентом продуктивного использования оросительной воды на полях, тогда:

$$\eta_n = \frac{\Sigma (\omega E)}{W_n} \cdot \eta_{np} \cdot \eta_{в. о.},$$

где W_{II} — объем полезной воды, пошедший на увеличение влажности почвы в расчетном горизонте;

$\eta_{пр}$ — коэффициент продуктивного использования воды на полях;

$\eta_{в.о.}$ — коэффициент полезного действия временного оросителя.

Обозначим $\frac{\sum (\omega E)}{W_{II}} = \eta_{в.к.}$

где $\eta_{в.к.}$ — коэффициент обеспеченности водой сельскохозяйственных культур.

Тогда в общем виде коэффициент использования оросительной воды на поле имеет вид:

$$\eta_{II} = \eta_{в.о.} \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_{в.к.}$$

Коэффициент водообеспеченности растений показывает, насколько растение будет обеспечено водой по сравнению с необходимым (расчетным) водопотреблением. Значение $\eta_{в.к.}$ должно быть равно единице. В этом случае расчетное полезное водопотребление растений и объем воды, фактически поданный на поля, будут равны и, следовательно, растение полностью обеспечено водой.

Таблица 1

КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНОЙ

Совхоз	Объем воды, поданной в голову временных оросителей	Расход воды из ороси	
		фильтрация	
		тыс. м ³	%
Большеорловский	1152,3	185,6	16,1
Волгодонский № 1	1702,3	284,4	16,7
	1945,8	333,9	17,5
Советская Россия	4728,0	826,0	17,5
	2878,0	420,3	14,5
	3945,0	577,8	14,5
Золотаревский	3707,2	389,7	10,23
	2304,0	430,0	18,60

При значении $\eta_{в.к.}$ больше единицы происходит недо-
полив сельскохозяйственных культур, а при значении
меньше единицы — переполив. Исследования оросительных
систем Ростовской области показали, что суммарное водо-
потребление культур больше того объема, который факти-
чески подается на поля.

По данным исследований, коэффициент обеспеченно-
сти культур оросительной водой в среднем равен 1,5 и,
таким образом, непосредственно растениям подано воды
в среднем по исследуемым хозяйствам в 1,5 раза меньше
расчетного (теоретического) водопотребления. Процент
водообеспеченности культур определяется по зависимости:

$$P_k = \frac{1}{\eta_{в.к.}} \cdot 100.$$

Коэффициент использования оросительной воды на
полях был определен по предыдущей формуле на основе
имеющихся фактических объемов, полученных в результа-
те эксперимента в производственных условиях (табл. 1).
При вычислении коэффициента полезного действия вре-
менных оросителей определялись непроизводительные

ВОДЫ В ХОЗЯЙСТВАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

временного теля		КПД времен- ного оросителя $\eta_{в.о.}$	Объем воды из времен- ного оро- сителя на полив $W_{п.}$ тыс. м ³	Непроизво- дительный расход воды на полях		Коэффи- циент продук- тивного исполь- зования воды на полях $\eta_{п.р.}$	Коэффи- циент полезного исполь- зования воды на полях $\eta_{п.}$
сброс				искусствен- ное испаре- ние дождя			
тыс. м ³	%			тыс. м ³	%		
—	—	0,839	956,8	—	—	1,0	0,839
27,4	1,60	0,817	1390,5	72,2	5,2	0,948	0,774
20,3	1,04	0,815	1591,6	81,1	5,1	0,949	0,776
137,0	2,90	0,796	3765,0	376,5	10,0	0,9	0,718
—	—	0,855	2458,7	245,9	10,0	0,9	0,77
—	—	0,855	3367,2	336,7	10,0	0,9	0,77
155,0	4,17	0,855	3162,5	316,2	10,0	0,9	0,77
847,2	10,70	0,705	1626,8	162,6	10,0	0,9	0,635

потери воды на фильтрацию и непланируемый сброс. Среднее значение КПД временных оросителей определили как среднеарифметическую величину, которая составила 0,817. Это позволило определить объем воды (брутто), забранной из временного оросителя на полив сельскохозяйственных культур (W_n).

Коэффициент продуктивного использования воды на полях определяли с учетом непроизводительных потерь на них. При этом сбросов воды с полей не было. При изучении влажности почвы до и после полива сельскохозяйственных культур установили, что вся оросительная вода, которая подавалась на поле, расходовалась на увеличение влажности почвы в расчетном горизонте. Таким образом, на пополнение уровня грунтовых вод (а также за пределы корнеобитаемого горизонта) непосредственно с орошаемых полей вода не расходовалась. В качестве расходных статей определили объем воды на испарение во время искусственного дождя, которое зависело от скорости ветра и температуры воздуха. Среднее значение коэффициента продуктивного использования воды на поле составило 0,925. Значение коэффициента использования оросительной воды на полях составило в среднем 0,756. Результаты проведенных детальных полевых исследований показали на удовлетворительное использование воды на полях в орошаемых хозяйствах. Однако его оптимальное значение должно составлять не менее 0,85.

Анализ использования воды на оросительных системах Северного Кавказа позволяет выделить наиболее общие проблемы, которые необходимо решить для данного региона в первую очередь. Это организационные и технические мероприятия, направленные на улучшение состояния водопользования в орошаемых хозяйствах региона, реконструкция существующих оросительных систем и повышение их технического состояния и уровня эксплуатации систем в целом, внедрение научно-технического прогресса на системах, автоматизации и телемеханизации как отдельных процессов, так и систем в целом.

Развитие научно-технического прогресса связано с широким применением электронно-вычислительных машин в практике эксплуатации гидромелиоративных систем, что позволит значительно повысить технический уровень их эксплуатации и эффективность использования орошаемых земель.

Из общей блочной схемы АСУ оросительной системы целесообразно выделить подсистему оперативно-календарного планирования водораспределения (ОКП), обеспечивающую своевременный и качественный полив, повышение производительности труда и рациональное использование водных ресурсов на системе.

Подсистему оперативно-календарного планирования водораспределения можно представить как систему управления, включающую решение отдельных пакетов:

- определение водоносности источника орошения;

- составление и комплектование графика забора воды из источника орошения и подачи ее хозяйствам;

- составление плана полива;

- составление плана эксплуатационных мероприятий.

При рассмотрении планового водопользования в орошаемых хозяйствах важное значение имеет составление и комплектование графиков подачи воды как на отдельный севооборотный участок, так по хозяйству и системе в целом. Применение ЭВМ дает возможность быстро составлять планы водопользования с охватом максимально возможных факторов и тем самым проводить мероприятия, отвечающие фактическим производственным условиям. Проведение планов водопользования с помощью ЭВМ связано с получением большой информации с орошаемых полей, быстрой ее обработки и выдачи наиболее рационального варианта для его практического осуществления.

Комплектование графиков водоподачи было проведено на основе разработанной методики по составлению и проведению планов водопользования в орошаемых хозяйствах и материалов оросительных систем в Ростовской области.

Комплектование графика водоподачи — это задача календарного планирования. Особенностью этих задач является существование числовой характеристики каждого варианта, которая обычно называется функцией критерия. Решения сводятся к отысканию минимума одной из двух или обеих одновременно функций критерия. Это зависит от выбранного метода исследований. Сравнивали два метода: последовательного анализа вариантов и метода «ветвей и границ».

Точность исследуемых методов оценивалась путем определения среднеквадратических отклонений, определенных по специальным формулам. Анализ полученных данных показал, что методом «ветвей и границ» для получе-

ния достоверных данных полива необходимо располагать в порядке убывания веса-штрафа, а для метода последовательного анализа вариантов — в порядке возрастания.

Проведенные исследования позволили разработать алгоритмы и программы по составлению и корректировке графиков водоподачи на севооборотный участок при возделывании зерновых, пропашных культур и риса. Были просчитаны на ЭВМ «Минск-22» конкретные примеры для условий оросительных систем Дагестана и Ростовской области. Эти примеры дали хорошую сходимость с фактическими данными и поэтому позволяют рекомендовать данные программы к широкому внедрению.

Необходимо большое внимание уделять вопросам многолетнего планирования водопользования.

Ежегодное составление даже сокращенных внутрихозяйственных планов водопользования для отдельных хозяйств не является последней и окончательно установленной формой.

Состав сельскохозяйственных культур как по отдельным хозяйствам, так и по оросительным системам в определенном плане стабилизировался, поэтому возможен переход к многолетнему планированию водопользования. Имея многолетние метеорологические данные по количеству выпавших осадков и температурам, величинам фактических оросительных норм, мелиоративному состоянию орошаемых земель в хозяйстве и план его развития на пятилетку с указанием процентного состава сельскохозяйственных культур и их изменения по годам пятилетки, определяют примерный объем воды, который необходимо подать на орошение. Эти объемы определяются за каждый год и в целом за пятилетку. Перспективное планирование осуществляют один раз в пять лет.

Планирование ведут по межхозяйственным каналам в разрезе точек выдела воды хозяйству. При этом необходимо учитывать перспективы нового развития орошения.

При составлении производственно-финансовых планов в хозяйствах обязательно предусматривают затраты на поливы и эксплуатационные мероприятия, необходимые для поддержания сети в технически исправном состоянии.

Основное внимание при перспективном планировании уделяют осуществлению плана водопользования.

Плановое водопользование является залогом наивыгоднейшего использования оросительной воды для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Внутрихозяйственный план водопользования — один из основных документов, определяющий взаимоотношения водопользователей с управлениями эксплуатации оросительных систем. Это первичный документ, в котором отражают как общую потребность в оросительной воде хозяйства, так и по отдельным фазам вегетационного периода. Ее увязывают с биологическими особенностями каждой культуры, метеорологическими условиями планируемого года и современным мелиоративным состоянием орошаемых земель.

Оросительная вода, подаваемая в хозяйство, должна быть рационально использована на поливы, и потери ее должны быть минимальными. Кроме того, план подачи воды в хозяйство обязательно увязывают с планами агротехнических мероприятий, проводимых в межполивной период, и эксплуатационных, направленных на поддержание каналов, сооружений на них и другого оборудования в нормальном техническом состоянии.

Внутрихозяйственный план водопользования складывается из нескольких планов: подачи воды в хозяйство и ее распределения по внутрихозяйственной оросительной сети; полива; эксплуатационных мероприятий.

Внутрихозяйственный план составляют гидротехники и агрономы хозяйства под руководством главного агронома. Полив культур в плане водопользования должен предусматриваться круглосуточно как дождевальными агрегатами, так и поверхностным способом.

Составленный внутрихозяйственный план водопользования поступает на рассмотрение в управления сельского хозяйства при соответствующих райисполкомах и управления оросительных систем (для хозяйств, расположенных на государственных оросительных системах).

Управления сельского хозяйства проверяют, соответствуют ли площади полива государственному плану, уточняют структуру посевов, правильность принятых режимов

орошения с учетом мелиоративного состояния орошаемых земель и принятой урожайности культур, использование выданного лимита на воду и правильность принятых коэффициентов полезного действия каналов. После этого план водопользования утверждают соответствующие исполкомы.

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

Необходимые материалы для составления планов

Приступая к составлению внутрихозяйственного плана водопользования, специалисты хозяйств должны иметь лимит воды для полива культур, бытовых нужд и целей сельскохозяйственного водоснабжения. Если хозяйство пользуется водой от государственной системы, лимит на воду дает руководство оросительной системы, согласуя его с управлением сельского хозяйства соответствующего района; если хозяйство забирает воду из водоемов местного значения, оно само определяет такой лимит исходя из водоносности источника.

Для определения объема воды, необходимого хозяйству на орошение, используют рекомендации научно-исследовательских институтов, опыт передовых хозяйств по установлению дифференцированного режима орошения культур, т. е. совокупность числа, сроков и норм полива в зависимости от гидрогеологических и почвенных условий участков орошаемого массива.

Планирование поливных режимов можно провести также по аналогии с ближайшими районами или пользуясь теоретическими формулами. Наиболее широко распространен метод водного баланса академика ВАСХНИЛ А. Н. Костякова.

Величину оросительной нормы определяют из уравнения водного баланса:

$$M = T + I - 10\alpha \cdot P - (W_n - W_k) - K,$$

где T — испарение влаги растениями, $\text{м}^3/\text{га}$;

I — испарение влаги почвой, $\text{м}^3/\text{га}$;

α — коэффициент использования осадков, выпавших за вегетационный период;

- Р — сумма осадков за период вегетации растений, мм;
 W_n — запасы влаги в расчетном слое почвы в начале вегетационного периода, $m^3/га$;
 W_k — запас почвенной влаги в расчетном слое в конце вегетационного периода, $m^3/га$;
 К — подпитывание активного слоя почвы грунтовыми водами, $m^3/га$.

Составляющие уравнения (Т + И) представляют расход влаги почвой на транспирацию и испарение, который определяют по формуле А. Н. Костякова или С. М. Алпатьева.

Величину осадков и их использование в течение вегетационного периода устанавливают по данным ближайшей метеостанции.

Запасы влаги в расчетном слое целесообразнее всего рассчитать по данным непосредственного измерения ее влажности. Однако это требует довольно значительных затрат средств и времени. Поэтому для определения ориентировочных размеров активных запасов влаги в почве, которые могут быть израсходованы растениями и почвой за вегетационный период, можно пользоваться таблицей 2.

Т а б л и ц а 2

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ АКТИВНЫХ ЗАПАСОВ ВЛАГИ
 В ПОЧВЕ, $m^3/га$
 (ПО ДАННЫМ И. А. ШАРОВА)

Почвы	Предельная влагоемкость первого метра	Активный запас влаги в первом метре
Легкие супесчаные	1800—2000	900—1000
Легкие суглинистые	2200—2600	1100—1300
Средние суглинистые	2600—2800	1300—1400
Тяжелые суглинистые	2800—3200	1400—1600
Глинистые	3200—3800	1600—1800

Если почвы засолены, то возможные активные запасы влаги в ней должны быть снижены примерно на 20 %.

Глубина залегания грунтовых вод также влияет на величину оросительной нормы. Поднятие их уровня увели-

чивает подпитывание, причем чем тяжелее почвы по механическому составу, тем более значительная величина подпитывания. Примерные величины подпитывания грунтовыми водами приведены в таблице 3. Грунтовые воды

Таблица 3

ПРИМЕРНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОДПИТЫВАНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ,
м³/га (ПО ДАННЫМ И. А. ШАРОВА)

Почвы	Глубина грунтовых вод, м		
	1—1,5	1,5—2	2—2,5
Легкие супесчаные	800—1000	—	—
Легкие суглинистые	1000—1200	500—1000	—
Средние суглинистые	1200—1500	600—1200	—
Тяжелые суглинистые	1500—2000	1000—1500	500—1000
Глинистые	2000—3000	1500—2000	1000—1500

должны быть пресными; если они минерализованные, то возникает опасность вторичного засоления орошаемых земель.

Лимит воды на орошение сельскохозяйственных культур определится по формуле:

$$W_{ор} = M \cdot \omega,$$

где ω — площадь орошения, га.

Примерный лимит на воду может быть определен также на основе многолетних данных по забору воды в каждое хозяйство. Наличие их освобождает оросительную систему от неприятных неожиданностей в планировании воды.

При составлении внутрихозяйственных планов водопользования учитывают организацию труда всего производственного процесса при поливе культур в хозяйстве; пропускную способность каналов; организацию учета воды, поступающей в хозяйство и распределяемой по внутрихозяйственной сети.

Внутрихозяйственный план водопользования составляют в каждом хозяйстве, имеющем орошаемую площадь любых размеров независимо от конструкции системы.

Для составления хозяйственного плана водопользования на вегетационный период определяют общую потреб-

ность хозяйства в воде, а для этого составителям необходимо иметь следующие материалы:

план орошаемого участка хозяйства в горизонталях (масштаб 1 : 10 000 или 1 : 25 000), на котором должны быть нанесены оросительные и сбросовые каналы с гидротехническими сооружениями на них (если закрытая сеть — план водоводов с гидрантами и расстояниями между ними, а также границы бригадных участков);

почвенно-мелиоративную и техническую характеристику орошаемого участка с указанием глубины залегания уровня грунтовых вод (1—2, 2—3 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;

данные о наличии орошаемых земель и планируемом их использовании. Эти материалы сводятся в таблицу с указанием общей площади орошения и площади, которая не будет использована вообще под посев культур, а также той, которая будет засеяна, но не может быть полита. Эти площади даются в разрезе 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;

сведения о пропускной способности, протяженности и КПД каждого оросительного канала, наличии водомерных сооружений на каналах и пропускной способности сооружений. Эти данные сводятся также в таблицу;

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

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

В том случае, если хозяйство самостоятельно забирает воду непосредственно из источника орошения, для составления внутрихозяйственного плана водопользования дополнительно требуются:

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

сведения о конструкции и типе, характеристика режима работы в целом всего заборного сооружения, а также данные о количестве и производительности насосов, подающих воду на систему;

характеристика энергетической части водозаборного сооружения и его эксплуатационные данные.

Составленный внутрихозяйственный план водопользования передают соответствующему управлению оросительной системы в срок до 15 февраля текущего года. Все перечисленные материалы должны сопровождаться краткой пояснительной запиской, в которой, в частности, указывают на использование лимита оросительной воды и имеющиеся отклонения по его использованию за весь вегетационный период с необходимым и достаточным их обоснованием. Анализ материалов дает основание на проектирование реального режима орошения сельскохозяйственных культур и проведение соответствующих послеполивных обработок почвы.

Планы полива и подачи воды

Имея примерные годовые лимиты оросительной воды для полива, каждое хозяйство устанавливает необходимую потребность в воде и соответствие ее установленным лимитам.

В течение 1973 и 1974 гг. на Нижне-Донской и Багаевско-Садковской оросительных системах Ростовской области была внедрена методика составления внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения, разработанная сотрудниками ЮжНИИГиМ и утвержденная научно-техническим советом Минводхоза РСФСР в качестве пособия для водохозяйственных организаций Северного Кавказа. Внедрение указанных рекомендаций позволило получить экономический эффект в размере 84 тыс. руб.

Однако проведенный анализ материалов двухлетнего внедрения рекомендаций позволил отметить, что ежегодное составление подробных развернутых внутрихозяйственных планов водопользования при современном уровне ведения сельского хозяйства является экономически

необоснованным, требует больших затрат времени специалистов колхозов, совхозов. В период их действия вносят существенные изменения в сроки и нормы поливов, а следовательно, и во все мероприятия, связанные с планом водопользования. Это указывает на необходимость усовершенствования методики составления внутрихозяйственных планов водопользования. Поэтому целесообразно составлять сокращенные внутрихозяйственные планы, в которых особое внимание необходимо уделять вопросам его корректировки и осуществления в хозяйствах.

При составлении таких планов следует прежде всего составить план размещения всех сельскохозяйственных культур с учетом плановых заданий по хозяйству. Этот план составляют по форме (приложение 1) в разрезе водовыделов из межхозяйственных каналов по каждой сельскохозяйственной культуре, выращиваемой на орошаемых землях хозяйства.

В форме, данной на примере только зерновых культур, указано, какая площадь подлежит посеву и сколько из засеянной будет полито. В такой же последовательности располагаются технические культуры: овощи, картофель, бахчи; кормовые многолетние насаждения с указанием соответствующих культур, которые имеются в хозяйстве; прочие культуры; индивидуальные огороды; пары и плантаж; пастбища; пожнивные.

Далее составляют итоговые цифры по хозяйству с указанием общей орошаемой площади (нетто) с подразделением площади, засеянной каждой сельскохозяйственной культурой и подлежащей поливу. Имея эти материалы, специалисты хозяйства составляют календарный план полива и забора воды в хозяйство (приложение 2). План составляют также по каждой сельскохозяйственной культуре с указанием номера и физической площади поливов, количества гектарополивов и необходимого для данных условий объема оросительной воды.

Форма в приложении 2 также представлена на примере зерновых культур. Составив эту форму в разрезе каждой культуры, определяют для данных условий объем оросительной воды за каждую декаду вегетационного периода и нарастающим итогом общую площадь полива сельскохозяйственных культур по хозяйству, количество гектарополивов, водопотребление только на орошение (нетто и брутто), водоподачи на хозяйственные и другие нужды.

В конечном итоге устанавливают средний расход воды брутто, необходимый хозяйству.

Общую площадь полива сельскохозяйственных культур и количество гектарополивов рассчитывают обычным суммированием за каждую декаду и нарастающим итогом.

Объем оросительной воды подсчитывают на основании принятого дифференцированного режима орошения культур с учетом размещения их по оросительным каналам. Зная сроки поливов и их нормы, определяют объем воды, необходимый растениям в определенный период.

Объем воды (нетто) для сельскохозяйственной культуры за декаду равен:

$$W_k = F \cdot m,$$

где F — площадь полива, га;

m — плановая поливная норма за данный период, м³/га.

Общий объем воды (нетто), необходимый для орошения за данную декаду, определяют суммированием соответствующих объемов по каждой сельскохозяйственной культуре.

Средний расход воды (нетто) в хозяйстве за декаду:

$$Q_{н. ср.} = \frac{W_k}{T},$$

где T — число секунд в декаде.

Объем воды брутто на орошение находится с учетом КПД внутрихозяйственной сети:

$$Q_{ср}^{бр} = \frac{Q_{н. ср.}}{\eta_{х. с.}},$$

где $\eta_{х. с.}$ — КПД внутрихозяйственной оросительной сети.

Общий объем воды, который подают в хозяйство на орошение, складывается из потребностей в воде с учетом расходов на хозяйственные и питьевые нужды и сельскохозяйственного водоснабжения. Тогда общая потребность в воде выразится как сумма указанных объемов.

Эту потребность в воде определяют за каждую декаду и на основании величин рассчитывают общий средний объем воды (брутто), который подают в хозяйство. Это, по существу, и является планом подачи воды в хозяйство в разрезе декад вегетационного периода. Таким образом, план полива сельскохозяйственных культур и план подачи воды в хозяйство даются в единой форме.

План эксплуатационных мероприятий

Поддержание оросительной сети и всего оборудования, обеспечивающих нормальный полив сельскохозяйственных культур, в технически исправном состоянии является одним из условий получения высоких урожаев культур на орошаемых землях. Поэтому после окончания вегетационного периода необходимо осмотреть каналы, гидротехнические сооружения и все имеющееся оборудование и составить план эксплуатационных мероприятий на каждый месяц.

Необходимо предусмотреть очистку каналов от заиления и растительности, ремонт дамб, каналов, гидротехнических сооружений. Обязательно запланировать и отремонтировать водомеры и гидрометрические посты, а также насосы, двигатели и дождевальные машины.

В эксплуатационном плане необходимо предусмотреть план внесения удобрений на орошаемых землях хозяйства. Сравнить наличие мелиоративной техники и инвентаря в хозяйстве с потребностью, обеспечивающей своевременные поливы. Это даст возможность реального планирования количества поливов и соответствующих подготовительных работ для своевременного их проведения. Требуемую мелиоративную технику определяют по каждому виду механизма (грейдеры, скреперы, бульдозеры, экскаваторы, тракторы, каналоконатели) и в том числе по маркам (дождевальные машины и агрегаты), а также устанавливают наличие поливного инвентаря с подразделением на переносные щиты, водосливы, трубы, сифоны и т. д.

Немаловажным фактором, обеспечивающим нормальные и своевременные поливы, является обеспеченность хозяйства кадрами поливальщиков, машинистов насосных станций и дождевальных машин.

Все расчеты потребности в кадрах, мелиоративной технике и поливном инвентаре сводятся в форму (приложение 3). Руководство хозяйства на этой основе примет соответствующие меры, обеспечивающие качественный полив сельскохозяйственных культур.

Составленный внутрихозяйственный план водопользования требует обязательной корректировки, так как изменяются площади посева сельскохозяйственных культур и их состав, вызванные различными обстоятельствами. Так, в особо суровые бесснежные зимы, как правило, вымерзают озимые на больших территориях, что приводит к необходимости пересева ранней весной этих площадей и таким образом состав культур на орошаемых землях резко изменяется. В результате требуется корректировка всего внутрихозяйственного плана водопользования. Она может быть вызвана и изменением метеорологических условий текущего года, резким повышением или понижением уровня грунтовых вод на орошаемых участках, изменением водоносности источника орошения, особенно в сторону значительного уменьшения объема, что приводит к соответствующему недобору воды в оросительные системы, выпадениями обильных осадков или, наоборот, длительным бездождливым периодом и другими условиями.

Кроме того, корректировка предусматривается самой методикой составления планов водопользования. Первоначально составляют сокращенный план водопользования, выполнение которого зависит от организационных, погодных и других условий. Это обстоятельство дает возможность учесть наибольшее количество факторов и более качественно провести поливы культур, что обеспечит получение наиболее высоких урожаев.

Непосредственное проведение планов в жизнь осуществляют оперативными декадными графиками, которые составляют по форме (приложение 4) агроном и гидротехник хозяйства за два—четыре 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 расход воды, необходимый растениям. Эти расчеты выполняют по каждому внутрихозяйственному каналу с суммированием и определением величины забора воды как по каждому водовыделу, так и по хозяйству в целом. Намечают к поливу соответствующие севообороты

и указывают конкретные поля с перечислением выращиваемых культур.

Для определения расхода воды брутто учитывают значения КПД каналов и после этого намечают дни и часы работы оросительных каналов. Календарный оперативный график поливов передают в управление оросительной системы с обязательным указанием выполнения лимита отпущенной хозяйству воды. При необходимости увеличения подачи воды, по сравнению с утвержденными лимитами, хозяйство должно обосновать расчетами увеличение водозабора. Если это превышение не составляет более 5% от утвержденных цифр, управление оросительной системы может положительно решить этот вопрос за счет перераспределения воды по системе. В крайнем же случае, как исключение, лимит воды отдельным хозяйствам увеличивают за счет пропуска по каналам форсированных расходов.

При отклонении потребных расходов воды более чем на 5% необходима корректировка системного плана водораспределения за счет уменьшения водоподачи каждому хозяйству с предварительным утверждением новой водоподачи на райисполкомах.

Если 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 необходимые меры для нормального распределения воды по системе, распределив указанный объем между другими водопользователями.

В бригаде, звене составляют календарный график всех видов работ. По каждой бригаде или звену необходимо четко предусмотреть время на нарезку поливной сети и подготовку к поливам, время поливов согласно оперативному графику поливов культур, а также послеполивную обработку орошаемых площадей.

Указывается время и приемы внесения удобрений на орошаемые поля. Этот календарный график составляют специалисты, утверждает председатель колхоза или директор совхоза.

По плану водопользования существует оперативная отчетность; агроном и гидротехник хозяйства за каждую декаду представляют данные об использовании поданной хозяйству воды, политых площадях, сравнивают их с пла-

новыми заданиями, 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 дается за истекшую декаду на обратной стороне плана-заявки на воду (приложение 5).

Годовую и квартальную отчетность по выполнению плана поливов и посевов сельскохозяйственных культур в хозяйстве по количеству забранной воды на орошение осуществляют по формам внутрихозяйственного плана водопользования перед ЦСУ СССР, оросительными системами и областными (краевыми) организациями.

Системные планы водораспределения

Системные планы водораспределения составляют управления оросительных систем на каждый календарный год на основе хозяйственных планов водопользования. По этим планам забирают воду из источника орошения и распределяют между хозяйствами.

В план водораспределения входит:

ведомость расчетных расходов (горизонтов) источника орошения и возможных расходов в голове системы;

план забора воды в систему;

план распределения воды по системе.

В системных планах водораспределения устанавливается порядок и сроки подачи воды хозяйствам, обслуживаемым данной оросительной системой, и потребность в воде отдельных хозяйств-водопользователей по каждому водовыделу и в целом по системе, согласовывают водопотребление по системе с режимом источника орошения, определяют головные расходы магистрального и межхозяйственного каналов и размеры подачи воды хозяйствам, разрабатывают мероприятия по повышению КПД как отдельных оросительных каналов, так и системы в целом.

Системный план водораспределения состоит из пояснительной записки со всеми формами, составленными в период его формирования, где указывают использование лимита системы на оросительную воду, особенности источ-

ника орошения на планируемый год, использование оросительной воды на системе и общие данные по характеристике способов полива.

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

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

Составленный системный план водораспределения утверждают исполкомы районных Советов депутатов трудящихся 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 по системам республиканского (союзного) значения.

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

Порядок составления плана

Для составления плана необходимы:

план и подробная схема системы в масштабах 1:25 000 или 1:50 000.

На этой схеме указывают все магистральные, межхозяйственные и распределительные каналы до точек выдела воды в хозяйства с технической их характеристикой, границы хозяйств и эксплуатационных участков, все узлы распределения и узлы командования, створы балансовой гидрометрии и мелиоративной службы, дороги, линии связи;

внутрихозяйственные планы водопользования;

план и схема системы с почвенно-мелиоративными характеристиками (почвы, глубины залегания уровней грунтовых вод, рельефные особенности);

декадные расходы (горизонты) 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;

размеры площадей посевов на орошаемых землях, установленные государственным планом.

Системы планы водораспределения планируют на основе внутрихозяйственных планов водопользования, т. е. тех фактических расходов и объемов оросительной воды, которую подают в определенные сроки и достаточным объемом сельскохозяйственным культурам.

План забора и распределения воды

Приступая к планированию забора воды в систему, прежде всего устанавливают ожидаемую водоносность источника орошения. Для этого надо иметь подекадные или среднемесячные данные по водоносности не менее чем за десять лет; среднемесячные данные об осадках и среднесуточных температурах в бассейне источника за тот же период и указанные фактические данные за первые четыре-пять месяцев начавшегося года.

Имея эти данные, выбирают реальные расчетные годы. Принимают во внимание летний период (апрель — сентябрь) каждого года и располагают данные в убывающем или возрастающем порядке по абсолютной величине. Год с водностью, близкий к среднеарифметическому имеющегося ряда, будет среднесредним реальным годом.

Для установления воды с повышенной или пониженной водностью используют принципиально тот же метод, что и при определении года средней водности. Повышенную водность определяют следующим образом: берут годы с выше средней водностью, в том числе и средний год, и для этого ряда определяют среднеарифметическое число. Год по своей водности, близкий к такому среднеарифметическому значению, и является годом повышенной водности. Для определения года с пониженной водностью берут годы с водностью ниже среднего, начиная с года со средней водностью, и по аналогичной методике для определения года с повышенной водообеспеченностью находят год с пониженной водностью.

Установив среднюю, пониженную и повышенную водности 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 — Министерства 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 принимается год с обеспеченностью, близкой к 50%. Для декадных расчетных расходов года 50%-ной обеспеченности необходимо:

расположить величины декадных расходов воды в ряд в убывающем порядке с первого по $n = e$ число (при числе лет, равном n);

найти порядковый номер декады 50%-ной обеспеченности по формуле:

$$m = 0,5n + 0,5.$$

Если m не целое число, то его округляют до целого.

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

Для оросительных систем, водозабор которых больше зависит от горизонта воды в источнике орошения, наряду с определением расходов воды устанавливают и горизонты. Расчетные декадные горизонты по опорному посту приводятся к горизонтам в голове магистрального канала способами, принятыми при гидрологических расчетах. По установленным расчетным декадным горизонтам воды и имеющейся зависимости расходов магистрального канала от горизонта воды в водон источнике определяют расчетные расходы в магистральном канале по декадам планируемого периода.

Результаты проработки режима источника орошения и определения возможных расходов воды в голове системы представляют по форме (приложение 6).

При составлении плана забора воды в оросительную систему систематизируют данные, полученные с орошаемых хозяйств, о наличии орошаемых земель в разрезе хозяйств и районов и анализируют причины их неиспользования в сельскохозяйственном производстве. Все матери-

алы сводят по специальной форме (приложение 8). В основу систематизации данных положены материалы по использованию орошаемых земель в хозяйствах. Имея план оросительной системы, составляют ведомость размещения сельскохозяйственных культур (приложение 7) с указанием площади посева и полива. Ведомость составляют в разрезе хозяйств и административных районов с определением общей площади посева и полива сельскохозяйственных культур по системе в целом. Форма дана на примере зерновых культур.

Зная размещение культур на орошаемых землях, составляют план забора воды по декадам вегетационного периода в разрезе хозяйств и вододелительных узлов оросительной системы. При его составлении используют схему оросительной системы с нанесением на ней всей технической обстановки. Для определения общего забора воды (брутто) в голове магистрального канала необходимо знать величины КПД межхозяйственных каналов. Все расчеты сводят в форму (приложение 9), которая и является планом забора воды в оросительную систему.

Данные по определению водоносности источника орошения, горизонтов воды в нем, возможной подачи и фактического забора воды в оросительную систему систематизируют по каждому месяцу вегетационного периода в разрезе декад. Здесь же увязывают расходы, которые предполагается подать в оросительную систему, с расходами, которые может обеспечить источник орошения. Баланс считается увязанным, если отклонение этих величин друг от друга не превышает $\pm 5\%$.

Полученные расходы каналов сравнивают с пропускной способностью. Убедившись в том, что расчетные расходы соответствуют фактической пропускной способности, окончательно увязывают баланс водораспределения с возможностями водоисточника.

Полученные данные по расходу воды (брутто) в голове магистрального канала заносят в форму (см. приложение 6) и увязывают баланс.

В процессе увязки водораспределения разрешается недобор воды в одну декаду компенсировать перебором в следующую смежную декаду. Величина перебора не должна превышать размеров возможной форсировки каналов системы. В случае недостатка воды в водоисточнике более $\pm 5\%$ и невозможности его компенсации в процессе

увязки водораспределения путем недобора или перебора водоподачи, а также значительно завышенного планового забора воды из источника баланс увязывают за счет снижения водопотребления по формуле:

$$Q'_{бр} = Q_{бр} \cdot y \frac{\eta}{\eta_{\alpha}},$$

где $Q'_{бр}$ — головной расход системы (канала) при уменьшенной подаче;

$Q_{бр}$ — головной расход системы (канала) при нормальной подаче;

y — коэффициент увязки, т. е. отношение возможного забора воды к необходимому расходу брутто;

η — КПД канала или оросительной системы при максимальном расходе воды;

η_{α} — коэффициент полезного действия при заданном расходе.

Все исправления вносят в форму (приложение 9) красными чернилами. После окончательной увязки баланса по системе с возможностями водоисточника составляют сводную ведомость баланса оросительной воды по системе (приложение 10). Составление ведомости начинается с определения суммарного забора воды (объема) и расхода в систему в разрезе декад и нарастающим итогом. Определяют все расходные статьи оросительной воды на системе. Прежде всего выделяют объемы подачи воды на орошение сельскохозяйственных культур в точках выдела воды хозяйствам с подразделением данного объема на нужды орошения, обводнения и хозяйственные. Обязательно выделяют объем воды на фильтрацию из оросительных каналов и испарение. Далее определяют суммарную подачу воды из межхозяйственных и магистральных каналов. Этот объем воды предусматривается по следующим пунктам: в точках выдела воды хозяйствами; на подпитывание рек и водохранилищ; на замочку, заполнение и опробование межхозяйственных и магистральных каналов; вынужденные сбросы из межхозяйственных каналов для поддержания горизонтов воды в реках и других водоисточниках. Специально определяют величину потерь воды на фильтрацию и испарение в магистральных и межхозяйственных каналах. В конечном итоге устанавливают суммарную подачу воды на все нужды без потерь, а зная физическую площадь орошения сельскохозяйственных культур на сис-

теме, рассчитывают средние величины поливной и оросительной нормы и КПД системы в целом. Анализ данных этой ведомости позволяет оценить состояние с использованием 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.

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, который показывает, какой распределительный узел вызывается, откуда подается вода, на какой узел и в какую точку выдела. Эти данные рассчитывают по декадам каждого месяца всего вегетационного периода.

Зная распределение воды по всем участкам оросительной системы, составляют календарный план полива сельскохозяйственных культур (приложение 11). Этот план составляют по каждой сельскохозяйственной культуре с указанием физической площади и срока ее полива. Форма дана на примере зерновых культур. Обязательно указывают проведение влагозарядки под озимые, яровые культуры и многолетние насаждения. В конечном итоге определяют физическую площадь полива всех сельскохозяйственных культур по системе в целом за каждую декаду и нарастающим итогом за весь вегетационный период, количество проведенных гектарополивов в такой же последовательности.

Большое внимание уделяют прогрессивным способам полива культур на системе. Это подлежит специальному учету, и поэтому в календарном плане указывают физическую площадь полива сельскохозяйственных культур прогрессивными способами и количество проведенных гектарополивов. Анализ данных показателей позволяет судить о техническом состоянии на системе в целом, о технике полива и наметить мероприятия по дальнейшему совершенствованию и применению наиболее эффективных способов полива.

Успешное проведение планов водораспределения во многом зависит от нормального технического состояния всех сооружений на системе. Пуску воды в систему должен предшествовать целый комплекс работ.

Необходимо проверить исправность оросительных и дренажных каналов, гидротехнических сооружений на них, опробовать работоспособность сооружений на вододелительных узлах, их отдельных частей, проверить работу всей имеющейся сигнализационной аппаратуры, а также всех узлов автоматизации на системе.

К моменту пуска воды в систему надо установить водоизмерительную аппаратуру, проверить работу связи.

Важным моментом в подготовительных работах является также своевременный и качественный инструктаж обслуживающего персонала. На каждом вододелительном узле, эксплуатационном участке и оросительной системе должны быть специальные инструкции по эксплуатации отдельных сооружений и узлов в целом.

После того как система готова, ее пускают в определенной последовательности. В первую очередь постепенно заполняют водой магистральные каналы, наращивая горизонты воды в них.

После проверки работы всех сооружений по трассе канала воду пропускают в межхозяйственную сеть и проводят аналогичные операции. Затем воду подводят к точкам выдела воды хозяйствам, предварительно сообщив об этом водопользователям.

Таким образом, перед пуском воды в систему проверяют не только исправность отдельных узлов сооружений, но и техническое их состояние и необходимую работоспособность. К этому времени должны быть закончены ремонтные и строительные работы на узлах, пропускающих воду по системе.

Проведение системных планов водораспределения обеспечивается на основе службы диспетчеризации, которая должна быть организована таким образом, чтобы в течение суток в любой момент знать, какие расходы забираются в систему и как они распределяются. Операции по водозабору и водораспределению на оросительной системе осуществляет дежурный диспетчер.

Порядок операций по водозабору и водораспределению устанавливается следующий:

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

при совпадении фактических расходов с плановыми дежурный диспетчер дает указания линейному штату об установлении расходов по распределительным узлам в соответствии с плановыми процентами водораспределения. Если в предыдущую пятидневку вода недобиралась или перебиралась отдельными каналами, дежурный диспетчер соответственно изменяет проценты водораспределения на предстоящую пятидневку;

в случае отклонения фактических расходов от плановых дежурный диспетчер увязывает баланс водораспределения, меняет проценты водораспределения и дает соответствующие указания гидротехническим участкам, которые извещают водопользователей о произведенных изменениях;

линейные работники, ведающие распределительными узлами, после выполнения распоряжения диспетчера докладывают ему, когда и какие расходы установлены на узлах;

при обнаружении расхождений между фактически установленными расходами и расходами по диспетчерскому распоряжению диспетчер обязан немедленно потребовать исправления допущенных отклонений.

Все операции по обеспечению плана подачи воды водопользователям осуществляют по распоряжениям дежурного диспетчера по оросительной системе, а внутри гидротехнического участка — участкового гидротехника. Кроме этих должностных лиц, никто не имеет права давать распоряжения по водораспределению.

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.

Планы водораспределения в процессе их выполнения могут корректироваться при изменении основных исходных данных полива:

больших отклонениях в изменении размеров или состава площадей сельскохозяйственных культур от установленного фактического сева;

устойчивом отклонении водоносности источника орошения от показателей, принятых для расчетного года.

Эти изменения в плане водораспределения должны быть подтверждены органом, утверждавшим план, и доведены до сведения водопользователей.

Прочие непредусмотренные изменения вносят в план при ежедекадных диспетчерских корректировках.

Кроме декадных корректировок, план водораспределения уточняется и на последующий месяц при получении месячных прогнозов водности источника орошения. В случае отклонения последних от принятых плановых расходов не менее чем на $\pm 20\%$ заново увязывают баланс водораспределения и пересматривают его общий план.

План водораспределения в этом случае корректируется путем умножения плановых значений расхода на коэффициент d , определенный по формуле С. Р. Оффенгендена:

$$d = \frac{a^2 \cdot \eta}{a - \sqrt{a} (1 - \eta)},$$

где a — отношение расходов нетто, уточненных после корректировки, к расходам нетто, принятым по плану;

η — КПД, принятый при разработке плана.

Для упрощения расчетов значения коэффициентов d приведены в таблице 4.

В случае отпуска дополнительных внеплановых расходов воды по заявкам водопользователей руководство оросительной системы уточняет диспетчерский график подачи воды, руководствуясь следующим:

если дополнительная заявка на воду в пределах гидротехнического участка не превышает $\pm 10\%$ планового расхода, намеченного для данного участка, вода перераспределяется без увеличения отпуска воды участку;

Таблица 4

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ α ПО ФОРМУЛЕ С. Р. ОФФЕНГЕНДЕНА

$\alpha \backslash \eta$	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	1,0	0,92	0,91	0,89

если дополнительная заявка на воду превышает $\pm 10\%$ плановой подачи, вода перераспределяется между гидротехническими участками;

если отклонение фактических расходов от плановых составляет $\pm 25\%$ и более, то корректировку системного плана за счет снижения водопотребления растений не производят. В этом случае на оросительной системе вводят водооборот.

Водоучет на оросительной системе

Организация правильного учета воды на оросительной системе является основой рационального проведения системного плана водораспределения. Для этого на оросительной системе должны быть правильно организованы гидрометрические посты, а их расположение будет обеспечивать своевременную и достоверную информацию о расходах оросительной воды по системе.

Гидрометрические посты организуют в голове системы (главный гидрометрический пост системы), в голове магистрального канала и его ветвей, распределительных и межхозяйственных каналов, на сбросных и коллекторно-дренажных каналах, в точках выдела воды хозяйствам. Эти посты находятся в ведении управления оросительной системы, отвечающего за сохранность и исправную их работу. За организацию правильного водоучета в орошаемых хозяйствах и нормальную работу водоучитывающей аппаратуры несут ответственность специалисты хозяйств.

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 инструктировать специалистов хозяйств по организации их обслуживания и подготовке для этой цели необходимых кадров.

Управление оросительной системой постоянно совершенствует гидрометрические посты, применяя современные технические решения.

На каждом посту регулярно замеряют расход и сток 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 (7.00, 13.00 и 19.00) передает участковый гидротехник дежурному диспетчеру для анализа этих данных управлением системой и для разработки необходимых мероприятий для нормального водораспределения по системе в целом. На каждом гидрометрическом посту ведут специальные журналы (водомерные книжки) по учету воды на узлах вододеления и выдаче воды хозяйствам-водопользователям. Эти мероприятия позволяют осуществлять оперативный учет воды на системе.

Количество воды, поступающее каждому водопользователю, учитывает гидротехник эксплуатационного участка в специальном журнале. Каждое хозяйство может проверить правильность объемов воды, отпускаемых для орошения сельскохозяйственных культур. Работа специалистов эксплуатационного участка и хозяйств по водораспределению находится в тесном контакте. Недополучение объемов воды хозяйством в отдельные декады вегетационного периода может быть компенсировано в установленном порядке в следующих декадах.

Выявленные недостатки при объездах должны быть доведены до руководства хозяйств. Затем намечают мероприятия для их ликвидации.

О работе оросительной системы в течение года можно судить по следующим техническим показателям системного плана: выполнение плана забора воды в систему; равномерность распределения воды по системе в соответствии с плановыми заданиями; фактические величины КПД межхозяйственной сети; выполнение плана полива; КПИП оросительной воды на межхозяйственной сети и системе в целом.

Эти показатели характеризуют состояние оросительной системы. Одной из первостепенных задач управлений оросительных систем является разработка и осуществление большого комплекса мероприятий с целью значительного совершенствования и повышения технического уровня эксплуатации систем.

Задача оросительных систем — своевременно обеспечить водой и в нужных объемах хозяйства (водопользователей) для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. В связи с этим работа оросительной системы ставится в зависимость от того урожая, который получают орошаемые хозяйства на своих полях. Перевыполнение плановых заданий орошаемых хозяйств по урожайности является показателем высокой деятельности системы, а работники службы эксплуатации получают годовые премии за выполнение плановых заданий в орошаемых хозяйствах.

Таким образом, эффективность работы оросительной системы в целом зависит не только от высоких технических и экономических показателей работы системы как крупной производственной единицы, но и от конечных результатов — получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур на орошаемых землях системы.

Выполнение плана забора воды в систему за каждую декаду вегетационного периода характеризуется коэффициентом α :

$$\alpha = \frac{W_{\text{ф}}}{W_{\text{пл}}},$$

где $W_{\text{ф}}$ — фактический объем воды, поступивший в оросительную систему за декаду, м^3 .

$W_{\text{пл}}$ — объем воды, предусмотренный планом за тот же период, м^3 .

При идеальной работе оросительной системы данный коэффициент должен быть равен единице. В этом случае плановые и фактические объемы оросительной воды, забираемые для орошения, равны между собой.

Выполнение плана забора воды в систему зависит от фактических расходов воды в водоисточнике при бесплотинном водозаборе и горизонтов — при водозаборе из водохранилищ. Поэтому показатель (α) необходимо сравнить с коэффициентом, характеризующим водность источника орошения на данный период:

$$\beta = \frac{Q_{\text{ф}}}{Q_{\text{пл}}},$$

где $Q_{\text{ф}}$ — средний за данный период фактический расход в водоисточнике, $\text{м}^3/\text{с}$;

$Q_{\text{пл}}$ — средний плановый расход водоисточника за тот же период, $\text{м}^3/\text{с}$.

Оросительная система считается вполне обеспеченной водой, если этот показатель равен единице или отклонения не превышают $\pm 5\%$. 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 условие одинаковых отношений плановых и фактических расходов по каждому вододелительному узлу, точкам выдела воды хозяйствам.

Коэффициент полезного действия оросительной системы определяет собой отношение количества воды, потребляемого в определенный момент времени на орошаемых полях в хозяйствах, к количеству воды, забираемому в этот же момент времени в голове системы из источника орошения, и является важным техническим показателем системы.

Работа системы характеризуется также общим коэффициентом использования оросительной воды на системе, представляющим отношение полезного водопотребления сельскохозяйственных культур на поливе, необходимого и достаточного для получения требуемой урожайности, к количеству воды, забираемой для этого из источника орошения.

Этот коэффициент, кроме того, складывается из коэффициентов полезного действия системы каналов и полезного использования оросительной воды на полях.

Таким образом, использование оросительной воды на системе характеризуют следующие основные коэффициенты: коэффициент использования оросительной воды на поле ($\eta_{\text{п}}$); коэффициент полезного использования оросительной воды в хозяйстве ($\eta_{\text{ох}}$); коэффициент водообеспеченности культуры ($\eta_{\text{вк}}$) и общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе КПИВс ($\eta_{\text{о}}$).

Для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур необходимо, чтобы коэффициент водообеспеченности культуры был равен единице, т. е. суммарное расчетное водопотребление культур равно объему воды, подаваемой растениям. Коэффициент использования воды на полях на открытых оросительных системах должен быть не менее 0,90; на закрытых — 0,95. Общий коэффициент полезного использования оросительной воды на системе стремится к единице. В этом случае данная система будет технически совершенной и ее КПД равен единице, т. е. исключатся все потери оросительной воды от места водозабора до орошаемых площадей.

Выполнение плана полива сельскохозяйственных культур представляет отношение фактически политой площади к плановой в процентах за определенный промежуток времени (например, декаду).

Аналогично выражается выполнение плана по гектарополивам.

Организация орошения по плану

Качество поливов сельскохозяйственных культур в установленные сроки и необходимыми нормами зависит от своевременной подготовки полей к поливу и четкой организации труда работников.

Использование оросительной воды зависит от правильной организации водоучета в хозяйстве. Необходимо оборудовать точки выдела воды в хозяйствах водоизмерительной аппаратурой — расходомерами или стокомерами, а также посты для учета сбросной воды из оросительных каналов.

Распределением оросительной воды в хозяйстве руководит главный инженер-гидротехник, а в отделениях — гидротехники. Они отвечают за правильное использование

оросительной воды на полях. Не предусмотренные планом сбросы воды не допускаются.

За качество, своевременность, сроки и нормы поливов ответственность в хозяйстве в целом, а также в отделениях и бригадах несут агрономы совместно с руководителями соответствующих подразделений.

Использование оросительной воды контролирует управление системы, которое сверяет объемы отпущенной хозяйствам воды с политыми площадями. Кроме того, специалисты управления систематически объезжают орошаемые поля и проверяют правильность применения техники полива, состояние оросительной сети и сооружений на них, выполнение внутрихозяйственного плана водопользования и использования оросительной воды.

В управлении эксплуатации анализируют также отчетные материалы хозяйств по поливам.

В хозяйствах в период поливов обязательно ежедневно замеряют политые площади.

К началу полива должны быть отремонтированы каналы, гидротехнические сооружения, подготовлены дождевальные машины, агрегаты, необходимый поливной инвентарь. Необходимо провести подготовительные работы по планировке орошаемых площадей, нарезке мелкой поливной сети при поверхностных способах полива.

Большое значение имеет наличие в необходимом количестве в отделениях и бригадах механизмов для обработки почвы, а также достаточного количества кадров поливальщиков и машинистов дождевальных машин.

На орошаемых землях в основном применяют поверхностный способ полива и дождевание. При поливах поверхностным способом очень важна правильная организация труда. За каждым поливальщиком должна быть закреплена определенная площадь. Кроме того, в отделении совхоза или колхоза, исходя из графика на текущую декаду, организуют специализированную бригаду, работающую в две смены.

Производительность труда поливальщика при поверхностных способах полива во многом зависит от обеспеченности специальным инвентарем, а также устройствами и приспособлениями, равномерно распределяющими воду в мелкую поливную сеть. В этом случае поливальщик может управлять током воды до 250 л/с и его производительность составит до 5 га в смену.

При распределении оросительной воды применяют армированные оголовки поливных борозд; сифоны и поливные трубки; полив из односторонних вспомогательных и односторонних выводных борозд; быстроразборные металлические трубопроводы с насадками повышенного сопротивления и гибкие поливные трубопроводы.

Сифоны просты по конструкции и надежны в работе. Они могут быть изготовлены в мастерских колхозов и совхозов из металла, а также можно использовать резиновые трубки. Сифоны применяют диаметром 20—60 мм, общая длина 1,2—1,3 м. Сеть необходимо нарезать очень хорошо и уклоны не должны превышать 0,001.

Для равномерной подачи воды как из временного оросителя, так и двусторонней выводной борозды применяют поливные трубки диаметром 30—60 мм и длиной до 60—70 см. Трубки вставляют в борт оросителя и выводной борозды. Применяют на участках с большими уклонами, где требуются частые поливы сельскохозяйственных культур.

Полив из вспомогательной односторонней выводной борозды позволяет значительно механизировать и повысить производительность труда на поливе. При этом необходима наиболее тщательная планировка орошаемых площадей. Кроме того, их можно нарезать как на участках с уклонами 0,001, так и на безуклонных.

В предгорных районах, на просадочных грунтах и на участках с большими уклонами рекомендуются поливы из быстроразборных поливных трубопроводов, выполненных из металла. Для раздачи воды в поливные борозды в них монтируют насадки с расстоянием, равным ширине междурядий. Такие трубопроводы могут работать как из открытой оросительной сети при наличии необходимых уклонов, обеспечивающих нужный напор, так и из закрытой сети.

С помощью гибких поливных трубопроводов орошают в основном из открытой оросительной сети при наличии командования горизонта воды в подводящем канале на 70—80 см выше средней отметки орошаемого участка.

В зависимости от характера распределения воды различают поливы по бороздам, бороздам-щелям, напуском по полосам, затоплением по чекам и ярусам. Они рекомендуются при глубоком стоянии грунтовых вод и уклонах орошаемых участков не более 0,03.

Бороздковые поливы, в свою очередь, могут осущест-

вляться по проточным бороздам, тупым (затопляемым) бороздам, бороздам-щелям, бороздам с террасками.

Наиболее прогрессивный способ — полив по проточным бороздам, который позволяет механизировать процесс полива с дальнейшей его автоматизацией. Применяется для полива пропашных культур, а также для влагозарядковых и предпосевных поливов. Особенно эффективен на хорошо спланированных площадях с уклонами от 0,002 до 0,01.

Для основных районов орошения Северного Кавказа целесообразно использовать данные, приведенные в таблице 5. Если уклоны поливных участков менее 0,002, длину борозд принимают от 70 до 150 м.

Таблица 5

ДЛИНА ПОЛИВНЫХ БОРОЗД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ПОЧВ И УКЛОНА УЧАСТКА
(ДАННЫЕ ЮЖНИИГиМа)

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

На плохо спланированных участках длина поливных борозд меньше рекомендуемых в два-три раза.

Полив по тупым (затопляемым) бороздам применяют при влагозарядковых поливах и орошении широкорядных овощных культур. Уклон поливных участков может быть от 0,002 до 0,015.

Полив по тупым бороздам целесообразен на грунтах со слабой водопроницаемостью. Размер затопляемых бо-

розд: глубина 20—25 см; ширина по верху 50—60 см; длина 30—80 м на средних по спланированности площадях, а при хорошей планировке длина борозд может быть значительно больше.

Борозда должна наполняться таким образом, чтобы в голове глубина воды была не более $\frac{1}{3}$ ее полной глубины, а в конце — не более $\frac{3}{4}$. Прекращают подачу воды в борозды после прохождения расхода до $\frac{3}{4}$ ее длины.

Полив по бороздам-щелям рекомендует академик ВАСХНИЛ Б. А. Шумаков для вегетационных, влагозарядковых и предпахотных поливов, а также при промывке засоленных земель. Этот способ поверхностного полива эффективен на участках, допускающих большие поливные нормы и на почвах со слабой водопроницаемостью. Борозда-щель отличается от обычной борозды тем, что специально сконструированным для этих целей щелерезом в дне борозды нарезают щель шириной 3 см и глубиной до 15—17 см для более быстрого промачивания почвы и свободного преодоления неровностей дна борозды. Общая глубина борозды 35—40 см. Поэтому данный способ можно применять на песпланированных площадях.

Длину борозд-щелей принимают такой же, как и длину проточных борозд (табл. 6). Но расход, подаваемый в

Таблица 6

ДЛИНА БОРОЗД-ЩЕЛЕЙ И РАСХОД ВОДЫ В БОРОЗДУ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ПОЧВ И УКЛОНА УЧАСТКА

Средняя скорость впитывания воды в почву, дм/мин	Уклон полив- ного участка	Длина борозды- щели, м	Расход воды в борозду-щель, л/с
Менее 0,015	0,002—0,004	250—300	3,0—2,5
	0,004—0,007	300—350	2,5—2,0
	0,007—0,010	350—400	2,0—1,5
От 0,015 до 0,03	0,002—0,004	200—250	3,5—3,0
	0,004—0,007	250—300	3,0—2,5
	0,007—0,010	300—350	2,5—2,0
Свыше 0,03	0,002—0,004	120—200	4,0—3,5
	0,004—0,007	200—250	3,5—3,0
	0,007—0,010	250—300	3,0—2,0

борозду-щель, в два-три раза выше величины расхода в обычную борозду. Производительность труда поливальщика в этом случае увеличивается в полтора-два раза.

Полив затоплением — наиболее старый способ полива. Однако его с успехом применяют и сейчас, особенно на безуклющих участках или же с уклоном не более 0,001 при наличии коллекторно-дренажной сети. Поливают напуском воды на отдельные делянки (чеки), образованные путем устройства поперечных и продольных валиков.

Его применяют при выращивании риса и некоторых сопутствующих культур в рисовом севообороте, промывке засоленных земель, а также лиманном орошении.

С увеличением размера чека среднее значение расхода воды, подаваемой на чек, увеличивается. При площади чека 1 га средний расход составляет 70—90 л/с, а при площади 10 га соответственно 700—900 л/с.

Влагозарядковые поливы проводят для создания необходимого запаса влаги в корнеобитаемом слое почвы до посева сельскохозяйственных культур. Проводятся они значительно большими нормами, чем вегетационные и в основном в холодное время года. Это обуславливает прежде всего необходимость их максимальной механизации.

Влагозарядковые поливы в основном распространены на орошаемых землях Северного Кавказа. Вегетационные поливы на фоне влагозарядки дают высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

Влагозарядковые поливы эффективны при глубоком залегании грунтовых вод, а также на грунтах с большой влагоемкостью. Они проводятся в различные периоды по бороздам, бороздам-щелям, полосам, чекам и дождеванием.

Наиболее распространенным способом влагозарядки является полив по бороздам и бороздам-щелям. Полив по полосам позволяет сосредоточивать большие поливные голки на одного поливальщика и, таким образом, отличается высокой производительностью. Необходимо отметить способ полива с помощью бульдозера, разработанный сотрудниками Кабардино-Балкарской опытной станции, а также внедряемый способ полива по широким и длинным полосам с механическим подъемом воды мощными установками из оросительных каналов.

Иногда, при близком залегании грунтовых вод и не совсем благоприятных почвенных условиях, влагозарядку осуществляют дождеванием.

Дождевание имеет преимущества перед поверхностными способами полива. Оно применяется на участках с высоким стоянием грунтовых вод и особенно высокой их минерализацией, на просадочных и сильно проницаемых грунтах, а также на участках с малыми уклонами.

Дождевание осуществляют специальными установками позиционного действия и самоходными с разбрызгивателями.

Наиболее распространены дождевальные машины с короткоструйными насадками и дальнеструйные машины ДДН-70; ДДП-70; УДС-50; КДТ-25; ДДА-100М; ДДА-100МА, а также дождевальные установки «Фрегат» и «Волжанка».

Дальнеструйные дождевальные машины ДДН-70, ДДП-70 и ДДН-45 используют для полива на участках с большими уклонами на легких и средних почвах. Дождевальная позиционная установка ДДП-70 имеет автоматическую защиту, позволяющую эксплуатировать машину без постоянного обслуживающего персонала.

Короткоструйные дождевальные машины ДДА-100М и ДДА-100МА работают с забором воды из временных оросителей при оптимальных уклонах орошаемых площадей от 0,0005 до 0,001. На оросительных системах в Ростовской области имеется большой опыт использования этих машин. Производительность ДДА-100М зависит от величины поливной нормы, числа проходов и коэффициента использования машины за смену.

Модернизированный вариант этой машины ДДА-100МА имеет производительность на 33,3% больше.

«Фрегат» — это колесный многоопорный трубопровод со среднеструйными разбрызгивателями, поливающий по кругу. Применяют на различных по водопроницаемости почвах и для низкостебельных и высокостебельных культур.

Максимальная площадь орошения с одной позиции составляет 72,6 га при длине установки 459,8 м; минимальная — 16,2 га при соответствующей длине 197,2 м.

Дождевальная машина «Волжанка» (ДКШ-64) позиционного действия служит для полива низкостебельных культур (зерновых, овощных, лугов и пастбищ). Применение ее связано с необходимостью тщательной планировки орошаемых участков с уклонами до 0,02. Состоит она из двух дождевальных крыльев с шириной захвата до 800 м.

Эксплуатация оросительных систем

Каждая оросительная система к началу поливного периода должна быть тщательно подготовлена, что является залогом правильной ее эксплуатации. От соблюдения правил внутреннего распорядка в течение вегетационного периода, своевременного выполнения планов водопользования и водораспределения зависят показатели работы системы:

- урожайность сельскохозяйственных культур;
- значения КПД, КПИВс и КЗИ;
- мелиоративное состояние орошаемых земель;
- организация поливов.

Открытая оросительная система имеет свои специфические условия работы отдельных каналов, сооружений, требующих повседневного и тщательного ухода.

Так, например, на режим работы открытых оросительных каналов влияет скорость воды в нем, шероховатость русла, уклона, расхода и может подвергаться значительным изменениям в течение вегетационного периода.

На оросительной системе ведут строгий систематический контроль по каждому оросительному каналу за режимом работы и изучают все факторы, влияющие на него.

Некоторые оросительные, чаще всего внутрихозяйственные каналы, как правило, работают на малых скоростях, граничащих с предельной незаиляющей скоростью. За такими каналами необходимо установить особое наблюдение и обеспечивать нормальный режим их работы.

Чтобы предотвратить заиление каналов, собирают данные по режиму наносов в источнике орошения, изучают характеристику этих наносов и их дислокацию по каналам.

Отдельные каналы, особенно внутрихозяйственные, часто работают форсированными расходами. Не соблюдается превышение бермы над горизонтом воды при форсированном расходе, а поэтому происходят большие потери воды на фильтрацию за счет увеличения смоченного периметра, смыв верхних разрыхленных слоев грунта в канале, наблюдаются явления эрозии, нарушается режим работы канала. Отсюда вытекает, что скорость воды в каналах должна быть также и неразмывающей, даже при форсированных расходах воды по каналам.

На некоторых участках каналов, проходящих в земляных руслах, размываются откосы при недостаточных радиусах закруглений. На таких слабых участках необходимо немедленно укрепить мокрый откос на закруглениях сборными железобетонными плитами или применять другие технические решения.

Эксплуатация головных водозаборов, насосных станций и линейных сооружений

Головным участком системы называется комплекс гидротехнических сооружений у места водозабора со всеми подсобными сооружениями:

отрезок реки, непосредственно прилегающий к голове системы и с полосой отчуждения;

все сооружения, регулирующие поступление воды в магистральный канал;

сооружения, предотвращающие поступление наносов в магистральный канал;

участок магистрального канала до главного гидрометрического поста системы;

головной регулятор и другие сооружения на головном участке магистрального канала;

вспомогательные устройства — связь, служебные и жилые здания, мастерские, 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 академика И. А. Шарова:

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

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

Для оросительных систем со слабо закрепленными и сильно разливаемыми берегами длину русловой части можно принимать не менее $20a$, где a — устойчивая меженная ширина реки. Длину верхнего участка можно выбирать из расчета технико-хозяйственной необходимости.

Длину низового участка определяют из условий полного отвода потока и сохранения русла реки в хорошем состоянии, размещения регулирующих, выправительных и других сооружений. Эта величина составляет не менее 200 м, и ее назначают в зависимости от вида водозабора. При бесплотинном водозаборе она меньше, при плотинном — значительно больше.

На главном гидрометрическом посту системы независимо от водомерного устройства устанавливают две рейки с отметками рабочих и предельно допустимых горизонтов воды в канале.

Перед пуском воды в магистральный канал в начале вегетационного периода необходимо:

отремонтировать и установить измерительные приборы и гидрометрические створы;

проверить исправность всех гидротехнических сооружений, подъемных механизмов, сигнальных устройств;

проконтролировать материально-техническую обеспеченность систем.

Эксплуатацию головного участка ведут строго по инструкции, которая в зависимости от типа водозабора содержит полные указания по регулировочным работам, поддержанию необходимых горизонтов воды и подачи ее в магистральный канал, эксплуатации отстойников, пропуску паводков.

На головном участке, как правило, хранят документацию, включающую чертежи, профили, кривые зависимостей расходов от горизонтов воды, журналы геодезических знаков и ремонтно-строительных работ.

Наибольшее внимание при эксплуатации головных водозаборных сооружений уделяют рыбозаградительным устройствам.

При механическом водозаборе воду в магистральный канал подают стационарными насосными станциями и плавучими, рассчитанными на небольшие расходы.

В эксплуатации насосных станций выделяют два основных периода: подготовительный и рабочий.

В подготовительный период берега каналов, где используют плавучие насосные станции, защищают от повреждения при пропуске паводка. Лучше всего по окончании вегетационного периода такую станцию поставить в тихую бухту — заводь, где ей не может угрожать ледоход.

Вокруг водоприемников или оголовка самотечных труб, водозаборных колодцев, плавучих насосных станций до наступления паводка систематически окалывают лед. Производится техническое обслуживание насосного оборудования, понтонов, тросов, приборов, сооружений на головном участке.

В рабочий период режим работы насосной станции в целом осуществляют с учетом графика забора воды по декадам каждого месяца согласно общему плану забора и распределения воды по системе, технической характеристике насосных агрегатов и плану ремонта двигателей, насосов и другого оборудования.

Большую работу проводят по очистке подводящего канала, насосной станции, водоприемника, сороудерживающей решетки, особенно в период паводка на реке.

Эксплуатация насосной станции тесно увязана с работой линии электропередачи, графиком работы резервных насосов, автоматизацией управления, работой ремонтных мастерских и складского хозяйства.

На насосной станции имеются журналы осмотров и ремонта оборудования.

Важное значение уделяют вопросам правильной эксплуатации линейных сооружений, которые до начала пуска воды в систему должны быть отремонтированы, приведены в рабочее состояние и приняты в эксплуатацию контрольно-эксплуатационной комиссией. Особо тщательному осмотру и ремонту подвергают технически сложные в эксплуатации сооружения на межхозяйственной сети: дюкеры, акведуки, перепады, быстротоки, трубы.

Все распределительные узлы на каналах и точки выдела воды в хозяйства оборудуют водомерными устройствами.

Первые дни начала работы оросительной системы требуют максимальных усилий службы эксплуатации по предохранению и расчистке отверстий гидросооружений, трубчатых переездов водосбросов от плывущего по воде мусора. Эти работы в начальный период на непрерывно действующих каналах проводят круглосуточно.

К началу пуска оросительной системы требуется закончить работы по очистке и уходу за оросительными каналами, гидротехническими сооружениями и подъемными механизмами.

Содержание и уход за каналами и гидротехни- ческими сооружениями

Работы по содержанию и уходу за каналами и гидротехническими сооружениями делятся на три этапа: подготовка к поливам; содержание и уход в поливной период; осенне-зимнее содержание.

Содержание открытых оросительных каналов чистыми от растительности, наносов и заиления — одна из важнейших и первоочередных задач службы эксплуатации систем.

Заросшие сорной растительностью каналы резко снижают пропускную способность и увеличивают фильтрацию, а следовательно, значительно ухудшают мелиоративное состояние орошаемых земель, понижают КПД системы. Периодичность очистки каналов, как правило, колеблется от года до трех-четырех лет в зависимости от мутности воды, типа водозабора и способов борьбы с наносами в головной части магистрального канала. С каждым годом объем механизированной очистки каналов от заиления увеличивается. Так, например, объем очистки каналов от заиления механизированным способом на системах Северного Кавказа составлял: 1940 г. — 8%; 1950 г. — 23; 1960 — 81 и в 1970 г. — 88%. Объем ручной очистки приходится в основном на оросительные системы Дагестана, где имеются еще каналы не инженерного профиля, которые очищаются только ручным способом.

Для механизированной очистки систем рекомендуют следующие машины: при глубине каналов от 1,5—2 м — каналоочистители Д-490, Д-908; многоковшовый экскаватор ЭМ-152Б; экскаваторы одноковшовые — Э-304В,

Э-352А, Э-304Б; каналоокашивающая машина КМ-1 конструкции ЮжНИИГиМ; экскаваторы Э-152, Э-202; при глубине каналов 2—3 м — экскаваторы Э-652Б, Э-5015, ЭМ-202, каналоочиститель Д-490 и др. При очистке крупных магистральных каналов можно использовать землесосы: ЭРС-1, 4ПЗУ, ДЭР-250, имеющие высокую производительность.

От сорной растительности каналы очищают тремя способами: механическим, химическим и биологическим.

Наиболее прогрессивным и экономически выгодным является механический способ.

Ряд механизмов, применяемых для очистки каналов от заиления, например Д-490, ЭМ-152, ЭМ-152Б, ЭМ-202, одновременно используют и на очистке каналов от растительности. Каналы очищают от заиления один, а на рисоводческих полях и два раза в год, совмещая с очисткой от растительности.

Борьбу с растительностью механическим способом проводят машинами с пассивными и активными рабочими органами.

К пассивным рабочим органам относятся: рамные резаки, цепные волокуши, ножи, плужные канавокопатели и другие орудия. Активные рабочие органы машин по характеру рабочего процесса разделяются на группу: циклического и непрерывного действия.

Экскаваторы со сменными рабочими органами — это машины циклического действия. Они имеют низкую производительность, при очистке некоторые из них нарушают профиль канала, не везде проходимы, особенно на внутрихозяйственных каналах с узкой дамбой.

Машины непрерывного действия имеют разную конструкцию рабочих органов: цепные, шнековые, скребковые, многоковшовые, фрезерные, роторные и косилки с прямолинейными пожам, с дисковыми рабочими органами, плавающие.

Основные их недостатки:

у многоковшовых экскаваторов малая производительность, недостаточная маневренность на каналах со значительным количеством гидротехнических сооружений;

машины со шнековыми рабочими органами плохо работают при влажных грунтах или в каналах с водой, при сильно заросших каналах требуется несколько проходов по одному месту;

у косилок с прямолинейными ножами обратнопоступательного движения ограниченная ширина захвата, невысокая производительность, при скашивании растительности на откосах и бровках каналов остается высокая стерня.

Приведем краткую характеристику наиболее распространенных машин по уходу за каналами.

Каналоочиститель КОБ-1,5 предназначен для очистки каналов от наносов и растительности на глубине до 1,5 м.

Машина для скашивания и удаления растительности МСР-1,2 работает в каналах глубиной до 1,5 м. Может скашивать и кустарник, кроме камыша и тростника диаметром до 15 мм. Рабочий орган выполнен в виде режущего диска, на периферии которого крепятся ножи от косилки.

Канавоочистительные навесные машины Д-490 и Д-490М рекомендуются для очистки каналов глубиной не более 1,5 м. Навешиваются на трактор ДТ-55. Машины имеют два сменных рабочих органа: скребковый и роторный. Очищают каналы одновременно от растительности и наносов.

Многоковшовые на гусеничном ходу экскаваторы ЭМ-152, ЭМ-152Б, ЭМ-202 служат для очистки каналов от заиления и растительности глубиной до 1,5—2 м, с заложением откосов 1:1, 1:1,5.

Каналоочистительную машину КМ-1 (навесная) конструкции ЮжНИИГиМа используют для очистки каналов от сорной растительности. По всем параметрам отличается от машин такого типа. С помощью роторного рабочего органа, установленного на телескопической стреле, а также при наличии шарнирного соединения между рабочим органом и телескопической стрелой машина может больше маневрировать своим рабочим органом во время очистки и окашивания каналов.

Такая установка рабочего органа на машине позволяет окашивать дамбу, откосы и дно каналов глубиной до 1,5 м и с заложением откосов от 1:1 до 1:1,5, а также профилировать их. При окашивании и профилировке откосов каналов 85 % скошенной растительности и срезанного грунта выбрасывается на дамбу канала. Значительно повышается качество работ при очистке и окашивании сухих каналов. Это позволяет увеличить производительность тру-

да при окашивании каналов в 6—7 раз и в 12—15 раз при профилировке откосов.

Рабочий орган машины — диск переменного диаметра с ножевыми сегментами, навешивается спереди гусеничного трактора класса 3 т.

Каналоокашивающая машина КМ-1 (рис. 1) скашивает растительность как в незаполненных каналах, так и с водой. В рабочее и транспортное положение машину переводят гидравлической системой трактора.

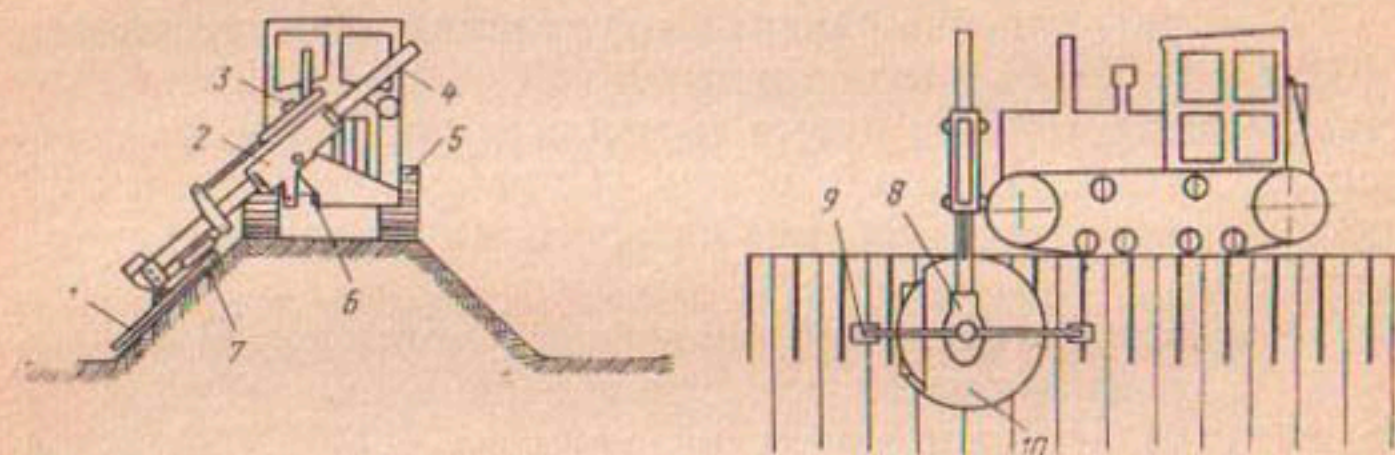


Рис. 1. Каналоочистительная машина КМ-1 (конструкции ЮжНИИГим) при работе в сухом канале:

1 — фреза; 2 — направляющий брус; 3 — удлинительный цилиндр; 4 — выдвижная балка; 5 — рама опорная; 6 — шарнир; 7 — поворотный гидроцилиндр; 8 — гидромотор; 9 — опорная лыжа; 10 — защитный кожух

Каналоокашивающая косилка КОК-5,8 конструкции ЮжНИИГим с дисковыми рабочими органами окашивает откосы и дамбы канала глубиной до 1,5—2 м. Навешивается на трактор МТЗ-5.

Сопоставляя эксплуатационные данные различных машин по уходу за каналами, можно видеть, что основными препятствиями, сдерживающими их широкое применение в производственных условиях, являются большая разнотипность каналов, заболоченность резервов и связанная с этим сложность работ по очистке.

Для устранения этих недостатков необходимо совершенствовать и создавать новые машины, предусматривать вдоль каналов хорошие подъездные пути, строить въезды, проектировать и строить каналы с шириной дамб, доступной для прохода машин и механизмов. Все это позволит значительно сократить количество типоразмеров машин и сделает их более производительными.

Несмотря на имеющиеся недостатки в существующих каналоочистительных машинах и механизмах, механиче-

Основная техническая характеристика КМ-1

Производительность, пог. м/ч:	
при окашивании	2500
при профилировании и окашивании	130
Минимальный и максимальный диаметр диска по концам сегментов, мм	800—1200
Число оборотов диска в минуту	350—500
Рабочая скорость машины, км/ч	1,63—2,85
Гидросистема рабочего органа:	
тип насоса	шестеренчатый НШ-46
количество	1
Гидромотор	аксиально плунжерный НПА-64
Масса, т:	
навесного оборудования	0,3
с навесным оборудованием	6,17

ский способ резко сокращает трудоемкие процессы по уходу за оросительной сетью, позволяет очищать каналы в любое время года.

В борьбе с растительностью на каналах широко применяют также химические способы. Химическая промышленность выпускает гербициды сплошного и избирательно-го действия.

Наиболее эффективны из них следующие:

натриевая соль 2,4-Д — гербицид избирательного действия, уничтожающий в основном двупольную растительность. Порошок серо-розового цвета с сильным устойчивым запахом карболовой кислоты, содержащий от 70 до 80 % действующего вещества. Попадая на растения, проникает в ткани и нарушает жизнедеятельность организма. Вносят дозой 3—7 кг на 1 га;

симазин — белый, слабо растворяющийся в воде порошок, содержащий 50 % действующего вещества. Поражает однолетние и многолетние сорняки. В растение проникает в основном через корни. Вносят дозой 30—35 кг на 1 га;

атразин — белый порошок, содержит 50 % действующего вещества. В отличие от симазина поглощается не только корневой системой растений, но и листовой поверхностью. Вносят дозой 30—35 кг на 1 га;

фенурон — порошок или гранулы. Употребляют для уничтожения глубокоукореняющихся многолетних сорня-

ков. Имеет хорошую растворимость в воде. Вносят дозой 25—30 кг на 1 га;

монурон — белое кристаллическое вещество, растворяющееся в воде, содержит 80% действующего вещества, имеет температуру плавления 170°C. Гербицид сплошного действия для уничтожения однолетних и многолетних сорняков. Вносят дозой 30—40 кг на 1 га;

далапон — хорошо растворяющийся в воде белый порошок, содержит 85% действующего вещества. Является в основном противозлаковым гербицидом сплошного действия. Вносят дозой 25—35 кг на 1 га;

сульфат меди применяют для уничтожения погруженной в воду и плавающей водной растительности. Порошок опускают в воду в мешках небольшими дозами с таким расчетом, чтобы концентрация раствора в воде составляла 0,0001%;

паракват ДИ (мемсульфат) — хорошо растворяющаяся в воде темно-коричневая жидкость, очень эффективно поглощается растениями. Особенно быстро действует на наземные части злаковой растительности. Вносят дозой 2,5—3 кг на 1 га;

дикват — темно-бурая, хорошо растворяющаяся в воде жидкость. Быстро действует, особенно на двудольные растения, но обладает незначительной способностью передвигаться внутри растений. Вносят дозой 2,5—3 кг на 1 га.

Паракват и дикват разъедают сталь, жёсть, оцинкованное железо, поэтому вносить их можно опрыскивателем из меди, алюминия, полиэтилена;

хлор ИФК (изоприл карбонат) — темно-коричневая жидкость, содержащая до 50% действующего вещества и 50% поверхностно-активного вещества. Применяют для борьбы со злаковыми сорняками. Вносят 4—10 кг на 1 га;

трихлорацетат натрия (натриевая соль трихлоруксусной кислоты) — желтый порошок, содержащий 85% действующего вещества, гербицид внутреннего системного действия, уничтожает злаковые сорняки (пырей, куриное просо и т. д.).

В качестве гербицида сплошного действия могут служить и различные минеральные масла, смолы, дегти, которые содержат ядовитые ароматические соединения и легкие ядовитые вещества, губительно действующие на массу растений.

Опрыскивать растения гербицидами следует ранней

весной при массовом ее появлении на каналах. Гранулированные гербициды рекомендуется вносить осенью или ранней весной, до появления растений, за две недели до наполнения каналов водой.

Повторно опрыскивать необходимо по мере отрастания растительности, но с таким расчетом, чтобы не допустить их цветения и осеменения.

Лучшие результаты на опрыскивании зеленой массы растений получают при температуре окружающего воздуха 16—18°C и выше.

Не следует опрыскивать растения перед выпадением осадков, так как дождь снижает эффективность гербицидов. Осадки, выпавшие через 6—7 ч после опрыскивания, не снижают действия препарата.

По мере снижения зарастания каналов сорняками (после первого опрыскивания) последующую обработку гербицидами проводят дозами, уменьшенными в два-три раза против первоначальных.

Для опрыскивания крупных магистральных каналов, дамбы которых могут служить для проезда трактора или автомашины, используют опрыскиватели ОНК-100, ОНК-12 и АНЖ-2.

Для межхозяйственных и участковых каналов лучше применять опрыскиватели ОК-5А, ОНТ и ранцевые ОРП и ОРД.

В условиях мелких каналов с плохими подъездами наиболее удобен конно-моторный опрыскиватель ОКМ-А, у которого длинные шланги и хорошие распылители раствора.

Для борьбы с растительностью на оросительных каналах используют также биологический способ. Он заключается в основном в затенении каналов древесной растительностью, обсеиве каналов культурными травами и разведении рыб.

В условиях Северного Кавказа на каналах растет сухолюбивая степная светолюбивая растительность, которая не выносит затенения и погибает. Как показали специальные наблюдения в разное время на Сунженской, Мало-Кабардинской и Дагестанской опытно-мелиоративных станциях, на каналах, обсаженных деревьями, крона которых препятствует проникновению солнечных лучей, сорная растительность на затененных участках погибает от 70 до 95 %.

Деревья, как правило, сажают с солнечной стороны канала, чтобы тень от деревьев покрывала его полностью. Если каналы большие, то обсаживают с двух сторон с таким расчетом, чтобы обеспечить проезд канало-очистительных машин по дамбам.

Породы деревьев для обсадки подбирают исходя из местных климатических условий по рекомендациям лесомелиоративных научных учреждений. Для условий Северного Кавказа лучшими древесными затеняющими породами считают пирамидальный или туркестанский тополь, плакучую иву.

Умело используя способность одних растений подавлять другие, можно заставить развиваться необходимые растения в нужном направлении, тогда наиболее желательные из них займут доминирующее положение на каналах, вытеснив собой нежелательные — сорняки. Так, травостой пырея гребенчатого подавляет молочай лозный, вьюнок полевой и другие сорняки. Для залужения новых сбросных и оросительных каналов используют способ создания плотного дернового покрова путем обсева их такими травами, как костер безостый, райграс пастбищный, житняк, тимофеевка, люцерна.

Для обсева оросительных каналов разработана тракторная сеялка СТК-3 (рис. 2).

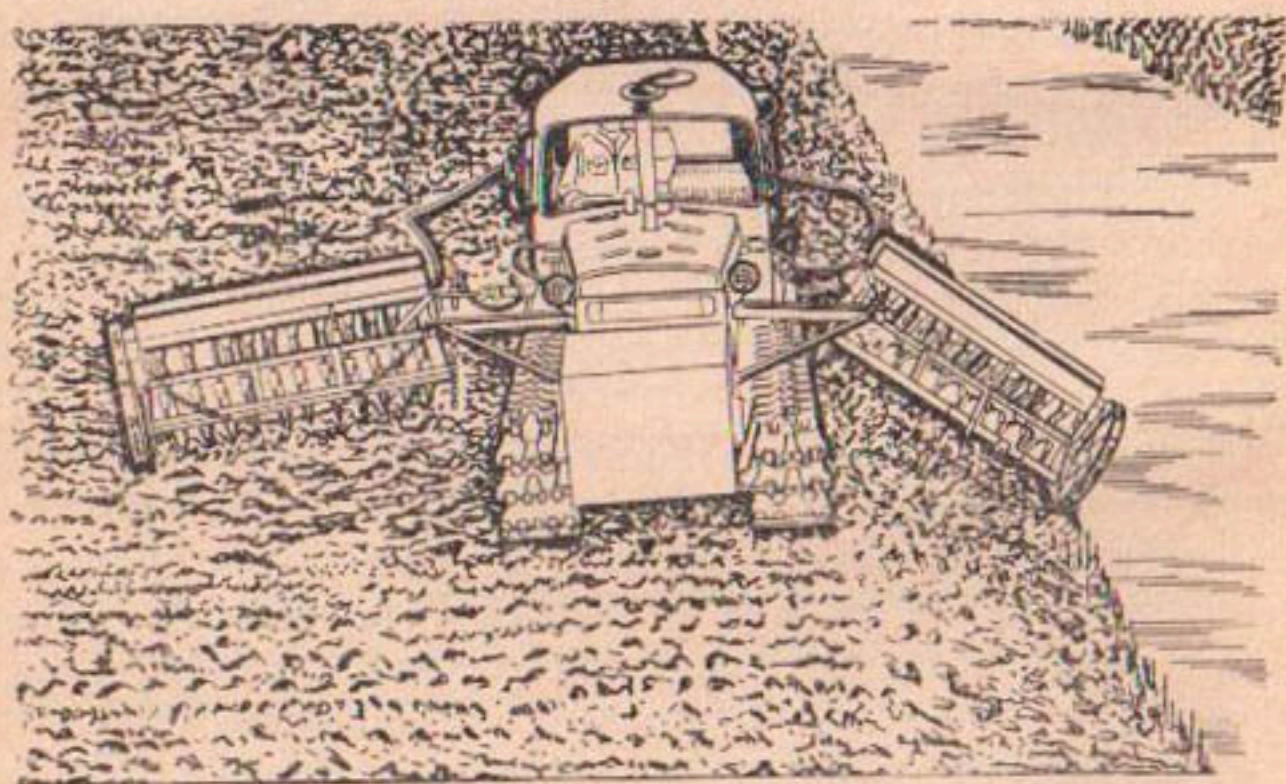


Рис. 2. Тракторная сеялка СТК-3 для обсева оросительных каналов конструкции ЮжНИИГиМ

Откосы и бровки каналов лучше обсеивать весной или поздней осенью.

В борьбе с растительностью на водоемах хорошими помощниками могут быть некоторые породы рыб, например, белый амур и толстолобик, поедающие большое количество водной растительности.

Они хорошо переносят зиму в водоемах средней полосы и являются чистильщиками оросительных каналов от растительности.

Попадание наносов в оросительные каналы вызывает их заиливание, увеличивает шероховатость, уменьшает пропускную способность, а следовательно, препятствует поступлению нужного объема воды для своевременного полива.

При бесплотинном водозаборе остро стоит вопрос о борьбе с наносами на оросительных каналах, питающихся особенно водами горных рек. Они приносят большое количество взвешенных и влекомых наносов. Например, Амударья выносит в год 14—80 м³/га взвешенных наносов, Сырдарья — 12—26, Мургаб — 18—20, Кура — 10—23, Терек — 12—20, Кубань — 14—22 м³/га.

Крупные наносы оседают на первых километрах магистрального канала, более мелкие проходят в межхозяйственную и внутрихозяйственную сеть и наиболее мелкие доходят до орошаемых полей.

Необходимо вести борьбу с крупными, средними и мелкими наносами. Илстые наносы с диаметром частиц 0,005—0,001 мм и меньше ценны как удобрения, поэтому их целесообразно транспортировать по каналам системы во взвешенном состоянии на орошаемые поля.

Поступление наносов в каналы оросительной системы при бесплотинном водозаборе уменьшают путем устройства различных сооружений: пороги, шпоры, разделные стенки. Наиболее надежны отстойники. По способу удаления из них осевших наносов они разделяются 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 водоисточнике, конструкции и размеров отстойника.

Отстойники устраивают не только на магистральном канале, но и на его ветвях и распределителях — внутри-системные. Они применяются тогда, 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 с определенным процентом наносов до отстойников.

Конструкции отстойников с периодической промывкой состоят из: 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 воды в камере.

Запас над горизонтом воды в отстойнике принимают таким, как и в канале, на котором строят отстойник.

При заборе воды из реки головным регулятором, не имеющим специальных устройств для борьбы с наносами, поступление их в систему можно уменьшить, забирая воду из верхних слоев потока, не допуская поступления воды в канал из-под щита или перекрыв нижнюю часть шандорами. Можно использовать также несколько водозаборных оголовков.

С ростом орошаемых площадей объем вынутого наилка-грунта из каналов увеличивается, но не пропорционально количеству забираемой воды из водоемисточника, а в полтора раза больше.

При содержании и уходе за каналами и гидротехническими сооружениями в осенне-зимний период необходимо провести ряд подготовительных мероприятий: очистить сооружения от ила, тщательно осмотреть гидротехнические сооружения из бетона. Обнаруженные трещины заделать цементным раствором и тщательно зажелезнить; из колодцев, дюкеров, трубчатых переездов, сбросов на сооружениях откачать воду.

Сооружения подготавливают к зиме при условии, если они в это время находятся на консервации.

При эксплуатации оросительно-обводнительных систем необходимо обращать особое внимание на борьбу с шугой и льдом.

Металлические части на сооружении необходимо по-

винты на подъемных щитах) смазать солидолом или ма-зутом.

Более мелкие гидротехнические сооружения, как водовыпуски во временные оросители, водовыпуски в чеки из оросителей и из чека в сбросные каналы на рисовых системах, также должны быть тщательно подготовлены к следующему сезону.

Все гидротехнические сооружения, в том числе и водовыпуски во временные оросители и чеки, находящиеся под напором воды, но временно закрытые, должны быть герметичными.

Эксплуатация каналов-лотков

В последнее время при строительстве новых орошаемых участков, а также реконструкции существующей внутрихозяйственной оросительной сети появилось значительное количество каналов-лотков. Лотки применяют полукруглого, полуэллиптического, трапецеидального, прямоугольного и параболического поперечного сечений. Длина лотков — 6 и 8 м. На оросительных системах Северного Кавказа наиболее распространены лотки параболического и полукруглого профиля.

Лотки опираются на стоечные и реже на свайные опоры, которые, в свою очередь, делятся на низкие, средние и высокие. Свайные опоры рекомендуются на просадочных и слабопросадочных грунтах.

Нормальной работой лотковой сети считается та, при которой отсутствуют течи в стыках и лотках, переливы через борта, заиливание. КПД лоткового канала составляет 0,9—0,95.

Для содержания лотковой сети в нормальном техническом состоянии необходимо в оросительный сезон систематически наблюдать за ее состоянием, фиксировать утечки в стыках и просадки опор, появление трещин в лотках, расстройстве уплотнений. Все обнаруженные дефекты и повреждения следует устранять.

При эксплуатации нельзя допускать растворения в каналах-лотках различного вида удобрений, разрушающих бетон. Эксплуатировать каналы-лотки в зимних условиях при температуре — 5°C и ниже не рекомендуется.

Для подготовки каналов-лотков к зимней консервации и перед наступлением первых заморозков необходимо полностью опорожнить каналы-лотки, сбросить или откачать воду из колодцев сооружений, установить и закрепить 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 закрепить в закрытом состоянии.

В период снеготаяния периодически расчищать заторы, если такие имеются, чтобы обеспечить быстрое опорожнение лотков от талых вод.

По окончании поливов каналы-лотки обследуют, составляют план ремонта на невегетационный период. После ремонта, за две недели до начала полива, проводят пробный пропуск воды, выявляют готовность сети к работе, устраняют выявленные дефекты.

Для своевременного выполнения текущего и профилактического ремонта каналов-лотков в хозяйстве должен быть аварийный запас изделий и материалов, секций лотков и седел, элементов стоек и фундаментов, пороизола и других материалов для уплотнения стыков.

Эксплуатация обводнительно-оросительных систем

В задачу эксплуатации обводнительно-оросительных систем входит обеспечить водой не только всех потребителей на территории пастбищ, водопойных пунктов, но подать и распределить ее на участках лиманного и регулярного орошения кормовых культур в районах отгонно-пастбищного животноводства.

В зимний период воду подают в основном для обводнения и водоснабжения населенных пунктов, животноводческих комплексов, ферм, а иногда и местных промышленных предприятий.

Обводнительные системы эксплуатируют круглый год, поэтому эксплуатация их имеет определенную специфику, особенно в зимний период, когда возникает трудность в борьбе с шугой и ледовыми явлениями.

Шуга — это мелкие частицы донного льда, образующегося при переохлаждении воды и отсутствии ледяного покрова. Шуга отрывается от дна движущимся потоком воды, поднимается на поверхность и двигается в верхних слоях. На поворотах и отдельных участках канала шуга создает заторы, являющиеся причиной аварий на системах.

Лед и шуга могут полностью забить сооружения и каналы. Особенно часто происходят заторы в дюкерах, акведуках, перепадах и других гидротехнических сооружениях.

Заторы на каналах — одно из самых неприятных явлений, которые часто вызывают большие разрушения берм, сооружений и этим самым приносят большие убытки. Поэтому на системе разрабатывают планы специальных мероприятий по их ликвидации.

На обводнительно-оросительных системах устраивают регулирующие емкости воды в виде водохранилищ, прудов, отдельных крупных резервуаров на командных отметках для создания резерва воды сроком на полтора-три месяца. Из этих водоемов в период, когда систему останавливают, обеспечивают потребителей водой.

Эксплуатация закрытых и комбинированных систем

На Северном Кавказе, как правило, преобладают комбинированные оросительные системы. Внутрихозяйственные оросительные системы организованы на местном стоке с использованием для орошения местных водных ресурсов, а также забирающие воду для орошения из закрытых водоводов или открытых распределителей межхозяйственного значения. Такие системы могут быть закрытые и комбинированные. Эксплуатация закрытой оросительной сети в отличие от открытой имеет свои особенности и отличается содержанием отдельных конструктивных узлов. Сооружения на данных системах могут быть напорными и безнапорными.

Водозаборные узлы закрытых систем обеспечивают подачу воды в сеть трубопроводов самотечно-напорным или машинным способом.

Самотечно-напорные трубопроводы обычно забирают воду из открытых магистральных или распределительных

каналов, проходящих по командным точкам. Эта система особенно распространена в предгорных районах или в местностях, имеющих возвышенности.

Трубчатое самотечно-напорное водозаборное сооружение рекомендуется оборудовать только задвижкой «Лудло». В период эксплуатации, но не реже одного раза в месяц, если задвижка все время была открытой, необходимо закрыть и открыть задвижку, чтобы освободить ее от напоров и мусора.

Чтобы в закрытый трубопровод не попадали посторонние предметы, ставят ограждающие решетки, причем защитные устройства рекомендуется устраивать с двойными металлическими сетками, имеющими различные отверстия диаметром не более 1—1,5 см.

Решетки делают съёмными, чтобы очищать их от травы и мусора, при этом последние не должны попадать в трубопровод. Это в одинаковой степени относится и к водозаборам закрытых систем, которые обеспечивают подачу воды в сеть трубопроводов механизированным способом.

Арматура на закрытых системах состоит из:

трубчатых водозаборов, забирающих воду из открытых каналов в закрытую межхозяйственную или внутрихозяйственную сеть;

регулирующих сооружений (задвижек), которые ставят в головах всех трубопроводов и по длине полевых трубопроводов после каждого гидранта;

водомеров, устанавливаемых в головной части межхозяйственного и внутрихозяйственного водоводов;

гидрантов полевых трубопроводов для выпуска воды на поверхность.

Водоводы закрытых оросительных систем выполняют из асбестоцементных и полиэтиленовых труб, если напор не выше 6—8 атм, и стальных или чугунных — при напоре выше 8 атм.

Перевозка, погрузка и разгрузка должны производиться специально оборудованной машиной по хорошим дорогам, при плохой дороге скорость транспорта не должна превышать 30—35 км.

На закрытых системах в тех местах, где напор может превышать 6—7 атм, монтируют гасители напора.

В траншее трубы укладывают с большой осторожностью, предохраняя их от ударов и резких толчков.

При соблюдении вышеперечисленных требований закрытая оросительная сеть из асбестоцементных труб марки ВТ-9 может работать несколько сезонов без аварии при давлении 6—7 атм.

Полиэтиленовые трубы по сравнению с асбестоцементными не боятся ударов, их можно перевозить на большие расстояния любым транспортом. Стыки можно сваривать около траншеи и потом большими плетями укладывать на дно.

Но, к сожалению, еще не разработана правильная и высокопроизводительная технология сварки труб диаметром 200—300 мм, стыки которых выдерживали бы давление до 10—15 атм. При сварке труб существующими способами внутри трубы на стыке образуется шероховатость, отрицательно действующая на пропускную способность труб. Это один из основных недостатков, сдерживающих широкое внедрение в гидромелиоративное строительство полиэтиленовых или бумажно-пластмассовых труб.

Эксплуатация рисовых систем

В Советском Союзе большое внимание уделяют развитию рисосеяния. Под рисовыми севооборотами заняты большие площади орошаемых земель.

Валовые сборы риса по стране достигают значительных размеров. Наибольший процент орошаемых земель под рисом приходится на Краснодарский край (64,2) и Ростовскую область (17,8%). На Северном Кавказе рис возделывают на рисовых системах, расположенных в низовьях рек Дона, Маныча, Кубани, Терека и Сулака.

Эффективность возделывания риса зависит прежде всего от правильной эксплуатации рисовых систем.

По своей конструкции рисовые оросительные системы Северного Кавказа инженерного типа. Техническая схема этих систем включает: источник орошения; головной водозаборный узел, конструкция и компоновка которого зависят от выбранного способа подачи воды на орошаемый участок; оросительную и водоотводящую сеть каналов; водораспределительные узлы на магистральном канале и гидротехнические сооружения на сети; подсобные, вспомогательные и другие сооружения и конструкции,

способствующие высокому уровню эксплуатации рисовых оросительных систем.

Оросительные каналы подразделяются на проводящие, распределительные и регулирующие. Проводящие каналы — это магистральные крупные распределители, межхозяйственные и хозяйственные каналы, обеспечивающие подачу оросительной воды от источника орошения до рисовых полей.

По распределительным каналам распределяется оросительная вода внутри рисового массива для поддержания заданного водного режима рисового поля. Сюда относится картовый ороситель и внутрикартовая сеть.

Водоотводящая сеть включает сбросные и дренажные каналы всех порядков на системе, основная задача которых — своевременно отводить сбросные и дренажные воды.

Эксплуатация оросительной сети рисовой системы почти не отличается от эксплуатации обычных систем. Применяют те же способы и технические решения.

Особое значение для рисовых систем имеет рациональное использование оросительной воды. При планировании водопользования в хозяйствах необходимо учитывать прежде всего особенности возделывания риса. Методика составления и проведения внутрихозяйственных планов водопользования и системных планов водораспределения в основном аналогична методике нерисовых систем.

Назначение внутрихозяйственного плана водопользования для рисовых хозяйств, его роль в производственно-финансовой деятельности имеют важное значение.

Для составления внутрихозяйственного плана водопользования необходимы: план орошаемого участка в масштабе 1:10 000 или 1:2000 с нанесением всей гидротехнической обстановки массива орошения; почвенно-мелиоративная карта орошаемого участка с указанием глубины залегания грунтовых вод, их минерализации, почвенных разностей и величин засоления; дифференцированный режим орошения сельскохозяйственных культур; данные о техническом состоянии оросительной и водоотводящей сети, их пропускной способности, наличии водоизмерительных приборов и их работоспособности, мелиоративной техники и календарный план эксплуатационных мероприятий по реконструкции, ремонту и уходу за каналами, сооружениями и другой аппаратурой, имеющейся в хозяйстве.

Внутрихозяйственный план водопользования включает: ведомость размещения сельскохозяйственных культур с указанием плана полива, посева, забора воды и эксплуатационных мероприятий в хозяйстве.

После составления внутрихозяйственного плана водопользования он с краткой пояснительной запиской поступает на рассмотрение в соответствующее управление рисовой оросительной системы с последующим его утверждением райисполкомом.

При составлении плана забора воды в хозяйство необходимо согласовывать план посева риса с фактически возможной величиной затопления риса за сутки, увязывать режим орошения риса и поливы сопутствующих культур с периодами затопления риса.

При выполнении плана полива риса составляют график его посева и затопления, в котором ежедневная площадь посева равна среднесуточной площади затопления. Подача воды на рисовые поля должна соответствовать определенным периодам: 1 — первоначальное затопление; 2 — повторное затопление после обработки посевов риса гербицидами; 3 — поддержание и регулирование слоя воды; 4 — предуборочный сброс воды.

Наиболее напряженный период — это первоначальное затопление риса. В это время предусматривают работу всей оросительной сети на максимальных отметках на полную загрузку. Сеть должна работать круглосуточно. Не менее напряженный период повторного затопления риса — после обработки посевов. В период поддержания слоя оросительные каналы работают с нормальным расходом.

При составлении плана забора учитывают также объем воды и сроки ее подачи на сопутствующие культуры. Прежде всего обеспечивают плановые объемы воды для подачи на рис. В случае необходимости полива сопутствующих культур поливные и оросительные нормы можно значительно сокращать и сдвигать во времени.

Особое внимание уделяют плану составления эксплуатационных мероприятий в хозяйстве, выполнение которых способствует нормальной эксплуатации сети и в конечном итоге обеспечивает своевременную подачу воды на поля в необходимых объемах.

По окончании вегетационного периода гидротехник хозяйства обследует оросительную и водоотводящую сеть, сооружения на ней и другое оборудование, а также объ-

екты вспомогательной службы эксплуатации. Результатом этого осмотра являются дефектные ведомости, на основании которых и составляют общий план эксплуатационных работ в хозяйстве.

Внутрихозяйственные планы водопользования осуществляют по оперативным декадным графикам, которые составляет гидротехник хозяйства за два-три дня до начала очередной декады с учетом конкретных почвенных, гидрогеологических, организационных и технических особенностей хозяйства, а также метеорологических условий текущего года.

При проведении планов водопользования обеспечивают рациональное распределение и использование оросительной воды, не допуская лишних сбросов и технических потерь воды, поэтому необходим четкий водоучет на оросительных и водоотводящих каналах.

Положительную работу в этом плане провели сотрудники ЮжНИИГиМа совместно с работниками Управления Пролетарской рисовой оросительной системы в Ростовской области.

Для изучения распределения оросительной воды на выбранных севооборотах совхозов «Цимлянский» и имени 50-летия СССР организовали специальные водомерные посты. В головах хозяйственных и участковых каналов установили водомеры ДС-64М конструкции ЮжНИИГиМа, а на сбросах — водомерные посты с постоянной регистрацией горизонта воды самописцами их же конструкции.

На основе внутрихозяйственных планов водопользования составляют системные планы водораспределения.

Системный план водораспределения включает ведомость расчетных расходов (горизонтов) источника орошения и возможных расходов в голове системы, планы забора и распределения воды по системе.

Для составления системных планов водораспределения необходимы внутрихозяйственные планы водопользования, план и подробная схема рисовой системы в масштабе 1:25 000 и 1:50 000 с полной технической характеристикой всех ее сооружений и других составных частей, почвенно-мелиоративная карта с характеристикой уровня залегания грунтовых вод, их минерализацией и обязательно степенью засоления почв по каждому полю севооборота, дифференцированный режим орошения риса и сопутствующих культур.

Устанавливают водоносность источника орошения и тот расчетный расход или объем, который можно забрать для орошения. Если воду забирают из водохранилища, то устанавливают расчетные горизонты в водоисточнике, а затем по соответствующим эмпирическим зависимостям и расход.

План забора в рисовую систему начинают составлять с ведомости размещения, указывая план посева и полива риса и сопутствующих культур. Все данные берут в разрезе декад вегетационного периода.

Плановое распределение воды по рисовой системе осуществляют по диспетчерскому графику. При этом уделяют внимание корректировке плана.

Орошение на рисовых системах имеет свои особенности, прежде всего в характере работы оросительной и водоотводящей сети. При эксплуатации новых рисовых систем следует проводить правильную замочку каналов, а также не допускать работу их на форсированных горизонтах. В этот период очень важно обратить внимание на состояние картовой сети и валиков. Чеки необходимо заполнять постепенно, особенно если валики выполнены из засоленных земель. Быстрое нарастание горизонтов воды может растворить соли и, как следствие, разрушить валики и каналы.

При эксплуатации рисовой системы очень важно подробно изучать и наблюдать за всеми частями системы. Если рисовая система имеет незасоленные участки, то на них целесообразно создавать соответствующий режим работы сбросной сети. Подпоры в этом случае положительно влияют на уменьшение оросительной нормы и потерь воды на фильтрацию.

Поступление на систему объемов воды, не предусмотренных планом, не допускается. Так, например, на Пролетарской оросительной системе фактический водозабор за ряд лет не превышал планового (табл. 7). При этом величина водозабора в 1972 и 1973 гг. снижена по сравнению с предыдущими годами в среднем в полтора раза. Это объясняется их маловодностью и, следовательно, напряженным водным балансом по Ростовской области. Величина сбросных вод в этот же период составила в среднем около 42% от фактического водозабора. Поэтому на рисовых оросительных системах необходимо повторное использование сбросных вод, что позволит не только более

Таблица 7

ВОДОЗАБОР И ПОДАЧА ВОДЫ НА ОРОШЕНИЕ НА ПРОЛЕТАРСКОЙ
РИСОВОЙ СИСТЕМЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Год	Водозабор, млн. м ³			Подача воды на орошение, млн. м ³			Величина сброса	
	план	факт. подано	% к плану	план	факт.	% к плану	млн. м ³	% от факт водоза- бора
1970	719,1	628,6	87,3	419,3	478,0	114,5	267,2	42,7
1971	692,3	689,1	99,5	460,0	518,6	112,5	292,0	42,3
1972	466,8	467,3	100,1	380,1	377,8	99,5	206,1	43,8
1973	666,6	452,5	67,8	413,3	351,7	84,5	185,4	40,8

эффективно использовать оросительную воду, но и в целом повысить результативность планов водопользования.

В течение вегетационного периода требуется своевременно осуществлять мероприятия по уходу за оросительной сетью и сооружениями на ней. Для этого каждое хозяйство обеспечивают соответствующей мелиоративной техникой. Для текущего, капитального и аварийных ремонтов каналов, сооружений каждое хозяйство заключает договоры на работы со специализированными трестами.

Так, на Пролетарской рисовой системе каналы очищали собственными силами. План очистки на межхозяйственной сети перевыполнялся, а на внутрихозяйственной сети было незначительное недовыполнение. Объемы работ по межхозяйственной сети резко возросли в маловодные годы, когда сеть работала на пониженных горизонтах.

Перспективы развития рисосеяния на Северном Кавказе позволяют наметить и провести в жизнь целый комплекс технических решений, способствующих дальнейшему совершенствованию рисовых систем. Это, прежде всего, — широкое применение автоматизации и телемеханизации основных процессов на системе, а также современных электронно-вычислительных машин.

В настоящее время кафедра эксплуатации гидромелиоративных систем НИМИ и лаборатория вычислительной техники совместно с ЮжНИИГиМом разработали программы и алгоритмы для составления и проведения внутрихозяйственных планов водопользования на рисовых системах Северного Кавказа. Конкретные расчеты проведены

для Пролетарской рисовой системы Ростовской области и Гудермесской — в ЧИАССР. Эти расчеты показали эффективность применения разработанных программ для конкретных условий Северного Кавказа.

Эксплуатация систем на местном стоке

Развитие орошения за счет использования вод местного стока и местных водных источников имеет важное народнохозяйственное значение. Строительство орошаемых участков на местном стоке гораздо дешевле, чем крупных государственных ирригационных систем, так как нет необходимости строить сложные водозаборные сооружения, крупные магистральные каналы, коллекторно-дренажную сеть и целый ряд других дорогостоящих сооружений.

Опыт передовых хозяйств, использующих местный сток для орошения, показал, что затраты на строительство орошаемых участков и приобретение поливной техники окупаются, как правило, за полтора-два года. Поэтому орошение на местном стоке последнее время развивается успешно. Хотя орошаемая площадь с использованием местного стока и местных водных ресурсов из года в год увеличивается, многие хозяйства автономных республик Северного Кавказа, Ставропольского и Краснодарского краев, Ростовской, Воронежской, Волгоградской, Астраханской и других областей далеко не полностью используют еще на своей территории имеющиеся местные водные ресурсы.

По предварительным данным использование водных ресурсов на орошении по Северному Кавказу не превышает в среднем 25—30%. Наиболее высокий процент использования местных водных ресурсов падает на Краснодарский и Ставропольский края. Следовательно, водные источники и земельные ресурсы для орошения на местном стоке на Северном Кавказе достаточно велики, а поэтому и прирост орошаемых площадей за счет местных водных источников значительно увеличится.

В зависимости от рельефных условий, 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 систе-

мы, делятся на три основных типа: открытые, закрытые и комбинированные. Наиболее часто строят закрытые или комбинированные.

К открытым оросительным системам относятся самотечные, когда источник орошения находится выше орошаемого участка и вода на орошение поступает самотеком по открытому каналу или лотковой сети. Этот тип оросительной системы самый простой и дешевый, так как не требует энергетических затрат на подачу воды. Недостатком его являются относительно большие потери воды на фильтрацию в каналах, проходящих в земляном русле. При данной схеме орошения поливной участок располагают возможно ближе к источнику орошения. Из открытой подводящей оросительной сети вода поступает обычно во временные оросительные каналы для поверхностного полива дождеванием.

При закрытой оросительной системе воду от водоемного источника до орошаемых культур подают по закрытым трубопроводам. Такая система также может быть одно-, двух- и трехъярусной. Она чаще бывает двустороннего командования. Эти системы наиболее совершенны, имеют высокий КПД, на них могут быть полностью механизированы и автоматизированы процессы полива, что значительно повышает производительность труда, а также позволяет более экономично распределять воду по хозяйственным подразделениям, севооборотам и каналам.

Комбинированная схема орошения наиболее распространенная, особенно когда орошаемый участок расположен выше источника орошения и вода к нему подается механическим водоподъемником, передвижными или стационарными насосными станциями. В этом случае воду по напорному трубопроводу транспортируют на самую высокую отметку местности в приемный бассейн или прямо в головное русло распределительного канала, откуда она самотеком поступает во временную оросительную сеть. Такая система имеет ряд преимуществ перед открытой: КПД выше, возможны автоматизация и механизация процессов распределения воды по каналам. Комбинированные системы по стоимости строительства 1 га в два-три раза дороже открытой, но в эксплуатации более эффективны. Стоимость их строительства полностью окупается в два-три года.

Комбинированная система состоит из водозабора,

транспортирующего водовода из асбестоцементных или металлических труб, приемно-распределительного бассейна, расположенного на самой высокой точке орошаемого участка, магистрального или распределительного канала и закрытых поливных трубопроводов с гидрантами. Эти системы могут быть одно-, двух- и трехъярусными.

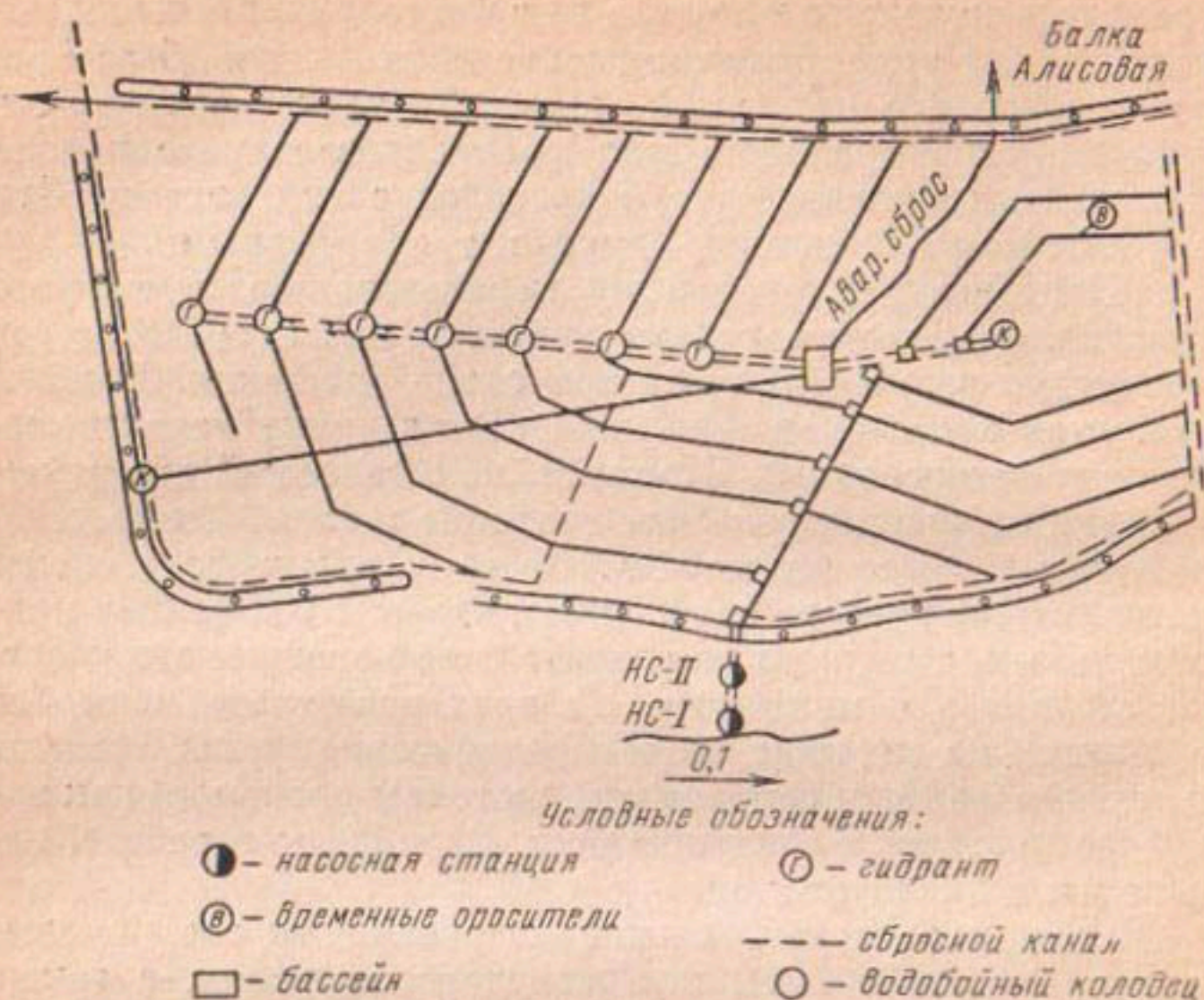
Наиболее рациональному использованию земельного участка, орошаемого водами местного стока, способствует правильно размещенная на нем схема орошения. Каждая принятая схема орошения находится в прямой зависимости от таких основных факторов, как полезный объем источника орошения, рельефа, почвенно-геологические условия, тип и место водозабора. Поэтому при выборе схемы на поливном участке необходимо, чтобы КПД ее был максимальным, а затраты на строительство орошаемого участка сводились к минимуму. Из трех известных способов орошения на местном стоке предпочтение пока отдают комбинированным самотечным системам орошения как наиболее простым в обслуживании, надежным в работе, недорогим в эксплуатации.

Было рассмотрено свыше 40 различных схем орошения в Ставропольском и Краснодарском краях, а также в Ростовской области. Каждая из них наиболее эффективна только для определенных конкретных условий.

Воду на орошаемые участки подавали с помощью открытых, комбинированных и закрытых оросительных систем.

На рисунке 3 представлена схема орошения в колхозе имени Ленина Каменского района. Здесь вода для орошения земельного участка в 180 га забирается из реки Северский Донец. Воду подают двумя насосными станциями, одна из которых 12НДС нагнетает воду в приемный бассейн объемом 50 м³ на отметку 76 м, вторая 10НДС из приемного бассейна перекачивает ее в резервуар суточного регулирования с объемом 8000 м³. Вода из бассейна самотеком по закрытому трубопроводу поступает через гидрант-водовыпуск во временные оросительные каналы. Не использованная на поливе вода сбрасывается в пруд, устроенный на балке, расположенной ниже отметки орошаемого участка.

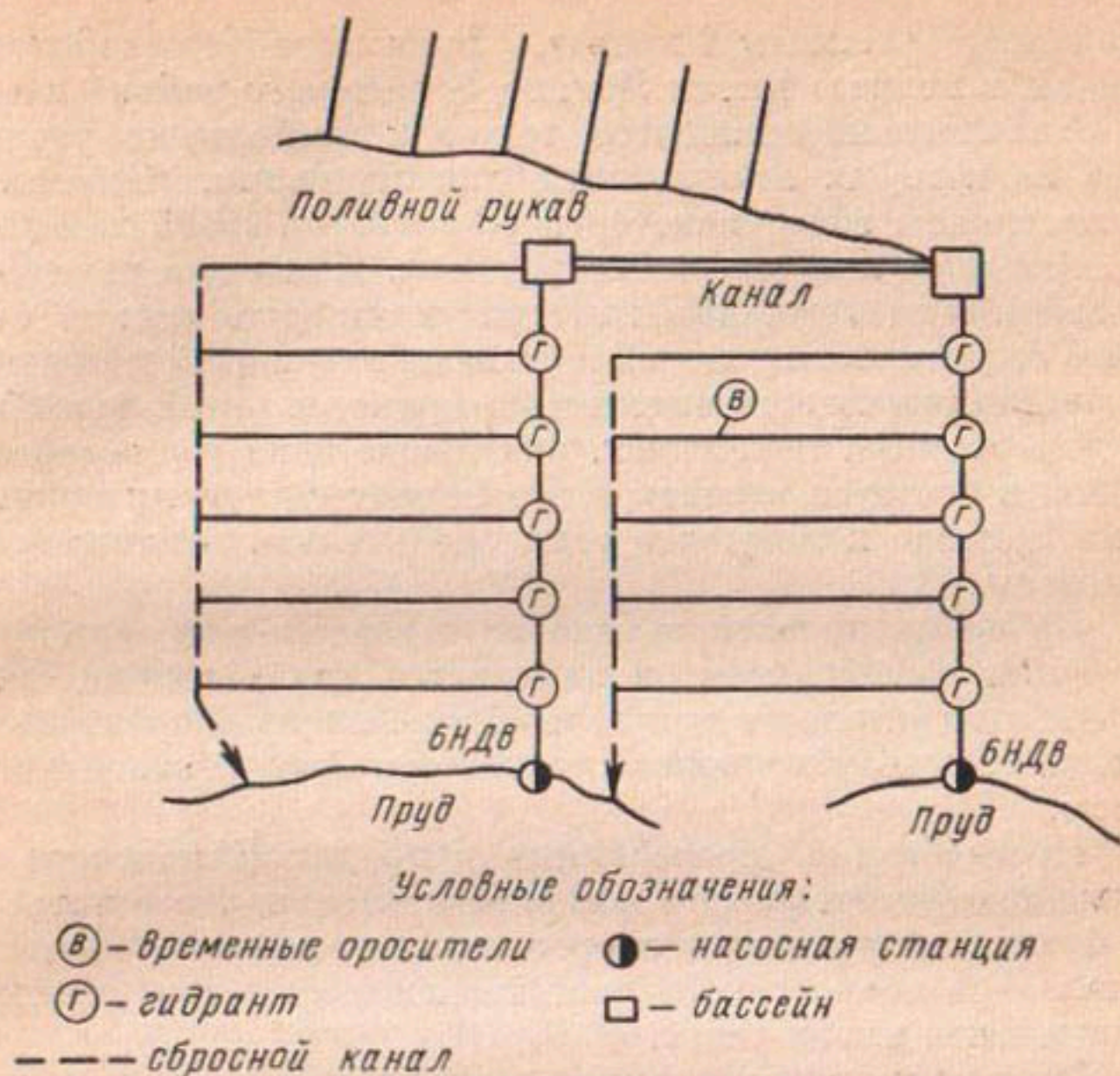
Такая схема орошения позволяет экономно использовать воду для полива сельскохозяйственных культур и благодаря резервуару суточного регулирования всегда



Р и с. 3. Схема орошения участка в колхозе имени Ленина Каменского района Ростовской области

иметь необходимый ее запас для полива в случае выхода из строя одной из насосных станций.

В конезаводе имени Буденного Сальского района Ростовской области из-за отсутствия источника орошения такого, как река или пруд, поливают сельскохозяйственные культуры грунтовыми водами из артезианской скважины (рис. 4). Дебит скважины составляет $50 \text{ м}^3/\text{ч}$. Грунтовая вода имеет минерализацию $1,5 \text{ г/л}$, залегает на глубине 60 м от поверхности земли. Этой водой орошают земельный участок в 60 га , занятый травами и кормовыми культурами. В связи с тем, что воду из скважины подают круглосуточно, в дневное время ее используют непосредственно для поливов, а в ночное время этой водой пополняют два пруда, расположенные в пониженной части орошаемого участка. Непосредственно из скважины по гибкому капроновому трубопроводу длиной 420 м воду подают на небольшой орошаемый участок $8\text{—}10 \text{ га}$, засеянный



Р и с. 4. Схема орошения участка в конезаводе имени Буденного Сальского района Ростовской области

люцерной. Большую же часть орошаемой площади — 50 га — поливают из прудов с помощью двух насосных станций 6НДВ, установленных на каждом из них. Схема орошения, построенная в конезаводе имени Буденного, наиболее эффективна, так как позволяет накапливать и экономно расходовать подземную воду для орошения.

Пруды и водоемы в Ростовской области подвержены сильному заилению, так как они в основном расположены в степных районах, а склоны оврагов и балок, на которых формируется сток, мало облесены. Некоторые хозяйства расширяют орошаемые площади за счет распашки склонов овражно-балочной сети без учета существующих агротехнических правил, что усугубляет действие водной эрозии. В отдельных местах балки, занятые под прудами, распахивают почти до самого уреза воды. Это в колхозах

«Родина», «Память Кирова», Родионово-Несветайского района, в колхозе имени Ленина Каменского района и др.

Значительно заиляются также и небольшие речки, вода из которых используется для орошения. Стремясь иметь запасы воды, некоторые колхозы по своей инициативе создают искусственные водоемы. Для этого реки перегораживают земляными перемычками (плотинами) без учета геологических, гидрогеологических условий и правил гидротехнического строительства. Грунт, который завозится для отсыпки перемычек, почти ежегодно размывается весной и остается в реках, а это наряду с другими причинами привело к тому, что реки значительно заилились и обмелели.

Во время проектирования и строительства каждый пруд или водоем, если он намечается как источник орошения, рассчитывают для полива определенной орошаемой площади, исходя из полезного объема, зарегулированного в нем.

Исследования, проведенные в прудах Каменского и Родионово-Несветайского районов, показали, что в первые годы после строительства орошаемые земельные участки поливались полностью за счет имеющегося в них объема воды и даже имели запас.

Затем с течением времени пруды заилялись, ежегодно уменьшался их полезный объем. Несмотря на это, площади, первоначально орошаемые из прудов, в некоторых хозяйствах не только не уменьшали, а наоборот, оставляли прежними или увеличивали, хотя количество воды в источниках орошения из года в год сокращалось за счет значительного заиления.

Несоответствие между количеством воды и орошаемой площадью в отдельных хозяйствах привело к тому, что стали снижаться оросительные нормы, сократилось число поливов, нарушился поливной режим, поэтому на землях, числящихся как орошаемые, получили урожай значительно ниже, чем на богаре.

В Родионово-Несветайском районе на основании интенсивного заиления источников орошения возникла острая необходимость очистки рек и прудов, для чего колхозами были приобретены четыре земснаряда УПМ-1, и на этой базе создали межколхозный мелиоративный отряд по очистке водоемов.

Результаты наблюдений показали, что если до 1969 г.,

когда склоны балок еще не распахивались, заиление прудов в среднем происходило по 10—12 см в год, то начиная с 1969 г., после распашки склонов, заиление возросло в 3—3,5 раза и составило уже 35—40 см. В 1973 г. во время выпадения частых дождей, которые превышали обычную годовую норму в 2—3 раза, заиление составило 1—1,5 м. Больше всех заилился пруд на балке Каменная колхоза имени Ленина Каменского района. Это обуславливается тем, что на склонах этой балки отсутствуют какие бы то ни было противоэрозионные устройства, а сами склоны крутизной от 3 до 7° распаханы и засеяны овощными и зерновыми культурами. Отложение наносов здесь на дне пруда составляет в среднем 35—40 см в год. Наблюдения по двум исследуемым районам показали, что там, где не принимаются меры по борьбе с эрозией почв на склонах оврагов и балок, пруды при нормальном выпадении осадков ежегодно заиляются до 40 и более сантиметров в год.

Для борьбы с эрозией склонов существуют несколько способов: залужение откосов травами, образующими дерновые покровы; обсадка лесными полосами, состоящими из специально подобранных сортов деревьев; полосовая распашка поперек склона плантажным плугом; террасирование склонов; формирование напашных террас; сооружение водозадерживающих валиков и канав для перехвата потоков и т. д.

Как показала практика, наиболее эффективны насаждения поперек склонов лесных полос, но с момента посадки до формирования лесной полосы проходит много времени, а за этот период оказывает свое действие водная и ветровая эрозия. Чтобы сократить эрозию на склонах, создают противоэрозионные заслоны путем строительства террас, валиков, водоотводящих каналов, особенно в степных районах Ростовской области.

Одним из простых, широкодоступных и эффективных способов орошения за счет одногодичного использования весенних талых вод является лиманное орошение. Этот вид орошения не только способствует получению высоких урожаев, но также и снижению эрозии почв и благоприятному влиянию на ее водно-физические свойства.

По типу строительства лиманы подразделяют на мелководные с высотой водозадерживающего вала до 1 м и глубоководные — до 3 м. Наиболее доступными, дешевыми

и практичными в эксплуатации для производственных сельскохозяйственных организаций являются лиманы мелкого затопления, не требующие при строительстве больших объемов земляных работ и дорогостоящих гидротехнических сооружений.

Мелкоярусные лиманы имеют саморегулирующуюся систему наполнения, быстрее освобождаются от затопления водой, что способствует своевременной уборке урожая и обработке почвы сельскохозяйственными орудиями.

Лиманы, как правило, строят на площадях со спокойным рельефом и маловодопроницаемыми почвами. Такие площади имеются в северо-восточных районах Ростовской области и граничащих с ней Астраханской, Волгоградской, Саратовской и других областях.

Б. Б. Шумаков разработал основные условия проектирования систем лиманного орошения: наиболее благоприятные уклоны земельных площадей под строительство лиманов не должны превышать 0,003; проектировать лиманы необходимо на вышесредний сток 25—30%-ной обеспеченности для использования дополнительных запасов кормов в маловодные годы; системы лиманного орошения должны обеспечивать полную автоматизацию распределения воды по всей площади за счет правильного устройства и расположения водообходов; при проектировании лиманного орошения необходимо соблюдать условия для их наиболее интенсивного сельскохозяйственного использования и увязки со специализацией хозяйств на данной территории.

При орошении на местном стоке очень важно учитывать качество воды. Водоисточники по перехвату местного стока часто бывают маломощными, а земельные площади значительными, возникает дефицит с водой для полива, что лишает возможности промывать засоленные участки.

Воды местного стока, образующиеся от снеготаяния или ливней и поступающие в водоемы, из которых берут воду для полива сельхозкультур, самые пресные. Но в последнее время наблюдаются случаи засоления земельных участков, орошаемых из небольших рек и речушек. Качественный состав вод в реках, прудах, водоемах в значительной степени ухудшается за счёт неочищенных вод промышленных предприятий, сбрасываемых в реки и балки, поступления высокоминерали-

зованных грунтовых вод из шахтных сбросов, а также химических удобрений, вносимых в обильных количествах на поля, которые затем во время ливней и паводков растворяются и попадают в источники орошения.

По данным Ростовской бассейновой инспекции, установлено, что минерализация вод некоторых рек и водоемов Ростовской области, из которых вода поступает на орошение, за последние четыре-пять лет значительно увеличилась.

В связи с интенсивным ростом орошаемых площадей на местном стоке увеличилась и площадь засоленных земель. Так, по предварительным данным мелиоративной службы Северного Кавказа, площадь засоления при орошении на местном стоке составила:

	Общая площадь орошения, тыс. га	Засолено, тыс. га	Процент засоления
1960 г.	118	3,5	3,0
1970 г.	298	10,8	3,6
1974 г.	396	13,5	3,8

Оросительную воду оценивали степенью ее минерализации. Как показали наблюдения, в Родионово-Несветайском и Каменском районах Ростовской области минерализация воды в водоисточниках ежегодно повышается на 0,1—0,2 г/л.

Допустимое содержание для растений и почвы растворимых солей в оросительной воде составляет от 0,10 до 0,15 г/л.

При содержании растворимых солей в воде от 1,5 до 3,02 г/л необходим анализ химического состава солей, так как вредное действие различных солей на растения и почву неодинаково; оно также зависит от характера почвы.

Допускается большее содержание солей в воде при прочих одинаковых условиях: на хорошо проницаемых почвах; при небольших оросительных нормах полива; применении хорошей агротехники, позволяющей создавать и поддерживать комковатую структуру почвы и накапливать в почве атмосферную влагу; если в данной местности после оросительного сезона выпадает количество осадков, достаточное для промывки накопившихся солей.

Орошаемое земледелие располагает большим количеством насосных станций различной модификации. Они предназначены для подачи воды из источника орошения

в закрытую, открытую или комбинированную оросительную сеть, а также хозяйственных целей, в том числе водоснабжения и животноводства. Эти станции используют в течение вегетационного периода для орошения сразу нескольких участков.

По конструкции насосные станции делятся на стационарные, плавучие и передвижные. При орошении на местном стоке широко применяют передвижные насосные станции как наиболее мобильные, маневренные, способные забирать воду из самых различных мест источников орошения почти без предварительной подготовки мест для их установки. Передвижные насосные станции бывают навесные, навешиваемые на стандартную навеску тракторов, монтируемые на колесных прицепах или прицепах, оборудованных полозьями. Все типы насосных станций по принципу подачи воды в сеть подразделяются на низконапорные, средненапорные и высоконапорные.

Низконапорные насосные станции служат для подачи воды на орошаемые участки, расположенные в пойме рек или у водоемов с невысокими берегами в пределах до 10—15 м и используемые обычно для возделывания овощей или культурных пастбищ.

К низконапорным насосным станциям относятся: навесные ННР-200, ННР-500 и ННР-700 конструкции ЮжНИИГиМа, которые навешивают на колесные и гусеничные тракторы с приводом от ВОМ, и передвижные СПН-500/10, НСП-8/10, СНП-150/5 с автономным двигателем внутреннего сгорания или электроприводом. Оборудование этих станций смонтировано на металлических саях из швеллера. На небольшие расстояния станции перемещаются трактором волоком, а на большие — грузовым автомобилем или прицепом грузоподъемностью 3,5 т.

Низконапорные насосные станции бывают обычно пропеллерного типа. За счет невысоких напоров имеют относительно большие расходы — 200—1000 м³/ч.

Наиболее часто в орошении на местном стоке воду из источников орошения забирают насосными станциями среднего напора до 40—50 м. К средненапорным относятся: ПНСТ-6НДв, ДНС-70, ДНС-250/25, СНН-25, СНН-50.

В таблице 8 приведены технические данные различных насосных станций низкого, среднего и высокого напоров, используемые при орошении на местном стоке.

Таблица 8

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПЕРЕДВИЖНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Станция	Двигатель	Насос	Подача, л/с	Напор, м	Мощность двигателя, л. с.
СНН-120/30			80—175	39—23	90
СНП-75/100	ЯМЗ-238Г	БКФ-2	75	100	180
СНП-150/5М	Д-22	08-25Г	125—190	3,2—6,2	90
СНН 75/40	—		40—120	3,5	75
СНП 50/80	АМ-41	центро- бежный	25—130	85 ÷ 25	90
СНП-500/100	АМ-0,1		75	2,5	110
СНП-50	Д-54	5НДв	40—70	40—30	54
СНП-25	Д-35	4К-6	18—34	82—61	37
ДНС-70	СМД-7	6НДв	60—100	42—26	65
ПНС-130/63	У-2Д6	8НДв	120—160	60—50	150
ДНС-250/25	У-2Д6	12НДс	180—300	40—20	150
ТПНС-06	4ч10,5/13	6К-8	29—55	38—30	40
ПНС-2	2ч10,5/19	4К-8а	15—30	50—37	20
ДН-180	2ч10,5/13	6К-12с	35—56	23—17	20
С-245	Т-62	С-245	12—28	19—17	13
ПНСТ-6НДв	С-80	6НДв	45—98	38—27	75
ПНСТ-2-6НДв	С-80	6НДв	48—93	76—55	75
СНН-50	ДТ-54	5К-6	15—50	72—39	54
СНН-25	„Беларусь“	4К-6	16—32	70—52	38
	ДТ-54				
ННС-6НДв	ДТ-54	6НДв	50—90	40—30	54
СНП-120/30	АМ-41	9К-14	80—175	23—39	90

К высоконапорным относятся: безредукторная навесная станция БННС-6НДв конструкции ЮжНИИГиМа, навесная станция ПНСТ-6НДв.

Высоконапорные станции служат в основном для подачи воды на высокие отметки местности по закрытым водоводам, а также для полива такими машинами, как «Фрегат» и «Волжанка».

При орошении на местном стоке широко применяют плавучие насосные станции. К плавучим насосным станциям, установленным на паптонах, относятся: ПНС-8-10, СНПЛ-120/30, СППС-2,3-4-5, ПНС-16НДп, ПНС-24НДп, ПНС-20, ПрГ-60, НДБ, НС2-А5. Так как они передвижные, их можно устанавливать в различных местах береговой полосы на реках и водоемах. Достоинство плавучих насосных станций в том, что, находясь на плову, они ос-

таются независимыми от колебания горизонта воды в водоисточнике, сохраняя все время постоянную величину всасывания, что позволяет не перестраивать всасывающую линию. Плавающие насосные станции имеют несколько насосов, мощное энергетическое оборудование и обладают большими расходами. Необходимую насосную станцию для хозяйства выбирают с учетом реальных потребностей, т. е. величины водопотребления, площади орошаемого участка, высоты подъема и подачи воды на поля, типа поливных дождевальных аппаратов.

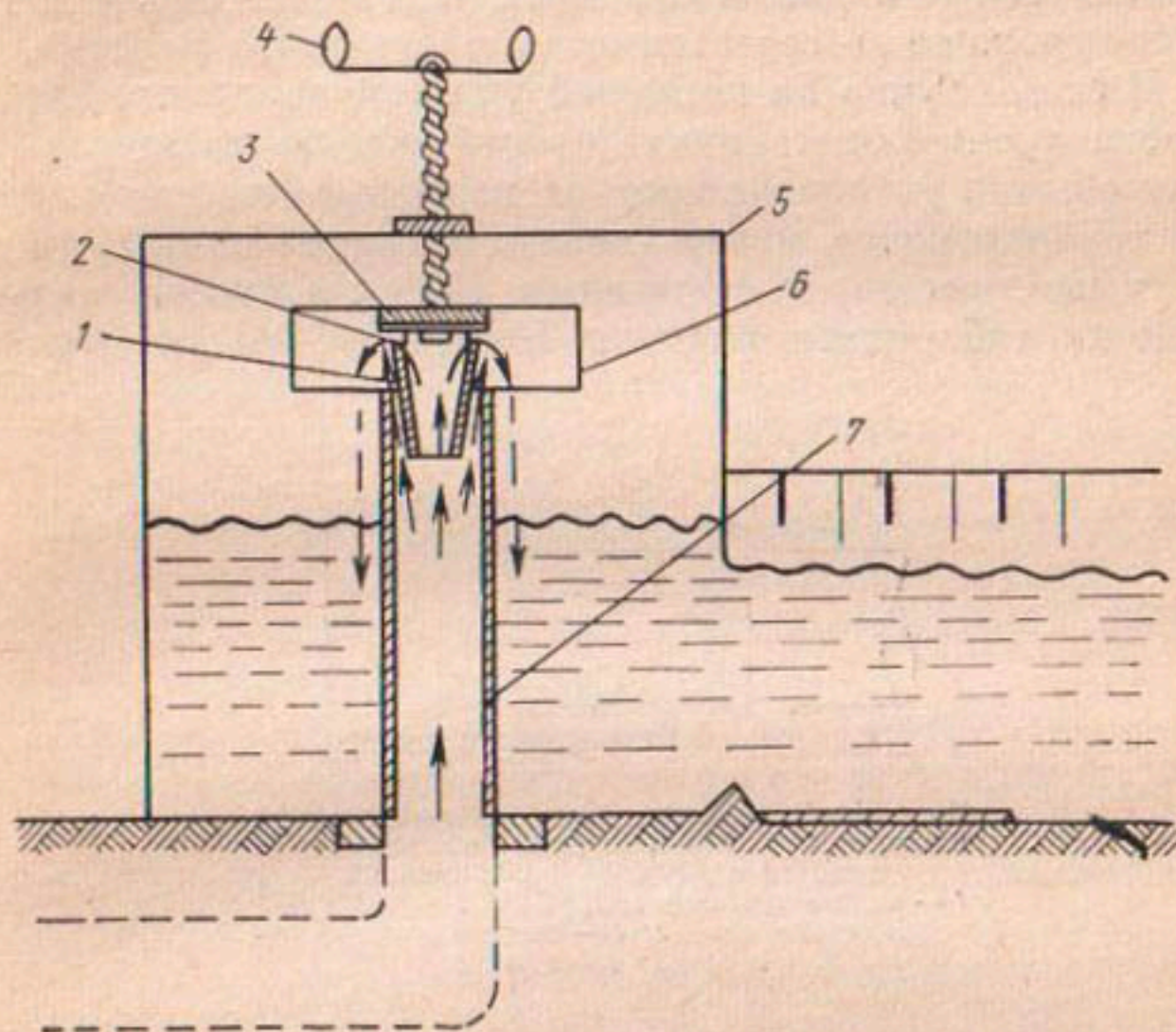
Расширение поливных площадей при орошении на местном стоке приводит к тому, что поливные земельные участки все дальше располагают от источников орошения.

Чтобы подать воду на большие расстояния и высокие отметки местности, на прудах устанавливают мощные насосные станции, оснащенные высоконапорными магистральными трубопроводами. При подаче воды из напорных трубопроводов в земляное русло разводящих каналов сильно размываются оголовки каналов в том месте, где вода из трубы поступает в канал, особенно в грунтах средней категории. Так, за 6—8 ч подачи воды из трубопроводов в канал под давлением 2 атм размываются воронки глубиной свыше 1 м, шириной до 3 м и длиной до 4,5 м. Вымытый потоком грунт вместе с водой попадает в дождевальные машины и забивает насадки. После каждого полива образовавшиеся от размыва котлованы засыпаются грунтом и после его уплотнения вновь нарезается канал.

В некоторых орошаемых хозяйствах, где имеются стационарные насосные станции с неразборным трубопроводом, или там, где вода подается всегда в одно определенное место, на оголовках каналов устраивают бетонные водобойные колодцы-гасители, выходную часть которых облицовывают железом или бетонными плитами. Иногда в качестве гасителей напора на каналах устраивают железобетонные кольца-колодцы с вмонтированной в них водоотводящей трубой. Все эти устройства, кроме того, что они дорогостоящие, не спасают оголовки канала от размыва. Бетонные стационарные водоприемники и гасители препятствуют нормальной эксплуатации сельскохозяйственной техники в период полевых работ. Чтобы устранить размыв оголовков каналов, ликвидировать ненужные работы по засыпке размывов котлованов, значительно уп-

ростить и снизить себестоимость железобетонных стационарных гасителей, а также заменить дорогостоящую задвижку «Лудло», которая часто замерзает в зимнее время и выходит из строя, в ЮжНИИГиМе разработаны стационарные и переносные устройства: затвор-гаситель-водовыпуск ЗГВ-1 и насадка-гаситель НГ-1.

Затвор-гаситель-водовыпуск прост по конструкции, удобен в эксплуатации (рис. 5). Масса его 46 кг, про-



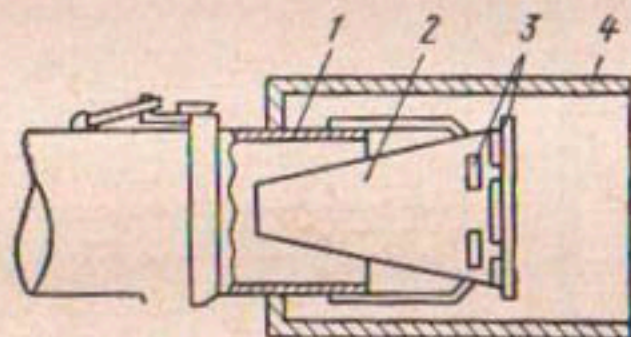
Р и с. 5. Затвор-гаситель-водовыпуск ЗГВ-1 конструкции ЮжНИИГиМа: 1 — конусный разделитель потока; 2 — водовыпускные отверстия; 3 — уплотнительное кольцо; 4 — поворотная ручка; 5 — успокоительная камера; 6 — смесительная камера; 7 — водовыпускной патрубок

пускная способность 100—120 л/с, габаритные размеры 600×650×180 мм. От существующих отличается тем, что для повышения эффективности гашения кинетической энергии водного потока затвор выполнен с подвижным стаканом, установленным соосно с корпусом. Возможно возвратно-поступательное движение относительно последнего, причем во внутренней полости стакана помещен пустотелый конусный элемент, у основания которого образованы диаметрально расположенные отверстия.

Монтируется затвор-гаситель-водовыпуск на стационарный трубопровод с помощью фланца болтами с гайками, а к разборному трубопроводу РТ-180 он подсоединяется с помощью фланца-манжетодержателя РТ.

В случае, если на напорных трубопроводах, расположенных на орошаемых полях, уже имеются регуляторы расходов, как задвижки «Лудло» и другие запорные устройства, применять гаситель потока с затвором нецелесообразно, так как два затвора-регулятора на одной трубе только удорожают себестоимость орошаемого участка.

В этом случае на концевой участок напорного трубопровода лучше подсоединить просто насадку-гаситель. Насадку обычно устанавливают на концевые участки напорных трубопроводов и при подаче воды в каналы передвижными насосными станциями. Насадка проста по конструкции, габаритные размеры $700 \times 400 \times 180$ мм (рис. 6),



Р и с. 6. Насадка-гаситель-водовыпуск НГ-1 конструкции ЮжНИИГиМ на концевом участке напорного трубопровода:
1 — водовыпускной патрубок; 2 — конусный разделитель потока; 3 — водовыпускные отверстия; 4 — корпус

имеет небольшую массу — 15 кг, удобна и надежна в эксплуатации, может быть как стационарной, так и переносной. Гасящее устройство насадки-гасителя по своей конструкции такое же, как и затвора-гасителя, но только разделитель потока — полый, усеченный конус остается всегда неподвижным, так как заранее установлен на максимальную величину гашения потока. Насадку-гаситель крепят к стационарному трубопроводу с помощью болтов и гаек через отверстия, расположенные на фланцах, а к разборному трубопроводу подсоединяют запорным устройством РТ-180.

При подаче воды в земляное русло канала из напорного трубопровода через насадку-гаситель размыв оголов-

ка канала в 8—10 раз меньше по сравнению с подачей воды непосредственно из трубы. Сейчас затвор-гаситель-водовыпуск ЗГВ-1 и насадку-гаситель НГ-1 широко применяют на орошаемых землях Ростовской области.

Автоматизация оросительных систем

Автоматизация оросительных систем предполагает оперативную эксплуатацию системы без непосредственного участия человека.

Инженерные оросительные системы по количеству гидросооружений более насыщены и эксплуатационная эффективность 1 м^3 воды значительно выше по сравнению с обводнительными или осушительными. Именно поэтому на таких системах прежде всего желательна автоматизация управления.

Как уже отмечалось, оросительные системы по своей конструкции разделяются на открытые, комбинированные и закрытые. На открытых системах автоматизируют прежде всего инженерные и 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 наиболее эффективное плановое водопользование, большую гибкость и маневренность всего эксплуатационного штата, повышать урожайность поливных культур. Чтобы управлять каким-либо объектом или производственным процессом, в первую очередь устанавливают и обосновывают цель управления, обуславливаемую технологическими, организационными и экономическими факторами, современным уровнем науки и техническими предпосылками.

Основная задача оперативной службы эксплуатации оросительной системы заключается в обеспечении водозабора и подачи воды потребителям на основе планов водопользования. Утвержденный план водораспределения претворяет дежурный диспетчер системы. Особо выделяют объекты внутрихозяйственного и межхозяйственного назначения. Оперативную службу эксплуатации осуществляет управление оросительной системы, которое обслужи-

вает только межхозяйственную сеть. Все части системы, расположенные ниже точек водовыдела в хозяйства, являются внутрихозяйственными и их обслуживают водопользователи, т. е. совхозы или колхозы.

На оросительных системах применяют различные схемы водораспределения:

1) регулирование методом прямого отбора расходов, независимо от уровней воды. Этот метод при автоматизации оросительных систем применяют: в закрытых напорных системах, где обслуживающий персонал регулирует водовыпуски во временную сеть или гидранты для подключения дождевальных агрегатов различной конструкции; в напорных системах, где под напором находятся только трубопроводы, из которых поливают с применением средств электрогидравлической автоматики и телемеханики; в закрытых безнапорных системах, а также в открытых лотках с применением средств гидроавтоматики, обеспечивающих при отборе постоянных расходов нормированное водораспределение;

2) регулирование по верхнему бьефу, при котором расход регулируют сверху вниз. Эту схему применяют на открытых инженерных оросительных системах. Регулирование по верхнему бьефу с автоматической стабилизацией уровней в верхнем бьефе перегораживающих сооружений и применение водовыпусков с затворами-автоматами, обеспечивающими подачу в отводы постоянных расходов, можно осуществлять любыми средствами автоматики по виду используемой энергии как в сочетании со средствами телемеханики, так и без них;

3) регулирование по нижнему бьефу, при котором водораспределение основано на стабилизации уровней воды в нижних бьефах гидротехнических сооружений. Такое регулирование характеризуется распространением подпоров на всю длину между сооружениями.

Систему при этом оборудуют водомерными приборами, желательно стокомерами, чтобы определять и расход и сток воды во времени, проходящие по каналам системы. По сравнению с первыми двумя способами здесь возможна более оперативная перестройка режима водораспределения, исключаются непроизводительные сбросы, значительно повышается водообеспеченность сельскохозяйственных культур. Но есть и отрицательные качества: нарушается нормированное водораспределение; в каналах сохра-

няются большие регулирующие объемы, что значительно увеличивает потери воды из каналов;

4) регулирование смешанного типа, при котором водораспределение основано 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 аналогичен с регулированием по нижнему бьефу. Отличается только тем, что происходит автоматическое переключение на регулирование по верхнему бьефу.

Регулирование смешанного типа имеет недостатки: при строительстве каналов увеличивается объем земляных работ по сравнению с объемами при регулировании по верхнему бьефу; появляется опасность быстрого заиления при небольших уклонах, а следовательно, и 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 перетораживающих сооружений; каскадное регулирование, применяемое для открытых оросительных систем при уклонах меньше критических. Но эти типы регулирования пока на открытых оросительных системах широко не применяют, хотя и они имеют ряд положительных сторон.

При комплексной автоматизации все объекты должны работать без постоянного обслуживающего персонала, а технологический режим устанавливает и осуществляет диспетчер, который располагает средствами управления и 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 прежде всего необходимо предусмотреть:

способ водораспределения в зависимости от водоисточника и его обеспеченности водой, орошаемых культур, мелиоративного состояния земель, поливной и оросительной нормы;

конструктивное выполнение автоматизированной системы, т. е. весь рабочий процесс сооружений, затворов, автоматов, задвижек должен управляться с диспетчерского пункта;

систему измерений, которая должна обеспечивать передачу измеряемых величин на диспетчерский пункт. Это измерительная аппаратура, водомеры-стокомеры или протарированные гидротехнические сооружения;

обеспечение объектов управления энергией, так как на объектах ручной труд заменяется механизированным управлением средствами автоматики с диспетчерского пункта;

диспетчерскую связь с основными пунктами системы; линейные сооружения (линия электропередачи, связи, телемеханики и др.), являющиеся составной частью комплексной автоматизации. Эти объекты должны находиться всегда в рабочем состоянии, так как от надежности работы линий зависит диспетчерское управление системы в целом;

телемеханизацию.

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. Даже независимо от этого на системах применяют два варианта схемы.

Первый вариант, когда на системе в основном применяют плоские и сегментные типы затворов. При электроснабжении приводов подъемных механизмов таких затворов наиболее экономически выгодно напряжение 6—10 кВ.

Независимо от линии электроснабжения, как показал опыт автоматизации на Кубанских рисовых системах, вдоль автоматизированного канала прокладывают вторую линию для телефонной связи и телемеханики на отдельных опорах. По существующим правилам не допускается совместная подвеска проводов линии телефонной связи и проводов электронапряжения.

При первом варианте затраты на обеспечение объектов оросительной системы энергией достигают 40% всех затрат на автоматизацию.

Второй вариант схемы технически целесообразен при

электроснабжении напряжением до 1000 В. В этом случае линии электропередачи и телемеханики прокладывают на одних опорах, что значительно удешевляет стоимость автоматизации. При этом варианте она не превышает 70% по сравнению с первым вариантом схемы.

Оперативное руководство системой осуществляют с единого диспетчерского пункта. Диспетчер ведет водозаборными и крупными вододелительными узлами и распределением воды между эксплуатационными участками. Внутри эксплуатационных участков воду распределяют под контролем начальников участков.

Воду между потребителями распределяют на местах согласно плану водопользования с помощью регулировщиков и водных объездчиков.

Оперативная служба эксплуатации межхозяйственной сети с использованием средств автоматизации вносит качественные изменения в оперативную службу эксплуатации оросительной сети: ликвидируются в значительном количестве недостатки, присущие не автоматизированным системам; несоблюдение поливных норм; нарушения плана своевременного водораспределения воды по системе; невыполнение планового водопользования по отдельным хозяйствам; значительные сбросы воды.

При комплексной автоматизации сокращается штат эксплуатационного персонала, упраздняются должности регулировщиков и наблюдателей гидрометрических постов.

Одновременно возникает необходимость в подборе квалифицированных кадров для обслуживания аппаратуры и устройств автоматизации. Для этого в составе диспетчерской службы организуют централизованную аварийную бригаду, подчиняющуюся дежурному диспетчеру, которая по его указанию ликвидирует аварии и неисправности на системе.

Экономическая эффективность комплексной автоматизации должна определяться следующими показателями:

- улучшением водораспределения по водовыделам хозяйств;

- улучшением мелиоративного состояния орошаемых земель за счет бережного использования оросительной воды;

- уменьшением сбросных расходов, не планируемых по системе;

- уменьшением штата линейного персонала.

Задача автоматизации оперативной службы эксплуатации внутрихозяйственной части оросительной системы состоит в том, чтобы весь производственный процесс на оросительных системах от водозабора до полива сельскохозяйственных культур осуществлялся в едином комплексе, без нарушения какого-либо одного из многочисленных его звеньев. Автоматизировать нужно не только узлы межхозяйственной системы, но и внутрихозяйственной. Внутрихозяйственная сеть оросительной системы содержит большое количество различных мелких гидротехнических сооружений, особенно рисовые системы, которые нуждаются в автоматизации.

Например, на Петровско-Анастасиевской рисовой системе общая протяженность межхозяйственных оросительных и сбросных каналов составляет 263 км, а внутрихозяйственных — 3013 км.

Количество регулирующих сооружений достигает 36300, из них на каналах межхозяйственной сети размещено 94 сооружения и 39 хозяйственных водовыделов.

Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной системы значительно ниже, чем у межхозяйственной.

Опыт эксплуатации этой автоматизированной рисовой системы показал, что эффект от автоматизации межхозяйственной сети в значительной степени снижался в неавтоматизированной внутрихозяйственной сети.

Петровско-Анастасиевская инженерная рисовая система с общей площадью орошения более 33 тыс. га — одна из самых больших рисовых систем на Кубани и Северном Кавказе.

Средства телемеханики и вычислительной техники используют для учета и оптимального распределения воды на каналах и сооружениях межхозяйственной сети, средства гидроавтоматики — для автоматического регулирования водного режима в чеках и на сооружениях внутрихозяйственной сети.

С диспетчерского единого пункта управления, расположенного в станице Анастасиевской, в зависимости от уровней воды в оросительных и сбросных каналах включают и выключают насосные агрегаты, регулируют величину открытия щитов, измеряют уровень воды в каналах.

Петровско-Анастасиевская рисовая система — по существу первая опытная система большого размера, где применяют средства телемеханизации и автоматизации.

Для поддержания в нормальном техническом состоянии каналов, гидротехнических сооружений и других вспомогательных устройств на системе необходимо своевременно проводить ремонт. Это обуславливает их нормальную работу в течение длительного времени и предупреждает преждевременный износ.

Ремонтные работы могут быть текущие и капитальные. Разновидностью текущего ремонта является профилактический ремонт, т. е. систематический, повседневный уход за гидротехническими сооружениями всех видов и оборудованием на оросительной системе для поддержания их в исправном состоянии.

При этом на отдельных участках каналов удаляют растительность, плавающие предметы; очищают сооружения от мусора и льда; подготавливают к зиме все сооружения и оборудование; регулируют натянутость болтов, смазывают подшипники двигателей и т. д. При текущем ремонте устраняют небольшие повреждения гидротехнических сооружений, оборудования, что обеспечивает нормальную и бесперебойную работу оросительной системы в целом. К нему относятся: ежегодная очистка каналов от заиления и растительности; подсыпка и уширение дамб; исправление небольших дефектов в канале, поврежденных покрытий и каналов-лотков; устранение незначительных повреждений отдельных частей гидротехнических сооружений.

Профилактический ремонт и основную часть текущего ремонта проводят без остановки работы оросительной системы.

Капитальный ремонт выполняют в тех случаях, когда при текущем ремонте невозможно обеспечить нормальную работу гидротехнических сооружений и другого оборудования. На системе полностью или частично заменяют как отдельные элементы, так и конструкции в целом. Причем заменяют новыми, более экономичными конструкциями, что значительно повышает эксплуатационные показатели ремонтируемых объектов и технический уровень эксплуатации систем в целом.

К капитальному ремонту относятся: замена отдельных частей сооружений новыми; устранение крупных оползней

в оросительных каналах и в отдельных случаях изменение трассы канала для уменьшения объема профильтровавшейся воды из него и создания наиболее благоприятных условий их эксплуатации; замена сооружений новыми из более долговечных материалов, существующих противофильтрационных покрытий более современными, а также устройство новых участков канала с покрытиями; смена кровли и других частей зданий; замена отдельных участков дорожного полотна и др.

Капитальный ремонт может быть комплексный и выборочный. Решение о принятии той или иной формы ремонта зависит от сочетания ряда факторов по системе. Комплексный ремонт проводят с охватом всех сооружений, подлежащих ремонту. Он необходим в том случае, если система полностью не работает и прекратилась подача воды на орошаемые поля или же возникли другие большие помехи в работе оросительной системы.

Выборочный ремонт проводят на отдельных сооружениях или даже его конструкциях, особенно при значительном их износе. Этот вид ремонта наиболее приемлем и не связан с большими помехами в работе.

От всех видов ремонта следует отличать работы, которые осуществляются при реконструкции и совершенствовании оросительных систем.

Аварийные работы на системах ведут круглосуточно. Работы проводят с полной мобилизацией всех имеющихся материально-технических средств и людских ресурсов. Для таких работ необходимо на оросительных системах создать запасы материалов, оборудования, инструментов с четко обусловленным местом их хранения.

Чтобы установить вид ремонтных работ, объемы и сроки их проведения, в колхозах и совхозах создают специальные комиссии, которые осматривают оросительную сеть, сооружения и оборудование и разрабатывают конкретные рекомендации на дальнейшее совершенствование технического состояния системы.

Для нормальной работы комиссии специалисты соответствующих водохозяйственных организаций подготавливают предварительные данные по объектам ремонтных работ и сводят их в соответствующую ведомость дефектов сооружения, канала, оборудования. В ней указывают конкретные работы, дают описание обнаруженных дефектов, указывают стоимость каждой операции и общую.

Объем работ определяют с помощью обмеров сооружений, нивелированием трассы и поперечных сечений канала и других сооружений. Там, где это необходимо, применяют метод шурфования.

Представленные предварительные материалы комиссия рассматривает, уточняет на месте вид ремонта, состав и объем работ и составляет акт осмотра технического состояния оросительной системы. В акте указывают наименование каналов, сооружений, оборудования, номер пикета, кратко описывают работы, которые необходимо выполнить, устанавливают вид ремонта, количество работ и рекомендуемые сроки их выполнения.

Капитальный ремонт наиболее крупных сооружений и другого оборудования осуществляют по проектам водохозяйственных организаций, разработанным на основе предварительных изысканий и данных эксплуатационных организаций.

Особое внимание при осмотре сооружений уделяют правильному установлению объема ремонтных работ на системе 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 сохранности отдельных их частей, утечку воды из закрытых и лотковых каналов, дефектов в работе линий связи, оборудовании гидрометрических и гидрогеологических створов, полотна шоссейных дорог.

Специальными инструментами устанавливают конструктивные размеры сооружений, отметки, продольные и поперечные профили каналов и дамб, величины заиливания оросительных и дренажных каналов, пропускную способность сооружений и каналов, а также наличие недопустимых размеров фильтрации через тело земляных дамб.

На открытых оросительных системах, где основная масса каналов проходит в земляном русле, большой объем работ приходится на очистку от наносов. Это особенно видно на системах, имеющих высокую мутность оросительной воды (оросительные системы в Дагестанской и Чечено-Ингушской автономных республиках).

Эти работы осуществляют с помощью нивелирования. Нивелировочный ход прокладывают на дамбе канала и через каждые 100 м закрепляют пикетами, а через каждые

1000 м устанавливают реперы, которые выносят на 20—25 м от ходовой линии перпендикулярно к ней. Через 200 м ходовой линии снимают поперечное сечение канала со всеми характерными изломами. После этого нивелируют дно канала против каждого пикета и составляют продольный профиль канала с его поперечными сечениями. На этот профиль накладывают проектные отметки дна канала и определяют объемы ремонтно-строительных работ.

Текущие и капитальные ремонтные работы проводят по ежегодно разрабатываемому производственному плану, который утверждает руководитель соответствующей водохозяйственной организации. Аварийные ремонты проводятся в неплановом порядке по специально составляемым актам.

Текущий и капитальный ремонт межхозяйственной и внутрихозяйственной сети, как правило, осуществляют специализированные ремонтно-строительные тресты по договорам с соответствующими водохозяйственными организациями. В отдельных случаях, когда мощность треста недостаточная, ремонтные работы могут проводиться хозяйственным способом. Если предполагаются большие объемы работ на межхозяйственной сети, то с разрешения соответствующих министерств и ведомств организуют специальные строительные участки и другие структурные подразделения.

Если на ремонтные работы крупных объектов составлен проект, то в нем обязательно должны быть разработаны последовательность и порядок ремонтных работ. Проект на ремонтные работы может разработать организация, непосредственно выполняющая ремонт, а также специализированная организация по заказу соответствующей водохозяйственной организации.

Если эти работы связаны с остановкой работы системы, то они должны проводиться круглосуточно.

Капитальный ремонт на оросительных системах должен начинаться по окончании вегетационного периода и заканчиваться, в случае значительных объемов, весной. Капитальный ремонт крупного механического и транспортного оборудования рекомендуется проводить на специализированных ремонтных базах.

Ремонтные работы по очистке оросительных каналов от наносов и растительности проводят осенью и весной. Осенью необходимо выполнить как можно больший объ-

ем, притом очистку следует начинать с магистрального канала и крупных распределителей, чтобы обеспечить своевременный пуск воды в систему. Эти работы целесообразны 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, проводят в осенне-зимний и ранневесенний периоды до подачи воды в систему, а других сооружений — в течение всего вегетационного периода.

Регулировочные работы на оросительных системах увязывают с графиком водозабора и режимом источника орошения и проводят в период до наступления паводка.

Линии связи, дороги, различные здания и вспомогательные устройства ремонтируют в течение всего календарного года с наибольшей нагрузкой на те периоды, когда технический персонал оросительной системы, а также необходимые для ремонта механизмы свободны от основных работ по системе.

На оросительных системах выполняют земляные, бетонные и железобетонные ремонтные работы; ремонтируют облицовки и крепления, а также лотковую и закрытую сеть.

При земляных работах наиболее часто устраняют следующие дефекты оросительных каналов: размывы и заиление русел, деформацию ложа, просадку дамбы канала, ходы землероев, оползни и т. д.

Размывы оросительных каналов происходят из-за большой скорости движения потока жидкости. Они наиболее опасны для участков каналов, проходящих в больших насыпях и на косогорах. Прорывы канала в данных местах могут выключить большую площадь из сельскохозяйственного оборота. Эти явления ликвидируют путем укрепления дна и откосов канала дерном, фашинами, каменной наброской, бетонными плитами. Можно уменьшить уклон дна канала, устроив соответствующее перегораживающее сооружение.

Заиление оросительных каналов происходит, наоборот, в результате низкой скорости течения потока, а также большой мутности воды, поступающей в каналы. Поэтому необходима систематическая очистка оросительной сети от наносов.

Деформация ложа оросительных каналов, особенно вновь построенных, обуславливается прохождением трассы канала в макропористых лессовидных суглинках или просадочных лессах. Просадки могут быть довольно значительные. На Северном Кавказе они наиболее распространены в Ставропольском крае и Чечено-Ингушской АССР. Для борьбы с этими явлениями необходимо правильно замачивать трассы канала и правильно эксплуатировать их, вовремя предотвращать возникающие дефекты.

Дамба канала может просесть в результате неравномерного распределения плотности грунта по вертикали, промерзания и других факторов с образованием трещин в теле канала. В зависимости от величины трещин их заделывают с применением раствора из суглинка или грунта, из которого сделана насыпь. Значительные трещины ликвидируют специальными заилками.

Дамбы канала могут просесть при наличии ходов землероев; их заделывают раствором глины с цементом.

Очень опасны оползни. Они возникают с низовой стороны откоса при выклинивании кривой депрессии на поверхность. С этим явлением ведут борьбу путем разгрузки дамбы от напора потоком, созданием со стороны мокрого откоса экрана, пригрузкой грунта со стороны низового откоса и уширения дамбы.

На оросительных каналах наблюдаются также усиленная фильтрация через тело дамбы, перелив воды через нее и т. д.

Все дефекты должны быть своевременно устранены, что обеспечит нормальную эксплуатацию оросительных каналов.

Большое внимание уделяют ремонту гидротехнических сооружений: заменяют отдельные крупные узлы в связи с истечением срока их годности или применением более совершенных конструкций, устраняют более мелкие дефекты, вызванные спецификой условий их эксплуатации. Последние обуславливаются пучением грунтов, размывами в нижних бьефах сооружений.

Ремонтные работы на оросительных системах осуществляют следующими механизмами: экскаваторами, бульдозерами, скреперами, грейдерами и автогрейдерами, каналокопателями, землесосами и гидромониторами, специальными агрегатами по ремонту гидротехнических сооружений.

Для ремонта гидротехнических сооружений на откры-

тых оросительных каналах, бетонных облицовок, заделки швов, железобетонных лотков применяют агрегат по ремонту сооружений АРС-2. Он предназначен для выполнения комплексного ремонта гидросооружений на каналах, вблизи которых отсутствуют линии электропередач.

Сменное оборудование монтируется на двухосном прицепе типа 2ПН-2. В состав агрегат входят: двигатель с генератором, щит управления приборами, электростанция типа ДЭС-20, трансформатор ТС-300, сварочное оборудование, электротрамбовка С-690, бетономешалка С-863, вибраторы типа ИВ-2, ИВ-38, устройство для прогрева мерзлых грунтов, компрессор, электронасос С-205А, электродрель, краскопульт и оборудование для известковой побелки стен гидротехнических сооружений.

Все оборудование транспортируют к месту работ автомашиной, колесным или гусеничным трактором.

Сменное оборудование питается электроэнергией, вырабатываемой электростанцией напряжением 220—380 В. Одновременно могут работать несколько видов оборудования. Применение АРС-2 на Азовской оросительной системе Ростовской области значительно повысило производительность труда при ремонтных работах, улучшило их качество и снизило себестоимость.

Важной и ответственной частью в общем комплексе качественного выполнения ремонтных работ является материально-техническое обеспечение ремонтных работ.

Материально-техническое обеспечение соответствующих трестов, а следовательно, и передвижных механизированных колонн в них осуществляется государством в плановом порядке.

Особое внимание уделяют этому вопросу при организации ремонтных работ хозяйственным способом. В этом случае четко определяют объемы и виды ремонтных работ с указанием количества всего необходимого материала, оборудования, механизмов, людских ресурсов и объемы, которые можно выполнить, используя местные материалы.

Правильному решению этого вопроса будет способствовать анализ фактических данных по расходу необходимого сырья и материалов для производства ремонтных работ. Имея подобные данные, можно с успехом планировать объемы ремонтных работ на последующие годы.

Ремонтные работы финансируют по установленному соответствующими инструкциями порядку. Стоимость работ

определяют по действующим в отрасли единым расценкам. В том случае, если для отдельных видов ремонтных работ нет таких расценок, то их составляют дополнительно на основе действующих фактических норм для данных конкретных условий.

Ремонтные работы на межхозяйственной оросительной сети финансируют как за счет государственного бюджета, так и других источников, которые обязательно предусматриваются в финансовом плане оросительной системы.

По внутрихозяйственной сети, которая находится на балансе колхоза или совхоза, ремонтные работы финансируют за счет хозяйств-водопользователей.

Лесопосадки на внутрихозяйственной сети совхозы восстанавливают за счет капиталовложений.

Качество работ требуется систематически контролировать путем ежедневного обмера выполненных объемов и за каждую декаду в целом. Эти объемы сравнивают с плановыми и принимают необходимые меры, способствующие нормальному ходу ремонтных работ.

В конце каждого месяца проводят инструментальную съемку выполненных ремонтных работ для определения фактических объемов работ. Эти материалы являются основой месячной оперативной отчетности.

Управления эксплуатации оросительных систем, ремонтно-строительные тресты имеют оперативно-статистическую, квартальную и годовую отчетность по специальным формам, утвержденным ЦСУ СССР. Эту отчетность представляют вышестоящим организациям в строго установленные сроки.

Выполненные ремонтные работы принимает специальная комиссия, в состав которой входят представители эксплуатирующих организаций и выполняющих ремонтные работы.

Комиссия обследует объекты ремонтных работ и составляет акт приемки по специально установленной форме. В акте указывают вид ремонта и объект, объем выполненных работ и период ремонта. Комиссия оценивает данный объект и допускает его к эксплуатации. Обязательно отмечают имеющиеся отступления от проекта, недоделки и намечают пути их ликвидации, плановую и фактическую стоимость ремонта.

Если объекты ремонтных работ на оросительных

системах большие, то их принимают по отдельным сооружениям или узлам.

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.

Необходимо перед началом ремонтных работ ознакомить работников с правилами техники безопасности. Обязательно должны быть вывешены правила по технике безопасности на видном месте.

При работе на каналах с гербицидами работники должны быть обеспечены 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.

К взрывным, электротехническим и другим опасным работам 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 иметь необходимый спасательный инвентарь, моторные лодки и другие спасательные и сигнальные приспособления.

При ремонте бетонных и железобетонных тонкостенных конструкций (лотки, плиты, трубы) с применением композиции КБ-2 следует помнить, что растворители и сама композиция относятся к группе легковоспламеняющихся жидкостей. Кроме того, входящие в состав композиции КБ-2 компоненты, как эпоксидная смола, ряд растворителей и отвердителей, токсичны, а поэтому рабочие должны работать в спецодежде и защитных очках.

Производственные, культурно-бытовые, служебные и жилые здания и сооружения на гидромелиоративной системе должны быть обеспечены противопожарным инвентарем.

На каждом участке системы и особенно на объектах, удаленных от населенных пунктов, должна быть аптечка первой помощи.

С каждым годом совершенствуются оросительные системы, улучшаются их эксплуатационные качества, повышается КПД, ликвидируются участки заболоченности и засоления, внедряется система автоматизации и механизации распределения воды на сооружениях. Старые системы постепенно полностью перестраиваются, а новые инженерные дооборудуются. Все это должно направляться перспективным планированием.

Составление перспективного плана является основной задачей эксплуатационной службы системного планирования.

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 составляет эксплуатационная служба на основе производственных исследований, требований и запросов производственных единиц и в соответствии с техническим уровнем развития системы. В план вносят:

- мероприятия для улучшения работы и использования резервов системы;

- очередность работ, их экономические и технические данные;

- сроки и исполнителей работ;

- показатели системы после различных мероприятий и эффективность переустройства системы.

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 в его составлении должны принимать проектные группы и лаборатории производственных исследований, находящиеся в составе УОС.

В перспективном плане обычно предусматривают: улучшение мелиоративного состояния земель с применением различных способов понижения уровня грунтовых вод;

повышение КПД каналов системы за счет облицовки их бетонным покрытием, ударным уплотнением, заменой на лотковую сеть;

оборудование водозаборных и распределительных сооружений водомерами, стокомерами или лимниграфами; перевод крупных гидротехнических сооружений и насосных станций на автоматизацию и телемеханизацию управления;

защитные сооружения по уменьшению поступления наносов в оросительные каналы, сокращение объемов очистки наносов, разработку мероприятий по дислокации наносов по каналам системы;

замену новыми каналами или лотками оросительных каналов не инженерного профиля, не прямолинейных, а построенных по горизонталям без должных уклонов, пропускной способности с примитивными подпорными сооружениями;

перевод системы на закрытые водоводы, железобетонные лотки, а также организацию поверхностного полива передвижными поливными трубопроводами;

тщательную строительную планировку орошаемых площадей с последующими ежегодными эксплуатационными планировками;

дренаж засоленных и заболоченных земель с переходом на устройство закрытого дренажа, значительно повышающего КЗИ;

улучшение оснащенности систем телефонной связью, электролинией, мастерскими, транспортом, водоснабжением;

внедрение диспетчерских методов управления работой узловых сооружений точек выдела при водораспределении;

улучшение дорожной сети, лесопосадки вдоль каналов внутрихозяйственного и межхозяйственного значения.

В перспективном плане учитывают предложения по доведению системы до технического состояния I и II разрядов, повторному использованию дренажных и сбросных вод по системе.

Оросительные системы могут перестраиваться полностью строительно-монтажными управлениями или частично управлениями оросительных систем.

При составлении проектов или схем по переустройству межхозяйственной сети основное внимание уделяют повышению водообеспеченности путем реконструкции голов-

ного водозабора, борьбе с наносами, фильтрацией воды из каналов, автоматизации и телемеханизации работ системы, организации диспетчерской службы эксплуатации ее, вопросам возможного расширения орошаемых площадей на системе, коллекторно-дренажной сети, но только на открытых системах. На комбинированных и закрытых системах устраивают, как правило, сбросную сеть; дренажная отсутствует.

Чтобы сократить путь движения воды по внутрихозяйственным каналам, на межхозяйственных каналах устраивают дополнительные хозяйственные водовыделы.

Организируют диспетчерскую службу на системе, т. е. постепенно переходят к автоматизации управления системой. Она может быть частичной (начальной) и полной. При частичной автоматизации оросительной системы начинают с диспетчеризации, а потом автоматизируют головной узел (головные регулировочные щиты или насосные станции), распределительные сооружения из межхозяйственного канала в распределительную сеть.

При полной автоматизации управление водой идет от головного водозаборного узла до хозяйственного водовыдела в обычной оросительной системе и до картового оросителя в рисовой системе.

Наиболее устроенная часть оросительной системы считается межхозяйственная. Межхозяйственные каналы имеют высокий КПД, фильтрационные и технические потери минимальны, гидротехнические сооружения поддерживаются на относительно высоком уровне, организован учет воды по всем точкам распределения различными способами.

Внутрихозяйственные каналы находятся в более неудовлетворительном состоянии. Происходят значительные потери воды на гидротехнических сооружениях, русло и дамбы каналов не обработаны, ухудшается мелиоративное состояние земель. Поэтому при переустройстве и улучшении работы внутрихозяйственной оросительной системы необходимо:

улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель за счет строительства закрытой и реконструкции открытой коллекторно-дренажной сети, систематически проводить эксплуатационные и строительные планировки;

повысить водообеспеченность системы путем сокращения фильтрационных и технических потерь воды из кана-

лов, круглосуточных поливов, организации повторного использования сбросных и дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур;

укрупнить и выровнить поливные участки, особенно на полунпженерных системах, выровнить и перестроить каналы неинженерного профиля на каналы-лотки или каналы с облицовкой железобетонными одеждами, монолитными или из сборного железобетона;

оборудовать каналы гидротехническими сооружениями и в первую очередь приставками или насадками для устройства на них измерительных приборов стокомеров и водомеров;

перевести открытую внутрихозяйственную систему в закрытую или комбинированную, при этом постепенно сокращая протяженность, а частично переводя на закрытую коллекторно-дренажную сеть.

Опыт эксплуатации показал, что перевод на закрытую или комбинированную оросительную внутрихозяйственную систему — наиболее эффективное и вполне оправдывающее себя мероприятие, поэтому в последнее время и применяется в больших размерах. КПД такой системы повышается до 0,96—0,98; она может быть переведена на автоматизацию распределения воды с одного пульта управления.

Проведение противофильтрационных мероприятий на межхозяйственной или внутрихозяйственной сети, повышение КПД каналов — одна из важнейших задач переустройства оросительных систем. Фильтрация из каналов не только ухудшает мелиоративное состояние земель, вызывая подъем уровня грунтовых вод, но и сокращает водообеспеченность, а следовательно, поливные участки недополучают значительное количество воды и урожаи сельскохозяйственных культур на орошаемых землях снижаются.

Но прежде чем запланировать устройство противофильтрационных мероприятий, необходимо детально изучить величину потерь на существующих внутрихозяйственных каналах и только тогда выбирать типы «одежд».

Переустройство внутрихозяйственной оросительной и коллекторно-дренажной сети, а также капитальная планировка орошаемых земель должны проводиться комплексно строительными-монтажными управлениями.

Эксплуатационная гидрометрия

Гидрометрия — наука о методах и средствах определения величин, характеризующих режим водных объектов.

Эксплуатационной гидрометрии уделяется большое внимание. Правильная организация ее позволяет учитывать и рационально распределять оросительную воду по системе, поддерживать хорошее мелиоративное состояние орошаемых земель, обеспечивая высокую урожайность сельскохозяйственных культур.

В задачу эксплуатационной гидрометрии входит:

получение точных данных поступления и распределения воды в целом по системе, выраженных в секундных расходах и нарастающим итогом как по отдельным каналам, так и по системе в целом.

оборудование оросительных систем наиболее современными водоизмерительными устройствами и средствами автоматизации и телемеханизации, своевременная тарифовка гидротехнических сооружений;

четкий контроль поступления, использования и сброса оросительной воды потребителями и водопользователями;

определение потерь воды из межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов оросительных и обводнительных систем;

составление полного водного баланса оросительных систем;

оборудование всех вновь строящихся и реконструируемых гидротехнических сооружений на открытых оросительных системах приставками, насадками или другими приспособлениями для установки водоизмерительных приборов;

102 оснащение оросительных систем всевозможными гидрометрическими, метеорологическими, гидравлическими

приборами и оборудованием для изучения режима их работы.

При выполнении основных задач эксплуатационной гидрометрии возможны плановое регулирование воды во всех необходимых точках, получение достаточно полных данных о движении оросительной воды на любом участке системы.

Весь этот комплекс работ выполняется при своевременной и правильной организации гидрометрических постов.

Сеть учетных гидрометрических постов или пунктов должна охватывать всю ирригационную сеть, начиная от водоемисточника, питающего систему, до водовыпуска во временный ороситель.

На оросительной системе обычно существует несколько типов и схем гидрометрических постов. По назначению водомерные посты на оросительной системе подразделяются на:

- опорные, расположенные на водоемисточнике выше водозаборного сооружения, забирающего воду в оросительную систему;

- головные, расположенные в головной части магистрального или распределительного канала ниже водозаборного сооружения;

- посты, устанавливаемые на головных участках распределительных и межхозяйственных каналов, на водовыделах в хозяйственную сеть;

- посты, устанавливаемые на межхозяйственных каналах на границе эксплуатационных участков оросительной системы;

- внутрихозяйственные, устанавливаемые непосредственно внутри хозяйства на каналах хозяйственного значения.

По конструкции водомерные посты на оросительной системе бывают: простые, на которых уровни и расходы воды отсчитывают непосредственно по делениям рейки (реечные и свайные), а также оборудованные водосливами и измерительными порогами;

- автоматические, основанные на принципе автоматического фиксирования датчиками колебания уровня воды и по линии связи передающие их регистрирующему устройству. Датчиком обычно может быть поплавковое или манометрическое устройство.

В качестве регистрирующих устройств применяют самописцы различных конструкций короткого (24 ч), среднего (3—6 сут.) и длительного (до 32 сут.) действия.

Имеется много типов самописцев уровня воды, отличающихся друг от друга некоторыми конструктивными особенностями. На оросительных системах наиболее широко применяют самописцы системы «Валдай» с суточным заводом часового механизма и ГР-38 — самописец длительного действия, рассчитанный на непрерывную работу без заводки часов до 32 сут.;

дистанционные, оборудованные приборами, позволяющими измерять уровни воды на значительном расстоянии от объекта. Существуют различные системы передачи информации положения уровней на расстояние: гидравлическая, механическая, электрическая и радиоэлектрическая.

В состав основных работ по обеспечению производства необходимых измерений и наблюдений входят:

подготовительные — согласование и утверждение схемы установки гидрометрических постов, проектирование оборудования постов, постройка постов и обеспечение их необходимым оборудованием для производства работ;

текущие — производство наблюдений и измерений по определению стока, поддержание в исправном состоянии сооружений, механизмов, приборов и оборудования, текущий ремонт имеющегося оборудования;

обработка материалов — полевые записи наблюдений и измерений, первичная обработка материалов записей в объеме для оперативного использования данных наблюдений, периодическая отчетность.

Учет расхода воды гидрометрическим методом

Величину стока или расхода воды определяют несколькими методами, основные требования к которым — точность, надежность, простота устройства водоучитывающих приборов.

На каждой оросительной системе учитываться и распределяться вода должна с учетом пригодности метода для конкретных условий.

Сущность гидрометрического метода заключается в определении расхода непосредственно в русле по замерам живого сечения и средней скорости потока.

Состав работ при русловом методе учета складывается из параллельных измерений в створе русла расходов воды и горизонтов для определения зависимости $Q = f(H)$, последующих контрольных измерений для уточнения и исправления найденной зависимости. Следовательно, измерение расхода сводится к определению площади живого сечения и скоростей течения в различных его точках с последующим определением средней скорости.

При измерении расхода воды весь комплекс работ по организации гидрометрических наблюдений складывается из выбора участка канала и организации на нем постоянного створа для измерений расходов воды и наблюдений за ее горизонтом. Участок канала, на котором организуют пост, должен правильно отображать гидравлический режим потока и удовлетворять следующим требованиям:

- дно и откосы канала должны быть устойчивыми. Их желательно закрепить железобетонными плитами или каменной отмосткой;

- не должно быть влияния подпора на режим потока, независимо от причин его возникновения, так как последний может нарушить связь между расходами и горизонтами воды;

- участок должен быть прямолинейным, длиной не менее пятикратной ширины канала по верху 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 и переносят на них высотные отметки.

Наиболее просты по своему устройству речные посты. Их широко применяют на оросительных системах Северного Кавказа и Поволжья. Для наблюдения за горизонтами воды служат водомерные рейки, помещаемые в русле канала или в специально устроенном месте со свободным к нему доступом (береговой колодец), где уровень воды одинаковый с уровнем потока в канале. Их выпускают металлическими, деревянными, железобетонными и пластмассовыми с ценой деления 2 см.

Наклонные рейки устанавливают на участках каналов, имеющих искусственное крепление. Эти рейки размечают на деления, равные $\frac{2}{\sin \alpha}$, где α — угол наклона рейки к горизонту. В этом случае цена деления наклонной рейки соответствует 2 см вертикальной рейки.

Для измерения скоростей течения воды по сечению потока необходимо получить по каждой вертикали удельный расход, определяемый произведением средней скорости по вертикали на ее глубину.

Глубину на вертикали и расстояние определяют соответствующими измерениями, а средние скорости по вертикали — измерением скоростей в нескольких характерных точках.

В эксплуатационной гидрометрии средняя скорость по вертикали может быть определена двухточечным методом, который требует при измерении расходов воды наименьших затрат времени:

$$V_{cp} = \frac{V_{0,2h} + V_{0,8h}}{2}.$$

При двухточечном способе скорости измеряют на 0,2 и 0,8 h. Средняя скорость рассчитывается как средняя арифметическая этих скоростей. Практика показала, что точность измерений или возможная ошибка не превышает $\pm 2\%$.

При измерении скорости в одной точке средняя скорость определяется как

$$V_{cp} = V_{0,6h}.$$

Вероятность ошибки определения средней скорости при этом методе не превышает $\pm 3-4\%$. При определении средней скорости по поверхностной скорости потока необходимо пользоваться поправочными коэффициентами K:

$$V_{cp} = KV_{пов}.$$

Многими измерениями в эксплуатационной практике было установлено, что коэффициент K колеблется от 0,75 до 0,95 и довольно устойчивые значения имеет в пределах от 0,82 до 0,88, а следовательно, на практике его следует принимать равным 0,85 и средняя скорость по вертикали для каналов в земляном русле равна: $V_{cp} = 0,85V_{пов}$.

Для измерения скорости течения воды используют: поплавки различных конструкций, гидрометрические вер-

между скоростью потока и гидродинамическим давлением, гидродинамические флюгеры, гидродинамические динамометры, построенные на зависимости скорости от степени изгиба тензометрической пружины под влиянием динамического давления, ультразвуковые измерители скорости и радиоактивные измерители скорости с применением различных изотопов.

Основным прибором для определения скоростей течения в различных точках живого сечения потока в эксплуатационной гидрометрии в полевых условиях на оросительных каналах служит гидрометрическая вертушка — наиболее точный измерительный прибор.

Типы и конструкции гидрометрических вертушек различны. Вертушка состоит из ходовой части с лопастным винтом и контактным механизмом, корпуса вертушки, стабилизатора направления и сигнального устройства.

Наиболее надежны и удобны в работе в разнообразных условиях вертушки системы Н. Е. Жестовского и П. Н. Бурцева.

Гидрометрические вертушки ГР-21 и ГР-21М — это усовершенствованные вертушки Н. Е. Жестовского. Они пригодны для измерения скорости течения воды водотока в диапазонах от 0,15 до 5 м/с. Более точные показания получаются при скоростях от 0,2 до 2 м/с. Погрешность измерений скоростей при этом составляет $\pm 2\%$. При других диапазонах скоростей эта погрешность возрастает до $\pm 4-6\%$.

Вертушки ГР-21 и ГР-21М надежны в работе и износоустойчивы. Но их лопастные винты имеют значительные моменты инерции, поэтому они мало пригодны для измерения скоростей в потоках с большой турбулентностью.

Гидрометрическая вертушка ГР-55 по конструкции сходна с вертушкой ГР-21; только за счет малого размера лопастного винта значительно меньше вертушки ГР-21 и называется малогабаритной. Ее применяют при малых глубинах потока.

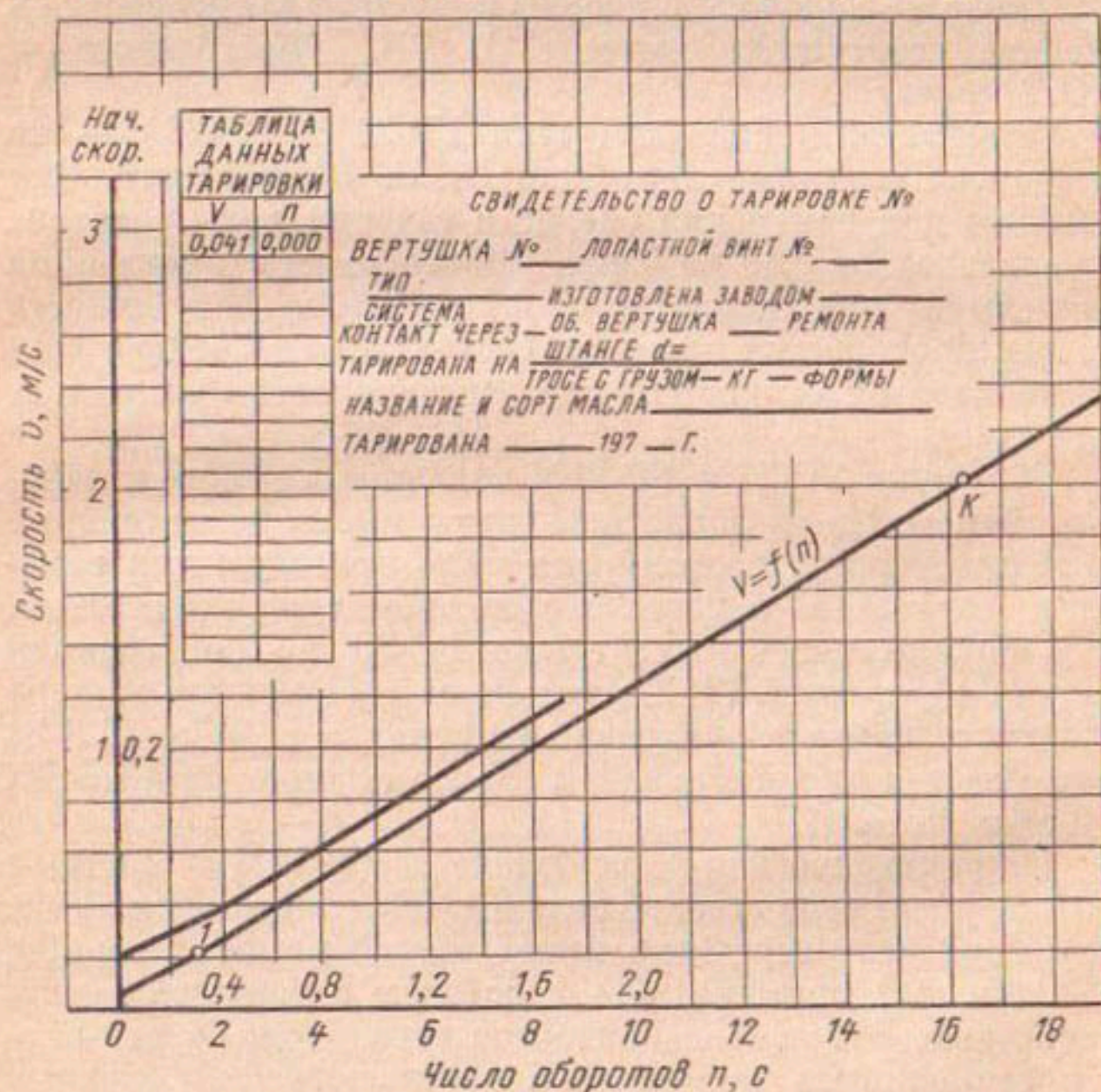
Гидрометрическая вертушка ГР-11М системы П. Н. Бурцева существенно отличается от описанных выше. Лопастной винт вертушки имеет малый момент инерции, что позволяет применять ее в потоках с большой турбулентностью. Замыкание контактов через один оборот винта и возможность записи на ленте хронографа позволяют использовать ее для изучения пульсации скорости.

Каждую вертушку после цикла измерений следует очистить, вытереть насухо и упаковать в ящик.

Правильность показаний вертушки во многом зависит от тщательного ухода за ней как во время работы, перевозки, хранения, так и своевременной тарировки. Даже новейшие типы вертушек, на которых проведено более 50 измерений расхода с небольшой мутностью независимо от их состояния, направляют на тарировку.

Для вычисления скоростей течения воды при измерении их гидрометрической вертушкой необходимо знать зависимость между числом оборотов лопастей n и скоростью воды в канале. Для каждой вертушки эта зависимость различна и дается в прилагаемом к вертушке свидетельстве о тарировке в виде графика зависимости.

Для удобства пользования графиком для каждой вертушки составляют тарифовочные таблицы (рис. 7).



Порядок составления тарифовочных таблиц следующий: в первом вертикальном столбце таблицы дают значения числа оборотов n с точностью до десятых долей, а в верхней строчке величину n с точностью до сотых. В тарифовочную таблицу сначала вписывают начальную скорость вертушки, которую снимают непосредственно с графика и выписывают на пересечении первой строки и первого столбца таблицы. Для определения малых значений скорости служит нижний участок графика, построенный в укрупненном масштабе. Этот участок в зависимости от крутизны кривой разбивают ординатами на такое количество отрезков, чтобы они могли быть приняты за отрезки прямой. В точках пересечения ординат с графиком, т. е. на границах отрезков, снимают непосредственно значение скорости и вписывают в соответствующую клетку таблицы, а промежуточные значения скорости вычисляют по интерполяции через сотую оборота.

Значения скорости, выходящей за пределы участка графика укрупненного масштаба, определяют с учетом прямой, построенной в более мелком масштабе. Для этого непосредственно на графике прямой выбирают две точки: одну возможно ближе к ее верхнему концу, а вторую внизу — там, где прямая линия переходит в кривую. Затем находят значения V и n для этих точек. После этого вычисляют средние приращения скорости, соответствующие приращению числа оборотов на 0,01 по зависимости:

$$\Delta V = \frac{V_k - V_1}{n_k - n_1} \cdot 0,01,$$

где n_k , V_k — значения числа оборотов и скорости для верхней точки;

n_1 , V_1 — значения числа оборотов и скорости для нижней точки.

Первое значение V_k для прямой принимают таким, каким оно получилось для нижней точки. Следующее значение скорости (через 0,01) получают последовательным суммированием. Окончательные значения V округляют до трех знаков после запятой, если $V < 1,0$ м/с, и двух знаков, если $V \geq 1,0$ м/с.

Вычисленные значения скорости проверяют на выборку по графику через 0,5 оборота.

После организации и оборудования гидрометрических постов, а также проверки готовности к учету воды при-

ступают к периодическим измерениям расходов воды на посту для определения зависимости между Q и H и для ежедневного наблюдения за горизонтами воды.

Скорость течения измеряют в точках на выбранных скоростных вертикалях, количество которых назначают в зависимости от ширины канала и глубины воды в нем.

В практике эксплуатационной гидрометрии наиболее оптимальное количество вертикалей для оросительных каналов назначают следующее:

при ширине канала менее 5 м,	глубине менее 1 м — 3
то же	5—10 м, » более 1 м — 5
» »	5—10 м, » менее 1 м — 7
» »	5—10 м, » более 1 м — 7
» »	10—20 м, » менее 1 м — 9
» »	более 20 м, » более 2 м — 10

Средняя вертикаль располагается по оси канала. Расстояния между другими скоростными вертикалями, как правило, должны быть равны между собой. При четырех и более вертикалях две вертикали должны обязательно располагаться у подошвы откосов (трапецеидального сечения канала).

Если необходимо уточнить величину расхода в створе или при работах, связанных с детальным изучением распределения скоростей по вертикали, применяют многоточечный или трехточечный способ измерения скорости. При многоточечном способе и совершенно свободном русле берут точки по вертикали 0,2; 0,6; 0,8h; поверхн.; дно.

При трехточечном способе (заросшее русло) принимают точки 0,15, 0,5, 0,85h; при свободном русле — 0,2, 0,6, 0,8h.

Продолжительность нахождения вертушки в каждой точке определяют следующими правилами:

при поступлении четырех и более сигналов с хорошей пульсацией можно прекращать измерения через 100—120 с;

если в течение 100—120 с поступил лишь один сигнал, то при нормальной пульсации наблюдения продолжают до четвертого сигнала;

при более редком поступлении сигналов или при плохой пульсации в графе хронометража записывают «начальная скорость».

Пульсация считается нормальной, если при четком числе сигналов время первой его половины отличается от

времени второй не более чем на 10%. Секундомер включают не сразу, а пропустив два-три первых сигнала.

После измерения скоростей течения воды приступают к обработке полевых данных. Расходы воды можно определить аналитическим, графическим и графо-аналитическим способами. В практике эксплуатационной гидрометрии применяют в основном аналитический, как наиболее простой и требующий меньше времени. При идеальном распределении скоростей течения в потоке он дает удовлетворительную точность.

Расход воды, измеренный вертушкой, вычисляют в определенной последовательности. Для каждой измеренной точки вертикали по ранее полученным полевым данным числа оборотов лопастей вертушки N и продолжительности наблюдений T вычисляют число оборотов лопастей в 1 с:

$$n = \frac{N}{T}.$$

Величину n вычисляют с точностью до 0,01 оборота. По числу оборотов в данной точке по таблице определяют скорость течения. Среднюю скорость течения на скоростной вертикали подсчитывают по общеизвестным формулам.

Суммируя частичные расходы, вычисляют общий расход в данном створе:

$$Q = \kappa \cdot V_1 \cdot \omega_1 + \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \omega_2 + \dots + \frac{V_{n-1} + V_n}{2} \cdot \omega_n + \kappa V_n \cdot \omega_{n+1},$$

где $V_1, V_2 \dots V_n$ — средние скорости на вертикалях;

$\omega_1, \omega_2 \dots \omega_n$ — площади водного сечения между вертикалями;

κ — коэффициент для скоростей на прибрежных вертикалях, принимаемый равным 0,7 при пологом берегу, 0,8 — при обрывистом, 0,9 — при гладкой бетонной стенке.

При устойчивом русле с неизменной шероховатостью и равномерном режиме расход воды является функцией напора. В обычных условиях взаимосвязь между Q и H лишь приближается к той или иной степени строгой математической зависимости. На руслах, проходящих в есте-

ственных грунтах, устойчивых идеальных участков не бывает. Даже при расположении створа на таком участке на связь между Q и H может сказаться влияние неустойчивого режима ниже участка и влияние переменного уклона.

При построении кривых расходов в первые дни работы канала, как правило, проводят не менее пяти—семи измерений расходов при уровнях от минимального до максимального в срок от пяти до десяти дней.

В течение оросительного сезона проводят контрольные измерения расходов для проверки полученной в первые дни работы канала зависимости. Частота контрольных измерений зависит от степени деформации русла канала. При наличии устойчивого русла эти замеры проводят один раз в декаду. В земляных каналах с явными процессами деформации и заросших руслах контрольные измерения расходов необходимо проводить два-три раза в декаду.

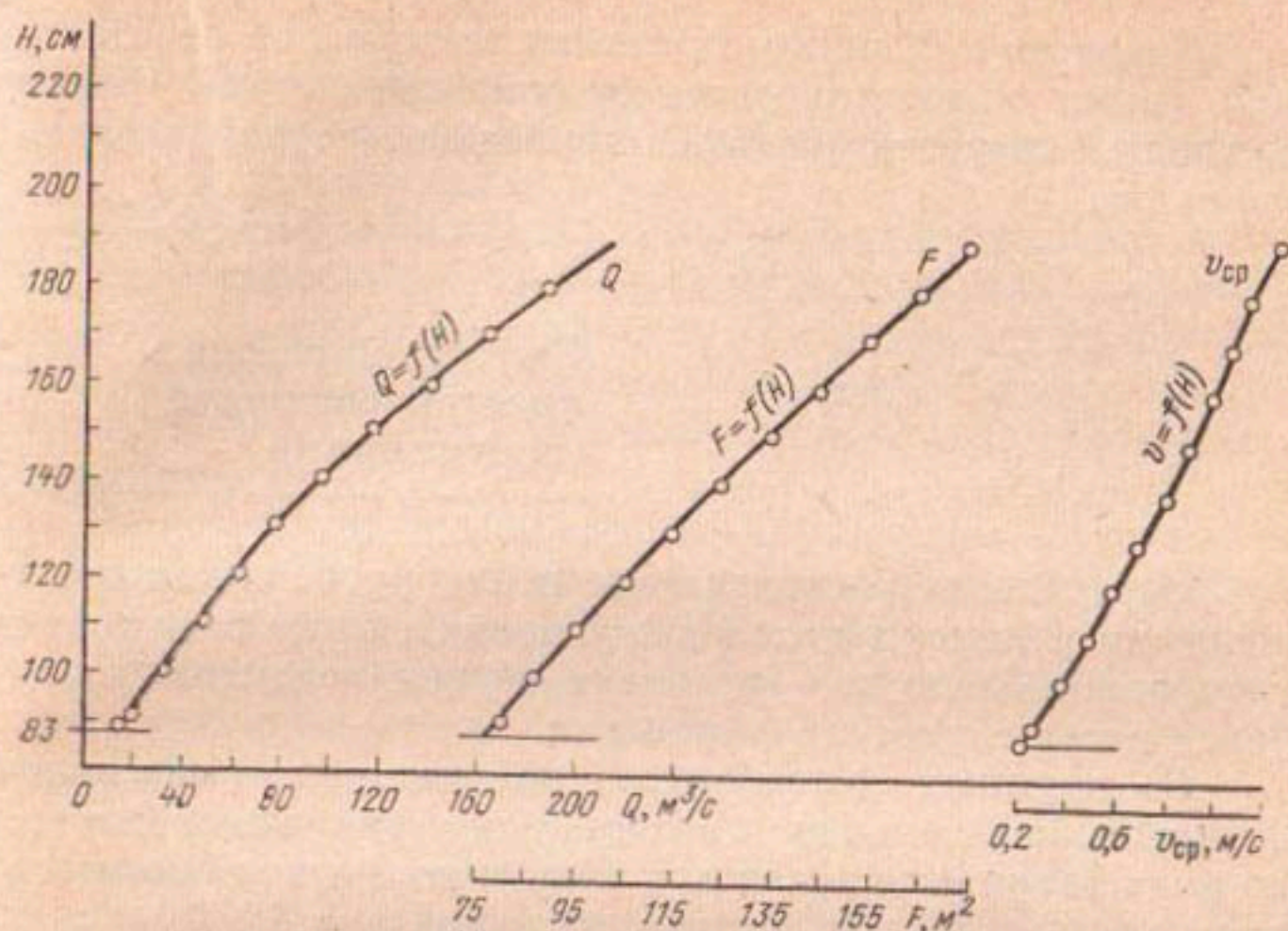
Для построения кривой зависимости, устанавливающей связь между расходами и горизонтами воды, обычно пользуются графическим способом, причем за ось горизонтов принимают вертикальную ось, за ось расходов — горизонтальную. Масштаб горизонтов должен соответствовать масштабу расходов таким образом, чтобы кривая расходов имела наклон к осям под углом в пределах 45° .

Для дальнейшего анализа измеренных расходов во взаимосвязи с другими гидравлическими характеристиками строят три кривых (рис. 8): кривую расходов воды $Q = f(H)$, кривую площадей поперечных сечений $F = f(H)$ и кривую средних скоростей $V_{ср} = f(H)$.

Зависимость средней скорости $V_{ср}$ менее определенная, так как на величину скорости влияет шероховатость русла, продольный уклон водной поверхности и гидравлический радиус.

Русловый метод учета воды на оросительных каналах при общей схеме организации наблюдений, как отмечалось выше, предусматривает устойчивый участок русла в отношении его геометрических форм, постоянного высотного положения, постоянства заложений и уклона, сохранения однородности коэффициента шероховатости.

В эксплуатационной гидрометрии для измерения расхода воды пользуются также поплавками различных конструкций. Поплавки применяют тогда, когда не требуется



Р и с. 8. Кривые зависимостей $Q=f(H)$; $F=f(H)$; $V=f(H)$

самый простой, доступный, не требующий сложного и дорогостоящего оборудования.

Поплавки бывают поверхностные, глубинные и поплавки-интеграторы. В качестве поверхностных поплавков чаще используют деревянные цилиндрические кружки высотой не более 5 см.

При измерении скорости воды поверхностными поплавками необходимо:

иметь прямолинейный участок канала с одинаковой шириной по верху;

скорость воды измерять желательно в тихую погоду или при небольшом боковом ветре;

расстояние между крайними створами выдерживать таким, чтобы продолжительность хода поплавков между ними была не менее 20 с.

Глубинные поплавки обычно состоят из двух частей, соединенных между собой тонкой нитью: верхнего, имеющего достаточную плавучесть для поддержания нижнего поплавка, погруженного в воду на глубину h , и нижнего, который должен быть немного тяжелее воды, чтобы он не всплывал в турбулентном потоке.

Скорость поплавков из легких материалов необтекаемой формы мало отличается от скорости потока. Обычно среднюю скорость потока принимают равной скорости поплавка.

Измерение расходов воды протарированными сооружениями

Определение расходов воды протарированными сооружениями рекомендуется в тех условиях, когда сооружение не приспособлено для установки на нем водомерных приборов или в случае их отсутствия.

На крупных сооружениях, на которых в настоящее время не представляется возможным установить водомеры по ряду технических причин, учитывать расход оросительной воды необходимо методом их тарировки.

Подлежащие тарировке сооружения должны отвечать следующим требованиям:

быть совершенно исправными: без деформаций, частичных разрушений, с исправными регулировочными устройствами (отсутствие перекосов щита, поломок, изогнутостей, полное перекрытие отверстий);

должны быть обеспечены плавным, с незначительными скоростями подходом воды к сооружению при боковом расположении водозабора, а при фронтальном — симметричным подходом потока по всей ширине отверстия сооружения;

не иметь отложений наносов в районе сооружения, могущих изменить характер подхода потока к сооружению или характер истечения его через порог отверстия;

иметь однообразный характер истечения потока при различных напорах и положениях регулировочных устройств;

иметь достаточную величину перепада Z (не менее 5 см), а затопление струи — не более чем 0,8;

должны быть обеспечены переменным влиянием работы соседних сооружений на тарируемое сооружение.

Метод учета воды тарированными сооружениями заключается в определении величины секундных расходов по формуле:

$$Q = 4,43 m \omega \sqrt{Z},$$

где m — коэффициент расхода;

Z — разность отметок горизонтов воды в верхнем и нижнем бьефах.

Наиболее сложным является правильный выбор величины, учитывающей сопротивление потока при движении его через сооружение, так как значение коэффициента расхода неодинаково не только для разных типов сооружений, но и для данного сооружения при различных режимах работы.

Основная задача тарировки данного сооружения — определение коэффициента m опытным путем при измерении всех элементов, входящих в формулу.

Тарировку выполняют путем инструментальных измерений расходов воды с одновременным определением гидравлических элементов сооружения.

Перед началом тарировки промеряют глубину по створу с количеством промерных вертикалей в зависимости от ширины канала по верху, но не менее 4—5. Скорость может измеряться двухточечным, трехточечным или пятиточечным способом.

За горизонтом воды в верхнем и нижнем бьефах наблюдают в начале и в конце измерения расхода.

Количество определений расхода, обеспечивающее получение наиболее полных данных, должно быть максимальным и не менее 18—20. Расход воды обычно замеряют дважды при разных величинах подщитовых отверстий и горизонтов воды в канале.

Замеренные расходы и гидравлические элементы записывают в специальную ведомость, куда вписывают: номера измеренных расходов воды; дату измерения; горизонты воды в верхнем H_v и нижнем бьефе H_n ; разность отметок горизонтов воды Z ; расход воды Q ; высоту поднятия щитов $h_{щ}$; площадь подщитового отверстия ω .

Коэффициент расхода воды определяют по формуле:

$$m = \frac{Q}{4,43 \omega \sqrt{Z}},$$

где ω — площадь отверстия сооружений, m^2 .

Если величины коэффициентов расхода разнятся между собой в пределах $\pm 5,0\%$, то для протарированного сооружения подсчитывают среднеарифметическую величину коэффициента расхода:

$$m = \frac{\sum m}{n},$$

где n — число замеров.

Полученную величину m вводят в основную формулу. Эта формула и является тарифовочным уравнением сооружения, на основании ее составляют тарифовочную таблицу.

Таблица по вертикальной шкале отображает величину перепадов Z через каждый сантиметр, а по горизонтали — высоту поднятия щита $h_{щ}$ через каждые 5 см.

Учет расхода воды водосливами и насадками

На межхозяйственных и внутрихозяйственных каналах, а также временных оросителях с расходом от нескольких десятков литров до $3 \text{ м}^3/\text{с}$ и более широко используют для учета расхода воды водосливы с тонкой стенкой, особенно трапецеидального сечения.

Водосливы с тонкой стенкой бывают трапецеидальной формы с наклоном ребра $m = 0,25$ (Чипполетти), $m = 1$ (Иванова), а также треугольный водослив Томсона.

Водосливы могут быть переносные небольших размеров и стационарные, выполненные из дерева, полиэтилена, бетона, металла. Их применяют на каналах с чистой водой. Для каналов, транспортирующих мутную воду, устраивают водосливы с транзитным (под порогом) отверстием на период его нерабочего положения.

Расход воды, протекающей через трапецеидальный водослив (Чипполетти), определяют по формуле:

$$Q = 1,86bH_1\sqrt{H},$$

где b — ширина порога водослива, м;

H — напор на водосливе, м.

Данная формула учитывает, что вода через водослив проходит при малой подходной скорости — не выше $0,20 \text{ м/с}$.

Треугольные водосливы Томсона применяют реже и только на каналах с небольшими расходами — $10\text{—}20$ и не более 50 л/с , относительная погрешность измерения расхода $\pm 3\%$.

Расход водослива равен:

$$Q = 1,4H^{5/2}.$$

Для определения расхода около водослива на расстоянии двух-, трехкратного максимального напора на водосливе устанавливают рейку или самописец для фиксирования напора на пороге водослива.

При установке водосливов описанных конструкций порог водослива устанавливается строго горизонтально и нормально к направлению струи, отметка нуля рейки должна быть равна метке порога водослива, водосливы должны работать незатопленными, мерная рейка или самописец уровня устанавливается от порога водослива на расстоянии, равном не менее трех максимальных напоров; перед водосливом устраивается успокоительный бассейн, чтобы подходная скорость к водосливу не превышала 0,15—0,20 м/с; длина прямолинейного участка выше водослива и должна быть не менее 10—15-кратной ширины порога водослива, ниже — не менее пятикратной.

Водослив Иванова применяют как при свободном истечении воды (незатопленный), так и при затопленном.

Затопленные водосливы рекомендуются на каналах с небольшими уклонами и на коллекторно-дренажной сети, где нельзя создавать значительного подпора, а также измерения расхода на каналах с расходом до 3—5 м³/с. Затопленные водосливы следует применять при затоплении до 80%, т. е. при соотношении высоты слоя воды над порогом водослива в нижнем бьефе h , к высоте слоя воды $\leq 0,8$. Максимальный напор воды над порогом не должен превышать $1/3$ ширины порога.

Измерение расхода состоит в определении разности отсчетов по двум расходным рейкам (верхней и нижней).

Расход воды затопленного водослива равен:

$$Q_{\text{зат}} = Q - g.$$

Верхняя рейка показывает расход воды Q через незатопленный водослив, а нижняя — затопленный расход воды g , который уменьшает пропускную способность водослива.

При необходимости измерения воды затопленным водосливом при $h/N > 0,8$ расход воды определяют:

$$Q = mb\sigma_n \sqrt{2g} H^{3/2},$$

где m — коэффициент расхода;

b — ширина порога водослива;
 H — напор на пороге водослива;
 g — сила тяжести.

σ_{Π} — коэффициент подтопления.

Величина коэффициента подтопления σ_{Π} в зависимости от h/H приводится в таблице 9.

Таблица 9

ВЕЛИЧИНА КОЭФФИЦИЕНТА ПОДТОПЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ
 ОТ СООТНОШЕНИЯ h/H (ПО ДАННЫМ М. ИВАНОВА)

h/H	σ_{Π}	h/H	σ_{Π}	h/H	σ_{Π}
До 0,7	1,00	0,90	0,739	0,98	0,360
0,75	0,974	0,92	0,676	0,99	0,257
0,80	0,928	0,94	0,598	0,995	0,183
0,83	0,889	0,95	0,552	0,997	0,142
0,85	0,855	0,96	0,499	0,998	0,116
0,87	0,815	0,97	0,436	0,999	0,082

Требования, предъявляемые к установке водослива Иванова, те же, что и к установке Чишполетти, за исключением затопления. При свободном истечении погрешность измерения расхода составляет $\pm 2\%$, с затоплением до $\pm 5\%$.

Для учета оросительной воды на мелкой ирригационной сети применяют водомерные затопленные насадки с пропускной способностью до 500 л/с.

Точность учета воды затопленными насадками $\pm 5\%$.

По форме поперечного сечения отверстия насадок

Таблица 10

РАЗМЕРЫ НАСАДОК КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ
 (ПО ДАННЫМ М. В. БУТЫРИНА)

Номер насадки	Диаметр выходного отверстия, см	Диаметр входного отверстия, см	Длина насадки, см	Перепад горизонтов воды верхнего и нижнего бьефов, см	Пропускная способность, л/с
1	10	20	20	20	15
2	15	29	30	20	35
3	25	48	50	25	100
4	30	57	60	25	150
5	35	57	70	25	200
6	40	76	80	25	300

Таблица 11

РАЗМЕРЫ НАСАДОК КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ

Номер насадки	Сторона выходного отверстия, см	Сторона входного отверстия, см	Длина насадки, см	Перепад, см	Пропускная способность, л/с
1	10	20	20	20	20
2	15	29	30	20	45
3	20	38	40	25	85
4	25	48	50	25	130
5	30	57	60	25	190
6	35	67	70	25	260
7	40	76	80	25	330

Таблица 12

РАЗМЕРЫ НАСАДОК ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

Номер насадки	Высота выходного отверстия, см	Ширина выходного отверстия, см	Высота входного отверстия, см	Ширина входного отверстия, см	Длина насадки, см	Перепад, см	Расход, л. с.
1	10	20	19	29	30	20	37
2	15	30	29	44	45	20	82
3	20	40	38	58	60	25	105
4	25	50	47	72	75	25	250
5	30	60	57	87	90	25	370
6	35	70	66	101	105	25	500

могут быть круглые, квадратные или прямоугольные (табл. 10—12).

Расход воды, проходящей через насадок, определяют по формуле:

$$Q = m\omega\sqrt{2gZ},$$

где ω — площадь выходного отверстия, м²;

Z — напор на сооружении, м;

m — коэффициент расхода, определяемый опытным путем.

Значения его можно принимать:

для круглого сечения $m=0,95$;

для квадратного и прямоугольного сечения $m=0,925$.

Расчетные формулы для насадка, монтируемого в нижних бьефах сооружения:

круглого $Q = 3,9d^2 \sqrt{Z}$,
прямоугольного $Q = 4,1ab \sqrt{Z}$,
квадратного $Q = 4,1a^2 \sqrt{Z}$.

Для нормальной работы насадка необходимо, чтобы отверстие его было затоплено, а пропускная способность соответствовала пропускной способности канала. Значения Z должны быть от 5 до 30 см.

На оросительных системах широко распространены копические сходящиеся насадки круглого сечения.

С помощью специальной переносной рейки А. П. Вавилова (на многих системах ее называют переносной вилкой) можно сразу определить напор на сооружении, при котором работает насадок.

Отсчет по рейке делают следующим образом: рейку как бы надевают на щит насадка, конец планки без шкалы опускают до горизонта воды в нижнем бьефе, а по планке со шкалой в верхнем бьефе берут отсчет, который соответствует фактической разности горизонтов. Положение рейки при этом должно быть строго вертикальным.

Чтобы ускорить подсчет расхода воды для каждого диаметра насадка, строят кривую зависимостей расхода от перепада Z . Лучше пользоваться таблицей расходов с интервалом изменения 1 см.

На планку вместо шкалы напоров наносят шкалу расходов, исходя из размеров данного насадка. Пользуясь такими расходомерными рейками, сразу на месте определяют расход, проходящий через насадок.

Измерение расхода воды на внутрихозяйственной и межхозяйственной оросительной сети можно автоматизировать путем установки на регулирующих сооружениях специальных водомерных устройств — насадок или приставок.

Установка насадка на сооружении вызывает отдельные недостатки. При небольшом общем перепаде на сооружении установка насадка значительно (до 25—30%) снижает пропускную способность сооружения. Не всегда можно обеспечить затопление насадка при всех режимах работы сооружения.

Если нужно сохранить командование и пропускную способность канала, устанавливают приставки перед входом в сооружение, в верхнем бьефе, или непосредственно в канале.

На приставках могут быть только такие чувствительные к перепаду приборы, как ДРС-60 и ДС-64М.

Приставки можно применять для измерения расхода в качестве местных сопротивлений на большинстве типов водорегулирующих сооружений оросительных систем.

При установке приставок необходимо соблюдать следующие требования:

приставка должна работать полным сечением трубы; точка отбора давления должна располагаться от входа на расстоянии диаметра трубы;

длина приставки по оси должна быть не менее 1,5—2 диаметров трубы.

Приставки монтируют из стандартного ряда железобетонных, асбестоцементных или металлических труб, применяемых в гидротехническом строительстве.

На оросительных системах Северного Кавказа для организации водоучета на сооружениях применяют насадки, устанавливаемые как в нижних бьефах сооружений, так и отдельных станках.

Автоматические приборы для учета расхода воды

На постах эксплуатационной гидрометрии применяют ряд лимниграфов типа: САНИИРИ-46 и 47, называемых двойными; «Валдай»; ГГИ-39; ГГИ-41; ВГС и др.

Лимниграфы — автоматические приборы для записи (фиксации) уровней воды в точках их установки на оросительных системах.

Разнообразные по конструкции существующие приборы-лимниграфы путем вращения барабана и перемещения пера при колебании уровня воды на ленте барабана графически вычерчивают кривую — лимниграмму, с помощью которой определяют уровень воды в канале в любой момент времени.

Лимниграф устанавливают на берегу возможно ближе к каналу в вертикальном колодце или помещают непосредственно в русло канала в специальном металлическом колпаке. Последние наиболее часто встречаются на ирригационных каналах.

В ирригации особенно распространен самописец уровня воды «Валдай» (СУВ-М), предназначенный для регистрации во времени изменения уровня воды в водотоках. Самописец состоит из двух основных узлов: поплавковой системы и записывающего механизма.

Предел регистрации уровня воды самописца «Валдай» — 6 м. Масштаб записи уровня 1:1, 1:2, 1:5, 1:10. Масштаб записи времени — 24 мм/ч. Ошибка в точности регистрации уровня воды самописца не превышает, мм:

При масштабе записи	1:1 ± 3,
« »	« 1:2 ± 5,
« »	« 1:5 ± 7,
« »	« 1:10 ± 10.

Среднесуточные горизонты по лимниграмме вычисляют различными способами в зависимости от характера записи колебания горизонтов. При плавном очертании среднесуточную величину можно вычислить как среднеарифметическое из горизонтов, взятых через определенные промежутки времени. При наличии большой неравномерности в записях площадь вычисляют планиметрированием.

На системах Северного Кавказа применяют самописец уровня воды СУВ-Н для записи изменений уровней во-

Основная техническая характеристика СУВ-Н

Тип	Показывающий, записывающий, поплавковый с ча- совым механизмом
Пределы измерения колеба- ний уровня воды, м	0 ± 0,75 0 ± 1,5
Точность измерения уровней воды, см:	
по шкале 0 ± 0,75 м	1
" " 0 ± 1,5 м	2
Масштаб записи:	
по шкале 0 ± 0,75 м	1 : 50
" " 0 ± 1,5 м	1 : 10
Наименьшая допустимая вы- сота установки от основа- ния прибора до верхнего уровня воды, м:	
при колебаниях уровня 0 ± 0,75 м	0,96
при колебаниях уровня 0 ± 1,5 м	1,71
Масса без поплавковой сис- темы, кг	9

ды в каналах оросительных систем при колебаниях их до 1,5 м. Прибор сконструирован институтом Южгипроводхоз совместно с Ростовским областным управлением водного хозяйства (Ростоблводхоз).

Водомер-полуавтомат ВПГ-54 поплавковый системы Глубшева служит для измерения расхода воды в оросительных каналах. Устанавливают его на сужающих устройствах любой формы типа конических пасадов с расходом до 5 м³/с.

Работа прибора основана на взаимодействии двух поплавков, расположенных в соответствующих пьезометрических трубах.

Водомер фиксирует расходы воды при разности давлений на сужающих устройствах от 2 до 50 см. Расчетная формула для сужающего устройства типа круглого пасада:

$$Q = 3,9d^2\sqrt{Z}$$

где d — диаметр выходного отверстия пасада, м;

Z — разность давлений воды на сужающем устройстве.

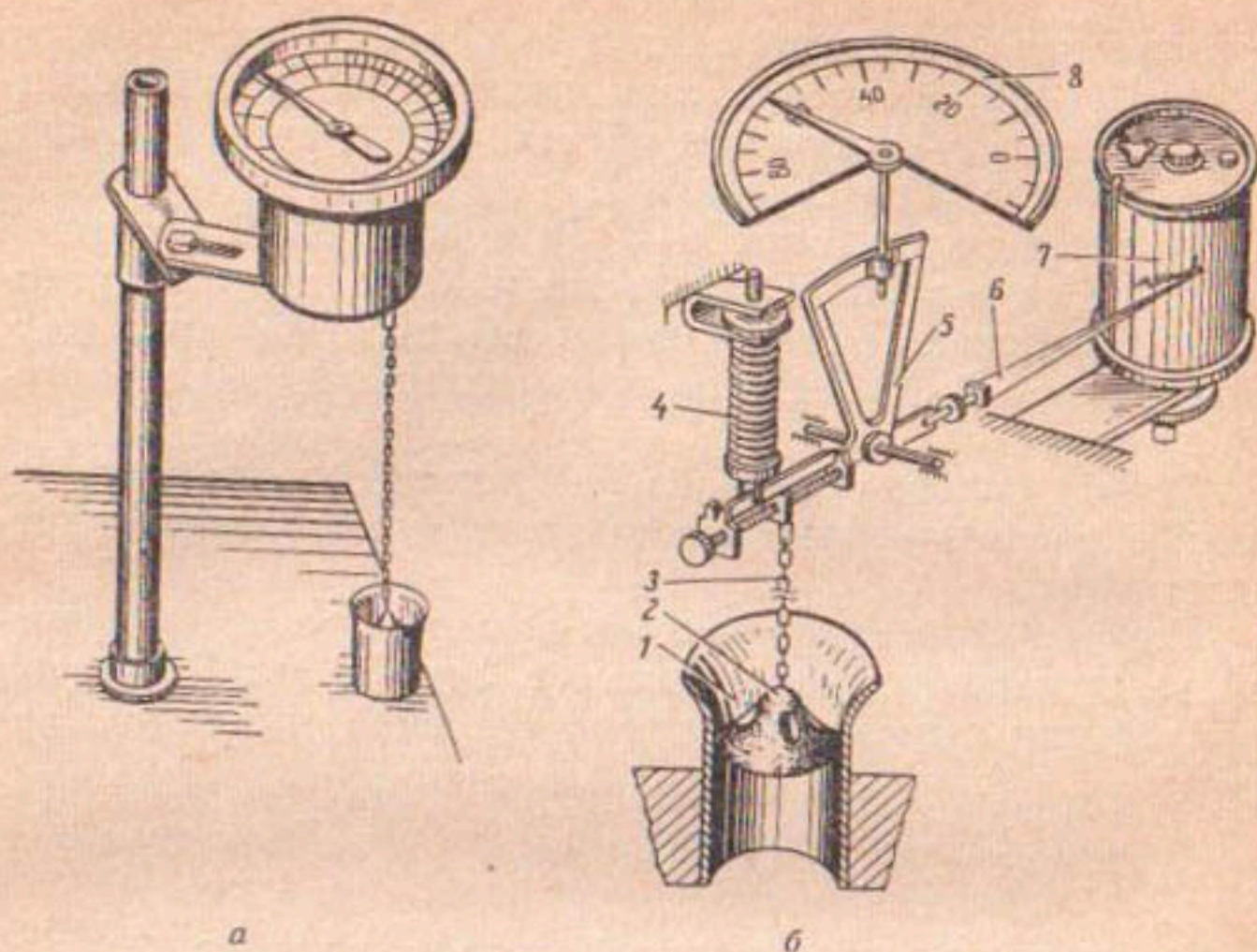
Во время работы водомера рабочая амплитуда колебания уровня воды в нижнем бьефе не должна превышать 60 см, при этом пасадов должен быть обязательно затоплен.

Водомер-полуавтомат ДРС-60 работает под действием разности давления в сужающем устройстве (пасадов, приставка), образующейся в результате сжатия потока.

Прибор состоит из патрубка, поршня на гибкой подвеске, вращающегося на горизонтальной оси сектора с рычагом, цилиндрической пружинки с регулировочным винтом, циферблата, на котором размечены расходные деления и стрелки (рис. 9).

Прибор устанавливают на кронштейне в оборудованном колодце так, чтобы патрубок и поршень находились в воде, а остальные части выше уровня воды. Ось поршня совмещают с осью патрубка.

На базе ДРС-60 разработан новый прибор ДРС-70 с устройством, записывающим расход. Прибор состоит из барабана с часовым механизмом и пера, соединенного с сектором расходоуказателя. Перо, воспринимая движение поршня через передаточное устройство, записывает расход на барабане.



Р и с. 9. Схема водомера ДРС-60:
 а — общий вид; б — схема прибора: 1 — патрубок, 2 — поршень; 3 — подвес;
 4 — пружина; 5 — сектор; 6 — рычаг с пером; 7 — барабан самописца; 8 — циферблат

Водомер-автомат ВДГ-58 применим для установки на всех водовыделах, распределительных узлах, оборудованных сужающими устройствами при условии их работы с затопленным источником.

Счетный механизм водомера непрерывно показывает секундные расходы в м³ и суммарные объемы воды в тыс. м³. Погрешность в измерении расходов и суммарных объемов не превышает $\pm 3\%$.

Водомер ДС-64М сильфонный конструкции ЮжНИИГиМа предназначен для измерения секундного и суммарного расходов воды на типовых трубчатых гидротехнических сооружениях оросительных каналов.

Принцип действия ДС-64М основан на использовании деформации чувствительного элемента прибора (сильфона) при воздействии на него изменяемого давления.

Водомер ДС-64М состоит из следующих основных узлов: сильфонной коробки, блока сильфона, корпуса водомера, приборной головки.

Сильфонная коробка имеет фланцы для подачи повышенного и пониженного давления.

Основная техническая характеристика ДС-64М

Расход, л/с	50—10 000
Измеряемый перепад на местном сопротивлении (насадка, приставка), мм под. ст.	0—500
Порог чувствительности по перепаду, мм	1,5—2
Точность определения расхода, %	± 2
Габариты, мм	2000×400×630
Питание регистратора стока	3 элемента „Марс“
Продолжительность работы регистратора стока без смены питания, сут.	200

Приборы следует хранить на стеллажах в сухом отапливаемом помещении.

Водомер ДС-64М рекомендуется на оросительных системах для измерения расхода воды на следующих сооружениях:

типовом трубчатом с насадкой САНИИРИ на расходы до 5 м³/с и диаметром труб до 1,5 м. Насадки могут быть бетонные или металлические;

с приставкой конструкции Краснова;

переездах с загонленной трубой с установкой водомера на расстоянии диаметра трубы от входа;

с забральной стенкой, рекомендуемой институтом САНИИРИ;

в отдельных стенках с установкой приставок Краснова.

Измерение расхода воды в каналах-лотках

Кроме известных методов определения расхода воды в открытых каналах, связанных с непосредственным измерением скоростной структуры, для лотков-каналов сотрудником ЮжНИИГиМа Л. Ф. Ольгаренко разработан новый метод, основанный на натурном и лабораторном опытном материале.

Данный метод гидравлического расчета лотков-каналов — новый подход к определению гидравлических сопротивлений с учетом режима движения, формы поперечного сечения и монтажных условий.

По предлагаемому методу коэффициент C равен:

$$C = \sqrt{\frac{8g}{\lambda}},$$

где λ — коэффициент гидравлического трения,

g — сила тяжести.

Гидравлические сопротивления в лотковых каналах находятся не в квадратичной области сопротивлений, а в двух областях гидравлических сопротивлений:

I зона, где $\lambda = f(R_e)$, и II зона, где $\lambda = f(R_e \cdot i)$.

Формулы по определению коэффициента гидравлического трения составлены для допустимых по нормам проектирований отклонений в высотном отношении дна лотков.

Разработаны номограммы для лотков-каналов полукруглой и параболической формы поперечного сечения, которые удобны и точны в практическом использовании и позволяют решать любые задачи, связанные с определением расхода воды. Номограммы (рис. 10, 11) состоят из двух частей. В верхней части их расположено семейство кривых скоростей, соответствующих определенным уклонам, в нижней — семейство кривых расходов и гидравлических радиусов, располагающихся по уклонам. Здесь же даны шкалы расходов, чисел Рейнольдса и глубины наполнения. В верхней части справа дан ключ к номограмме.

Чтобы по номограмме определить расход воды и скорость в лотке, необходимо знать глубину наполнения и уклон. Для этого на лотковом канале выбирают прямолинейный участок длиной не менее 50 м, который не находится в сфере влияния спада или подпора и соответствует равномерному режиму. По результатам имеющейся исполнительной нивелировки дна канала участок выбирают так, чтобы отклонения отдельных звеньев лотков в месте стыка их не превышали ± 30 мм.

Уклон водной поверхности определяется нивелированием между двумя граничными створами, как

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

где ΔH — разность отметок воды в верхнем и нижнем створе;

l — длина участка, м.

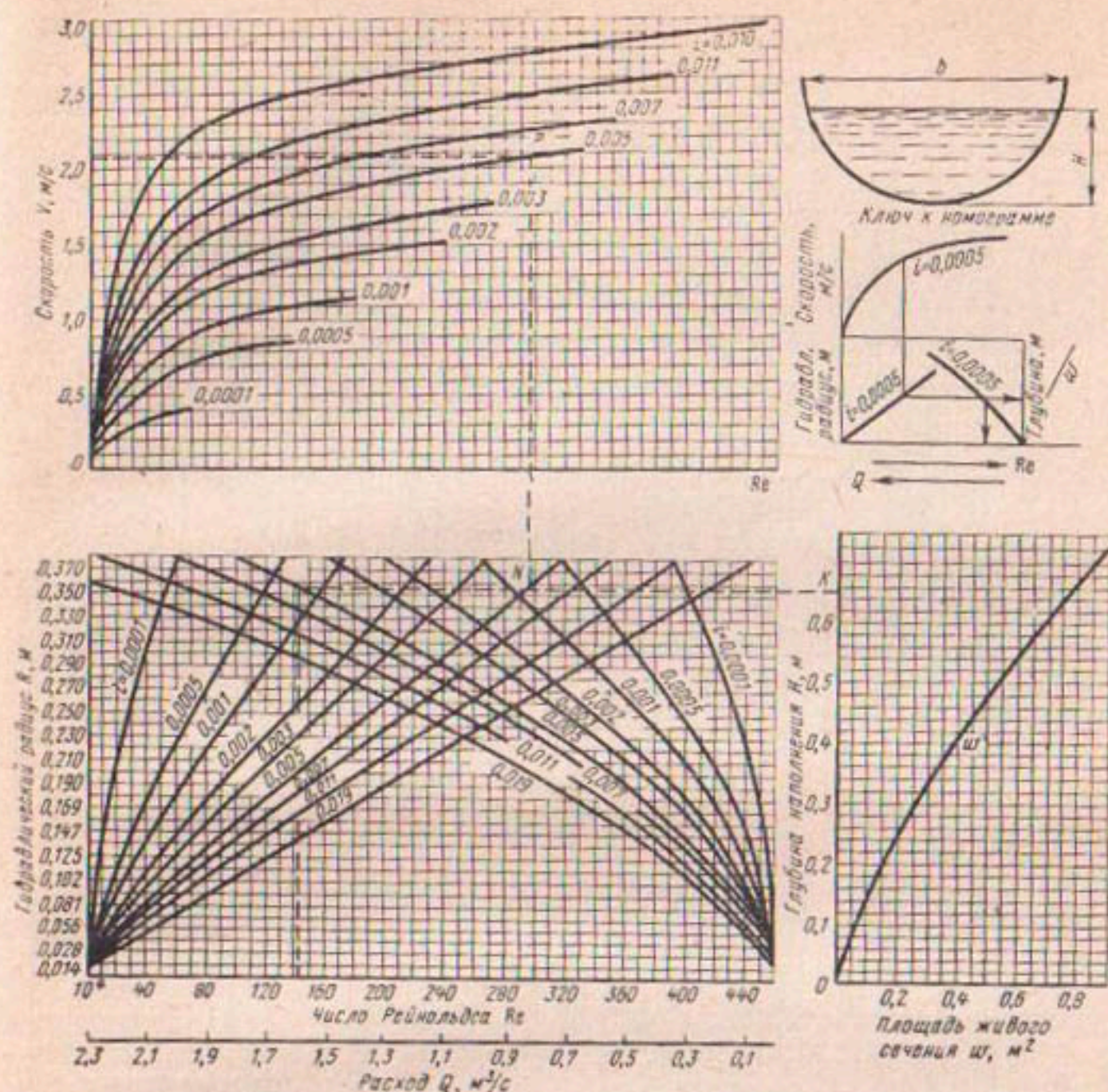


Рис. 10. Номограмма для гидравлического расчета полукруглых лотков типоразмера Лн-80

Разность отметок воды в граничных створах определяют по формуле:

$$\Delta H = (\overset{\text{I}}{\nabla}_{\text{дна}} + h_1) - (\overset{\text{II}}{\nabla}_{\text{дна}} + h_2),$$

где $\overset{\text{I}}{\nabla}_{\text{дна}}$ — отметка дна лотка в верхнем створе;

$\overset{\text{II}}{\nabla}_{\text{дна}}$ — отметка дна лотка в нижнем створе;

h_1 — глубина воды в верхнем створе;

h_2 — глубина воды в нижнем створе.

Глубину воды на участке находят как среднеарифметическую глубину, замеренную в каждом лотке.

По замеренной глубине наполнения и уклону, зная типоразмер лотка, определяют расход и скорость в лотке по номограммам, как указано в примерах 1,2.

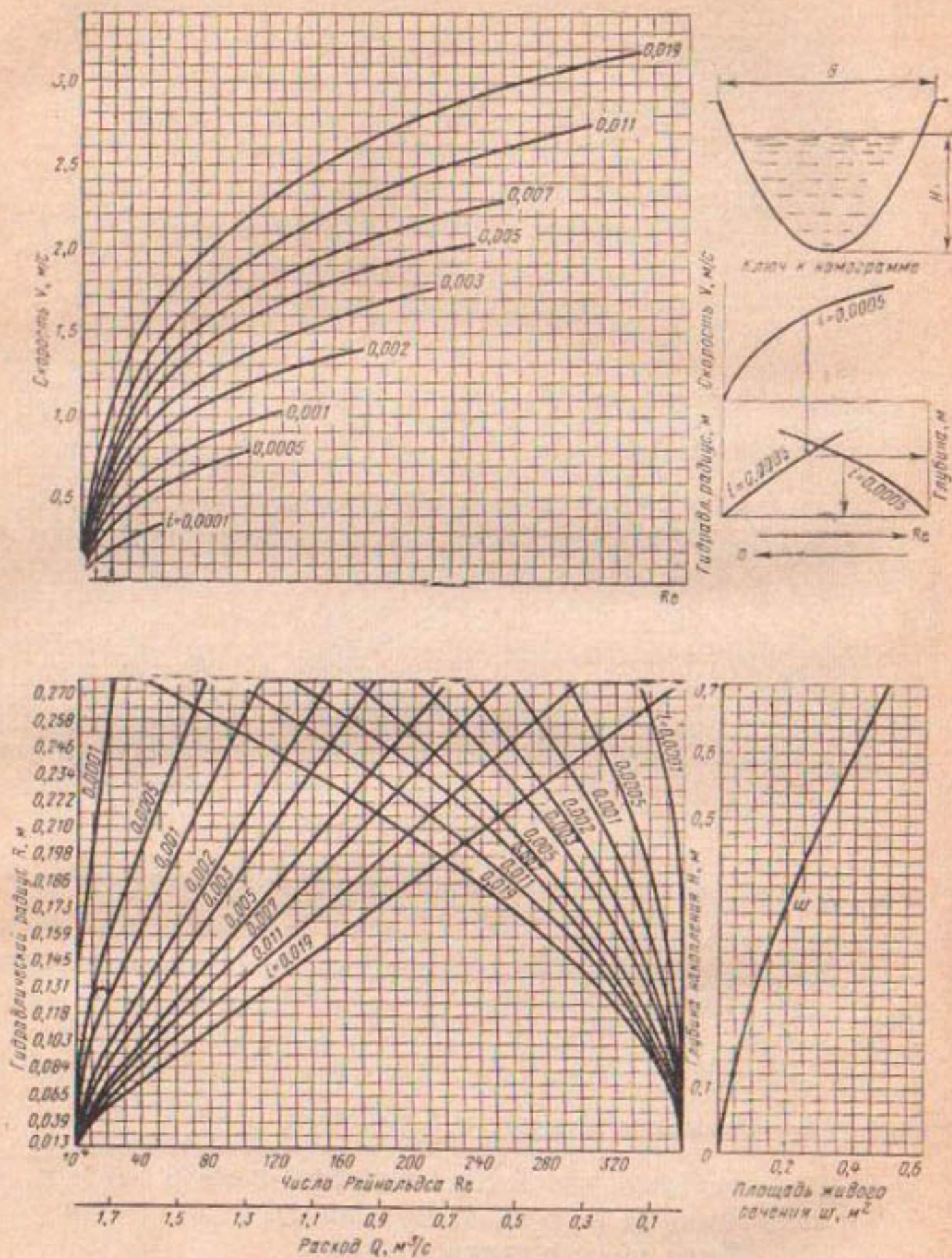


Рис. 11. Номограмма гидравлического расчета параболических лотков типоразмера Лс-80, Лс-60, Лс-40

Пример 1. В лотке типоразмера Ли-80 с уклоном $i=0,005$ при глубине наполнения $H=0,65$ м определить расход и скорость.

Рассчитывают по номограмме согласно следующей схеме. По заданной глубине наполнения на кривых расхода (в правой части внизу) при $i=0,005$ отыскивают точку М, соответствующую наполнению $H=0,65$ м и опускают вертикальную линию вниз до шкалы расходов, на которой находят расход $Q=1,62$ м³/с.

Из точки М пересечения горизонтальной линии КМ с кривой $R=f(R_e)$ при уклоне $i=0,005$ проводят вертикальную линию вверх до пересечения с кривыми $V=f(R_e)$ при уклоне $i=0,005$ в точке Р. На шкале скорости отыскивают значение скорости $V=2,09$ м/с.

Пример 2. Пусть в лотке типоразмера Лс-80 глубина наполнения 0,40 м, уклон $i=0,007$. Определить расход и скорость в канале. Пользуясь номограммой (см. рис. 11) на кривых расхода, расположенных справа на графике, отыскивают точку М — пересечения горизонтальной линии КМ, соответствующей наполнению $H=0,40$ м с кривой, соответствующей уклону $i=0,007$, и находят расход $Q=0,415$ м³/с. Затем продолжают линию КМ до пересечения с кривой $R=f(R_e)$ при уклоне $i=0,007$ в точке N. Из точки N восстанавливают перпендикулярную линию до кривых скорости, расположенных вверху, и находят точку пересечения его с кривой $V=f(R_e)$ уклон $i=0,007$ в точке Р. По шкале скорости находят, что $V=1,92$ м/с.

Измерение расхода воды в закрытой оросительной сети

В настоящее время предложено много типов расходомеров (индукционные, турборасходомеры, дифманометры, калориметрические, ультразвуковые и др.), основанных на различных принципах действия.

Однако наиболее широко применяют типы турборасходомеров и расходомеров, определяющих расход по скоростному напору потока. К ним относятся:

крыльчато-тахометрические расходомеры скоростные, в которых для создания крутящего момента на измерительной крыльчатке используют кинетическую энергию измеряемого потока. В измерительный поток помещают стабилизированную легкую крыльчатку, вращающуюся в подшипниках с малым трением;

турборасходомеры с измерением расхода по величине инерционного момента, с измерением расхода по величине углового сдвига ротора и с измерением расхода по величине мощности, потребляемой электроприводом.

Все тахометрические расходомеры и турборасходомеры сложной конструкции имеют большой вес, значительную стоимость, быструю срабатываемость осей вертушки, у них часто ломаются лопасти, затруднен доступ к основным подвижным частям, находящимся внутри трубопровода. Эти приборы недостаточно точно работают при относительно значительной мутности воды.

Принцип действия расходомеров переменного перепада основан на измерении перепада давления, создаваемого с помощью сужающего устройства. Так как для измерения перепада давлений служат дифманометры, то расходомеры данного типа называются дифманометрическими.

Для определения расходов оросительной воды в закрытых трубопроводах, передвижных насосных станциях, поливных дождевальными машинами служат вакуум-водомеры. Приборы измеряют количество оросительной воды, прошедшей по водоводу, но прямого контакта с ней не имеют. Водомер почти не засоряется.

Небольшая масса и габариты прибора позволяют установить его дистанционно на любом щите прибора.

Простота конструкции, надежность в работе и относительно невысокая стоимость позволяют широко внедрять его в производство.

На основе тепловых методов контроля созданы расходомеры, получившие название тепловых.

В тепловых расходомерах расход воды измеряют либо по охлаждению помещенного в поток нагретого тела, либо по переносу тепловой энергии между двумя точками, расположенными вдоль потока. В зависимости от этого они могут быть разделены на две группы: термоанемометры и калориметрические расходомеры.

Индукционный расходомер ИР-11 предназначен для непрерывного автоматического измерения расхода электропроводных жидкостей, растворов и пульп в закрытых заполненных (напорных) трубопроводах.

Электромагнитный метод измерения скорости жидкости основан на явлении электромагнитной индукции, по закону которой при движении любой среды относительно магнитного поля индуктируется ЭДС, пропорциональная скорости движения и не зависящая от физических свойств движущейся среды. Расходомер не требует прямых участков и успокаивающих линий, и его можно устанавливать в любом положении трубопровода.

Из всех видов бесконтактных расходомеров наиболее распространены индукционные. Пределы измерения по расходу от 0 до 60 м³/ч. Основная погрешность комплекта расходомера не превышает $\pm 1,5\%$ от верхнего предела измерений по выходному току.

Датчик прибора устанавливают на трубе диаметром 100 мм. Он рассчитан на определенные условия работы. Температура окружающей среды от -30° до $+50^{\circ}\text{C}$, давление в трубопроводе 25 кгс/см².

Эжекторный расходомер работает при наличии разряжения (вакуума) в трубопроводе, создаваемого потоком жидкости. С учетом того, что вакуумные зоны имеются в большинстве гидромелиоративных машин и агрегатов, применяемых на поливах или при транспортировке воды по водоводам, эжекторный расходомер можно устанавливать на любом агрегате или водоводе любого диаметра.

Южным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации разработано несколько эжекторных расходомеров (автор В. П. Никифорчук), которые широко применяют в колхозах и совхозах Ростовской области.

Расходомер типа ЭР-1 используют на поливных трубопроводах и дождевальных агрегатах типа ДДН-70, где величина разряжения не превышает 0,10—0,15 атм, на поливных агрегатах ДДА-100М. Порог чувствительности в пределах 0,01—0,03 ат. При $h_{\text{вак}} = 0,03$ атм прибор работает стабильно, что соответствует расчетным данным. Цену деления определяют по формуле:

$$C = \frac{Q}{h},$$

где Q — объем жидкости, прошедшей через эжектор, м³;
 h — разность показания счетного механизма.

Эжекторный расходомер ЭР-1 измеряет суммарные расходы с погрешностью менее $\pm 1,5\%$.

На насосных станциях с величиной разряжения 0,35—0,5 атм или со значительной вибрацией лучше применять менее чувствительный и более надежный в работе расходомер типа ЭР-2.

Порог чувствительности для ЭР-2 установлен 0,16—0,17 атм. Погрешность в измерении величины расхода и суммарных объемов не превышает $\pm 2\%$. Чаще устанавливается на ДДА-100М и насосных передвижных и стационарных станциях.

Потери воды на оросительных системах

Методы определения потерь на фильтрацию

Важным показателем работы оросительной системы являются потери воды. Они складываются из трех основных видов: фильтрации (65—70%), технических потерь (20—30%) и испарения (4—5%). Как видно, наибольшие потери происходят в результате фильтрации.

Потери воды на фильтрацию из каналов вызывают дополнительные затраты на увеличение забора воды в системы, увеличение пропускной способности каналов и сооружений, мощности насосных станций, а также на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, которые засолены или заболочены ввиду значительных фильтрационных потерь. При недостатке воды в источниках орошения вследствие низких КПД систем приходится сокращать оросительные нормы, тем самым ухудшая обеспеченность посевов водой, что снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

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

Установление величины потерь необходимо как для определения КПД каналов, так и для выбора наиболее эффективного противофильтрационного мероприятия.

Известны следующие основные методы определения потерь воды на фильтрацию: гидрометрический, балансовый, объемный и фильтрационных колонн.

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

Гидрометрический метод приемлем для всех каналов межхозяйственной и внутрихозяйственной сети. Потери воды в канале измеряют при установившемся режиме работы канала и закрытых отводах.

Расход воды начинают определять с выбора участка канала для организации постоянного или временного водомерного поста. Этот участок канала должен отражать гидравлический режим потока в канале и удовлетворять следующим требованиям:

- дно и откосы канала должны быть достаточно устойчивыми;

- подпор независимо от причин его возникновения должен отсутствовать;

- участок должен быть прямолинейным, длиной не менее пятикратной ширины канала;

- пост оборудован гидрометрическим мостиком, приборами для измерения уровня воды и постоянными высотными знаками (реперами).

При полевых работах руководствуются правилами:

- расход воды на ниже расположенных постах измеряют с учетом времени добегания потока;

- в период работ режим водного потока в канале поддерживают устойчивым, не допускают перерегулировки расходов и горизонтов в период измерения;

- при измерении потерь на исследуемом участке канала все водовыпуски из канала и сбросы в канал перекрывают;

- при наличии тока воды через пазы закрытого затвора расход в данном отводе измеряют обязательно;

- в отдельных случаях при отсутствии возможности учета просочившейся воды через пазы закрытого сооружения рационально на время измерения потерь обеспечить в отводе пропуск воды с расходами, достаточными для точного их измерения.

Глубину канала промеряют не менее чем по 20 промерным вертикалям независимо от его ширины.

Для вычисления скорости течения воды на каждую вертушку составляют тарифовочную таблицу.

Скорость течения измеряют в отдельных точках на выбранных скоростных вертикалях, количество которых назначают в зависимости от ширины канала и глубины воды в нем.

Данные обрабатывают сразу же по окончании каждой серии вертушечных замеров. Вычисляют площадь водного

сечения между скоростными вертикалями. Для каждой точки количество оборотов находят путем умножения числа оборотов лопастей за период на число периодов; а число оборотов в секунду — делением количества оборотов на продолжительность измерения. По числу оборотов из тарировочной таблицы находят скорость течения в точке.

Объемный метод прост в исполнении, но осуществим только тогда, когда канал выключен из работы, а это не всегда возможно. Поэтому данный метод рекомендуется в основном для каналов периодического действия. Можно использовать также и на крупных каналах, если они оборудованы перегораживающими сооружениями или 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 или металлические, бетонные, железобетонные переносные или деревянные. Наполняют отсеки и поддерживают горизонты воды на одной отметке с помощью насосных станций. В период замеров насос выключают и по двум-трем водомерным рейкам, установленным в отсеке, учитывают снижение горизонта воды за время наблюдений. В ветреную погоду на измерительных рейках устраивают успокоители, которые позволяют брать отсчеты по рейкам с точностью до 1 мм, что значительно повышает точность этого способа. Объем профильтровавшейся воды определяют по формуле:

$$W = B \cdot \Delta h \cdot l,$$

где B — средняя ширина канала по верху за время наблюдений, м;

$$B = \frac{B_1 + B_2}{2};$$

B_1 — ширина зеркала воды в канале до замера, м;

B_2 — » » » после замера, м;

Δh — величина снижения горизонтов воды в канале за время наблюдений;

l — длина участка канала между перемычками, м.

При определении потерь объемным методом необходимо ликвидировать всякие утечки из опытного отсека и длину его установить такой, при которой глубина воды в верх-

ней части отсека (H_v) была бы равна или более $2/3$ глубины воды и ниже части отсека (H_n).

Потери воды объемным методом возможно определять и при постоянном снижении горизонта воды, но не более чем на $1/5$ глубины воды в канале.

Длину опытного участка можно предварительно определить по формуле:

$$l \leq \frac{\Delta H}{i},$$

где i — уклон канала;

ΔH — разность глубины в канале ($H_n - H_v$);

H_n — максимальная глубина воды в нижней части отсека определяется по натурным измерениям.

Пример. Определить длину отсека канала для установления потерь объемным способом, зная, что уклон канала $i = 0,001$; $H_n = 1,2$ м. При условии, что $H_v \geq 2/3 H_n$, получим $H_v = 2/3 \times 1,2$ м = 0,8 м. Тогда $\Delta H = H_n - H_v = 0,4$ м. Следовательно,

$$l = \frac{\Delta H}{i} = \frac{0,4}{0,001} \leq 0,4 \text{ км.}$$

При определении потерь воды балансовым методом желательно иметь точные водоизмерительные устройства на головных участках магистральных каналов, на всех узлах водораспределения, точках выдела воды в хозяйства, на сбросах и т. д.

Этот метод используется для учета потерь воды как в целом по системе, так и отдельным каналам. Потери определяют по формуле:

$$Q_n = Q_r - \sum Q_o,$$

где Q_r — расход в голове канала, л/с;

Q_o — расход в отводах из канала, л/с.

Сущность метода фильтрационных колонн заключается в определении необходимых фильтрационных характеристик (скорости фильтрации, объема профильтровавшейся воды) на основании фактических их замеров в характерных точках смоченного периметра канала с достаточной степенью точности и пересчетом и получением величины потерь воды на фильтрацию для всей фильтрующей площади канала.

Этот метод разработан ЮжНИИГиМом. Наиболее приемлем при решении водохозяйственных вопросов, связанных с определением потерь воды на фильтрацию из действующих каналов, а также при подготовке материалов по реконструкции открытой оросительной сети. Он также применим для систематических определений КПД каналов

при любых режимах их работы, что весьма важно для определения КПД в любой момент вегетационного периода и не создает никаких дополнительных трудностей эксплуатационным и другим водохозяйственным организациям в установлении необходимого режима работы каналов.

Кроме того, данный метод дает возможность дифференцированно определять потери по элементам смоченного периметра каналов и устанавливать очаги повышенной фильтрации из них.

Производственную проверку как метода в целом, так и надежность конструкции фильтрационных приборов провели на каналах Азовской, Нижне-Донской и Пролетарской оросительных систем Ростовской области и Правобережной обводнительно-оросительной системе Ставропольского края. Результаты многолетних полевых исследований показали полную приемлемость метода в гидромелиоративной практике, а также простоту и надежность фильтрационных приборов для определения потерь.

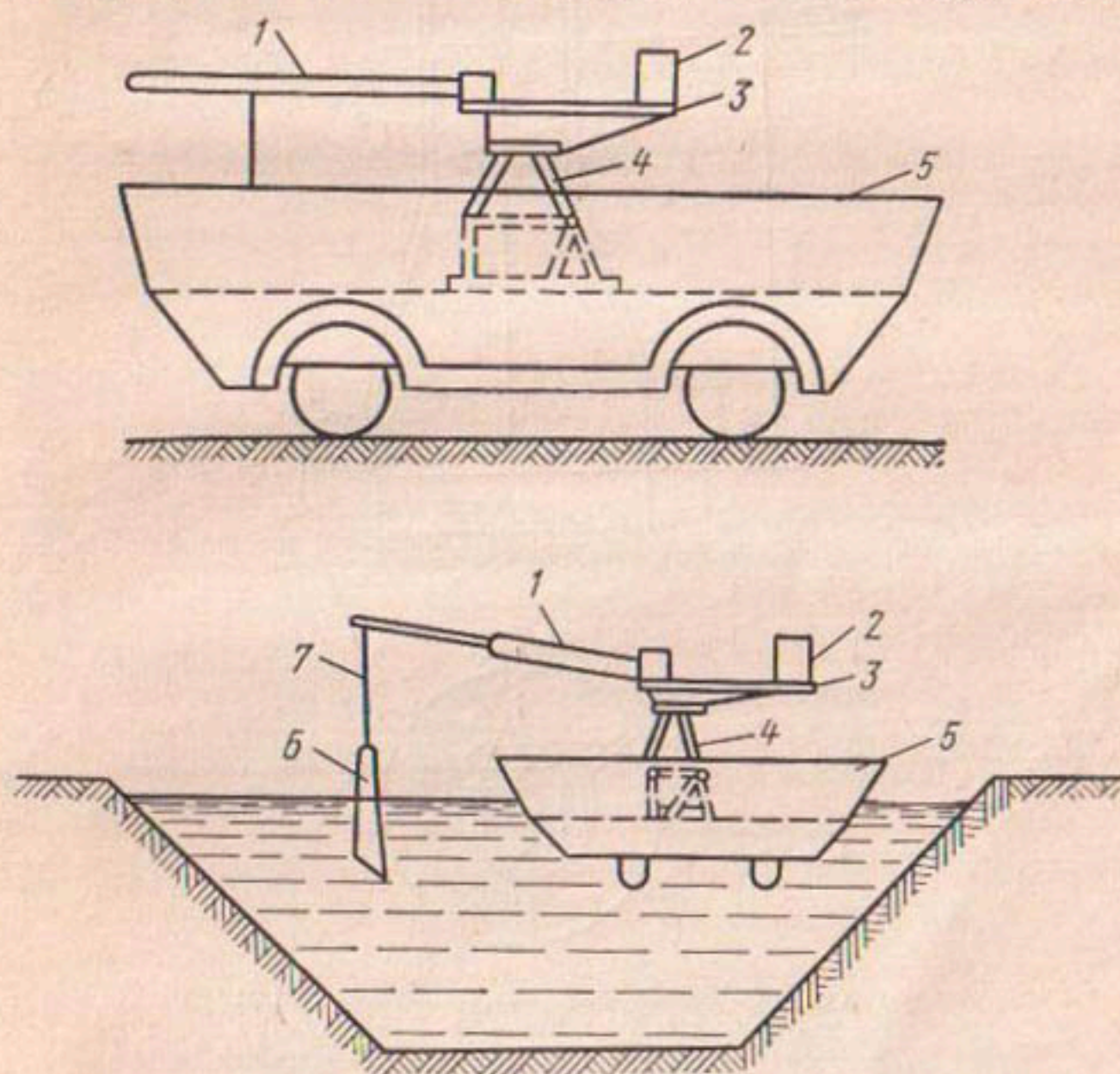
Потери воды на фильтрацию из действующих каналов с помощью фильтрационных колонн необходимо начинать с изучения проектного материала по геологическим и конструктивным условиям прохождения трассы канала. Изучение данного материала позволит выделить по трассе канала различные типы грунтов по механическому составу и условиям фильтрации. Фильтрационные приборы необходимо устанавливать прежде всего на имеющихся разновидностях грунта по механическому составу с учетом конструкции канала и примерно одинаковых условий фильтрации. При отсутствии проектных материалов для отдельных каналов места установки фильтрационных приборов выбирают непосредственно при рекогносцировочном обследовании.

Для работ с достаточно большим и необходимым охватом объектов как по протяженности, так и по количеству, с учетом минимальных затрат, предложены новые фильтрационные устройства (автор В. И. Ольгаренко), предназначенные для маневренного передвижения всей установки с приборами по трассе канала с нужной скоростью и обеспечения полной механизации основных процессов при полевых работах по определению потерь.

Каждое управление эксплуатацией государственной оросительной системы, а также отдельные колхозы и сов-

хозы, имеющие крупные орошаемые массивы, имея в своем распоряжении указанные фильтрационные установки, могут своевременно определять КПД оросительных каналов, устанавливая очаги повышенной фильтрации как по трассе каналов, так и по элементам его смоченного периметра.

Фильтрационные установки для определения величины потерь воды на фильтрацию из действующих каналов состоят из двух основных частей: фильтрационного прибора и специального самоходного (для небольших каналов) и самоходно-плавучего (для больших каналов) устройства (рис. 12). В качестве самоходного шасси используется автомобиль с прицепом для транспортировки фильтрационных приборов 6. Самоходно-плавучая часть — это устройство, передвигающееся как по суше, так и по воде. На них

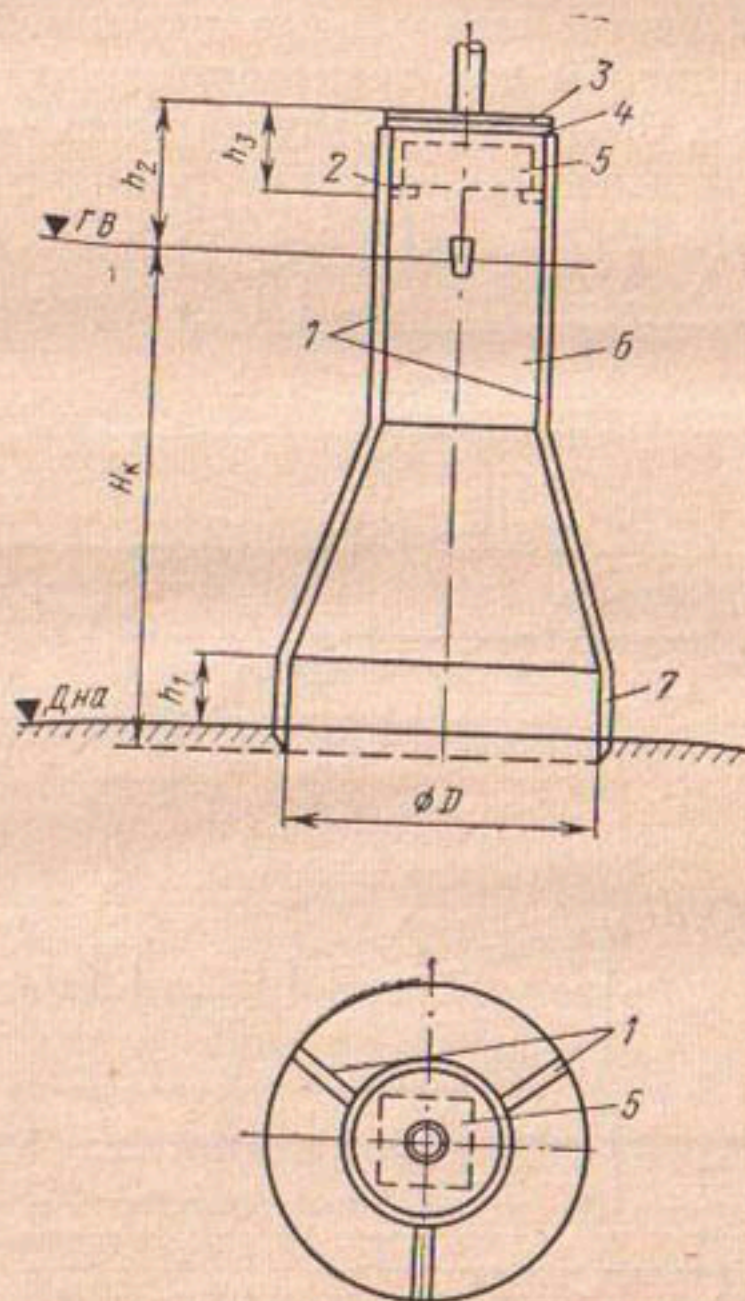


Р и с. 12. Фильтрационная установка для определения потерь воды на больших каналах (ФУ-2):

1 — телескопическая стрела; 2 — противовес; 3 — поворотная платформа; 4 — специальная рама; 5 — машина-амфибия; 6 — фильтрационная колонна; 7 — приспособление, обеспечивающее равномерное погружение колонны в грунт

монтируется рама 4, поворотная платформа 3 с противовесом 2, трубчатая телескопическая стрела 1, которая вместе с поворотной платформой служит для равномерного погружения и постепенного вдавливания приборов в ложе канала.

Общей частью установок является фильтрационный прибор 6 для качественного определения величины потерь воды на фильтрацию. Он включает непосредственно рабочий орган прибора с тонкостенным цилиндром переходного диаметра по длине с увеличением его к нижней кромке (рис. 13).



Р и с. 13. Схема фильтрационного прибора:
 H_k — глубина воды в канале; δ — величина погружения колонн в грунт; $h_1 + \delta$ — высота рабочего органа прибора; h_2 — запас над горизонтом воды в канале; D — диаметр колонны;
 1 — ребра жесткости; 2 — упоры; 3 — захватывающее устройство; 4 — бугель; 5 — измеритель понижения уровня; 6 — переходный цилиндр; 7 — рабочая часть прибора

Диаметр рабочего органа прибора соответствует выбранному диаметру для данных конкретных условий фильтрации в канале. Переходная часть колонны соединяет рабочий орган с ее верхней частью, диаметр которой равен половине или $1/3$ нижнего диаметра.

На каналах, проходящих в несвязных грунтах, диаметр рабочего органа прибора может быть принят от 100 до 200 мм, а на каналах, проходящих в связных грунтах, — от 200 до 500 мм. Причем оптимальными диаметрами для указанных категорий грунтов являются соответственно диаметры 200 и 400 мм. Фильтрационные приборы с диаметром рабочего органа менее 100 мм не рекомендуется применять для определения потерь в производственных условиях, так как в этом случае замеренные величины значительно отклоняются от истинной фильтрации.

Фильтрационную колонну изготавливают из листовой стали толщиной 1,5 мм, причем нижнюю часть колонны (рабочий орган) выполняют из стали толщиной 3–5 мм, а нижнюю кромку ее заостряют с внешней стороны для более легкого равномерного вдавливания прибора в грунт. По телу колонны под углом 120° друг к другу плавяваривают ребра жесткости из уголка 25×25 . Верхняя часть колонны

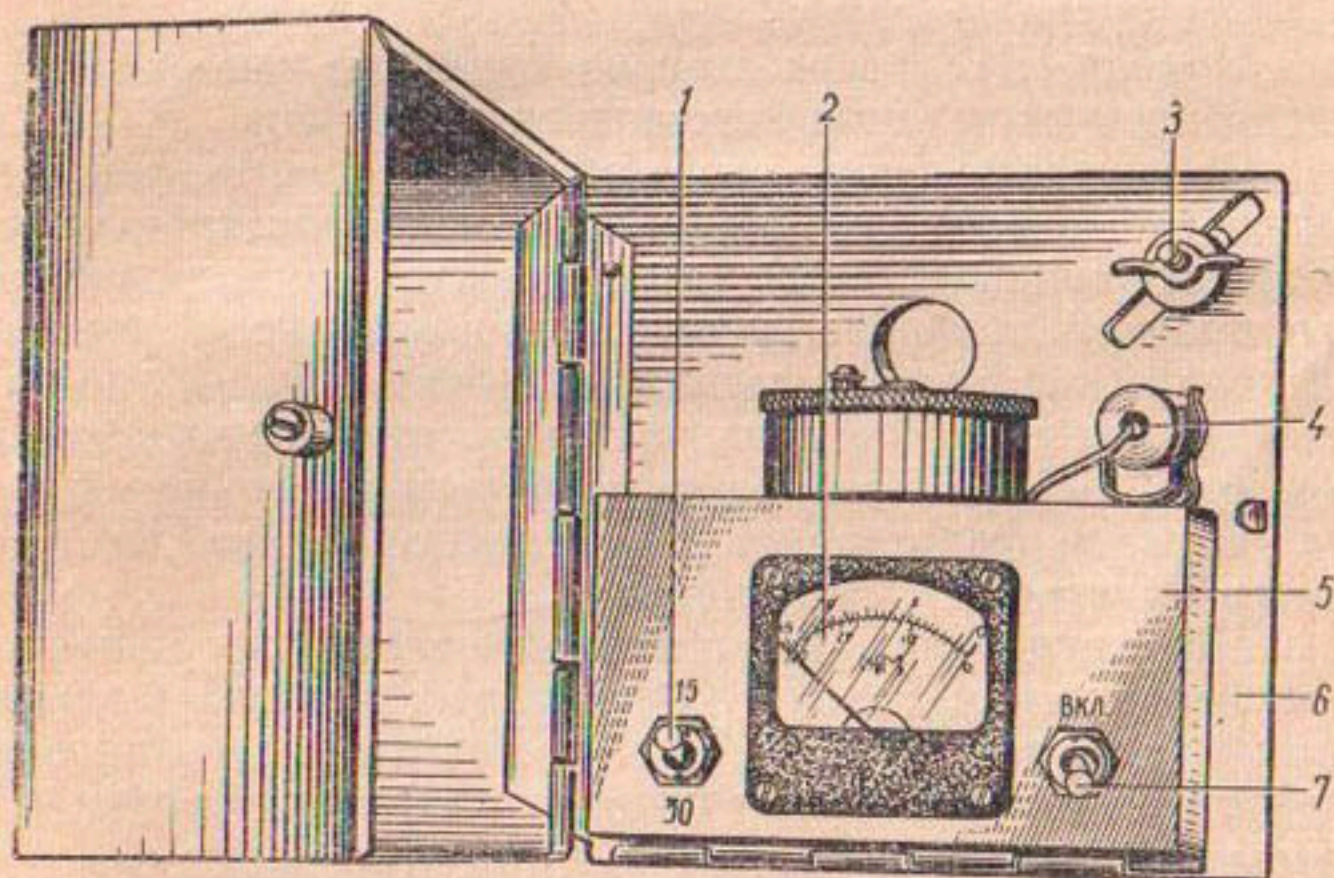


Рис. 14. Измеритель понижения уровня (ИПУ) конструкции ЮжНИИГиМ: 1 — тумблер переключения диапазонов; 2 — градуированный прибор; 3 — фиксатор; 4 — датчик уровня; 5 — приборная головка; 6 — основание прибора; 7 — тумблер включения и выключения питания

заканчивается бугелем для предохранения ее от различных динамических повреждений. Внутри фильтрационной колонны на расстоянии 250 мм от ее верха имеются упоры, на которые устанавливают приборы для замера понижения уровня воды в фильтрационной колонне. В качестве такого прибора можно применять поплавковый уровнемер марки СУВ или измеритель понижения уровня (ИПУ), специально разработанный для этого метода в лаборатории автоматизации ЮжНИИГиМа (рис. 14).

Основная техническая характеристика прибора ИПУ

Диапазон измерения понижения уровня воды с одной установки, мм	0,15—0,30
Погрешность измерения, мм	$\pm 0,1$
Питание	от «Кроны», напряжение 9В
Мощность, Вт	0,009
Продолжительность работы, ч	700
Диапазон рабочих температур, °С	от +5 до —75
Габариты, мм:	
длина	205
ширина	170
высота	90
Масса, кг	1

Прибор ИПУ разработан на принципе измерения неэлектрических величин электрическим методом.

От существующих уровнемеров отличается тем, что емкостный датчик, находящийся в воде фильтрационной колонны, изменяет свою электрическую емкость пропорционально понижению уровня воды в колонне. Изменение электрической емкости датчика вызывает приращение амплитуды выходного сигнала, что фиксируется микроамперметром 2 и соответствует определенным изменениям уровня воды в фильтрационной колонне, шкала которого проградуирована в миллиметрах.

Конструктивно ИПУ выполнен переносным прибором в металлическом корпусе. Основанием прибора является стальная плита 6 толщиной 3 мм, на которой смонтирована приборная головка 5 с датчиком 4 и барабаном опускания и подъема датчика.

Плата с печатным монтажом всей схемы прибора находится в корпусе прибора головки. Сверху прибор закрыт

На установленную в ложе действующего канала фильтрационную колонну необходимо:

закрепить сверху колонны прибор ИПУ, предварительно зачистив соответствующую прижимную скобу;

включить тумблер питания 7;

переключатель диапазонов поставить в нужное положение 1;

снять с крепления датчик и опустить его в фильтрационную колонну через отверстие в плите;

вращением диска барабана против часовой стрелки опустить датчик в воду так, чтобы стрелка указывающего прибора устанавливалась на ноль. Это и будет началом времени понижения уровня.

В случае отсутствия подобных приборов понижение горизонта воды в них можно замерять деревянными или из другого материала поплавками.

После выбора места установки фильтрационных приборов приступают к полевым работам, которые начинают с установки фильтрационных приборов (колонн).

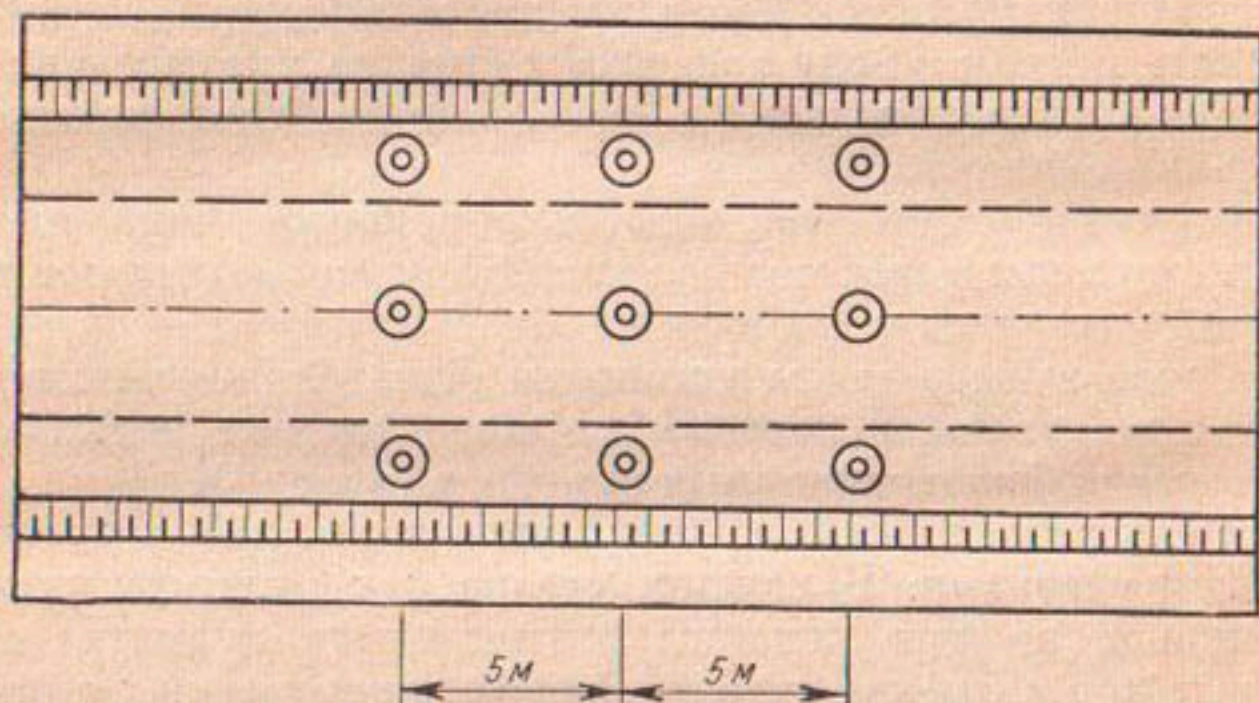
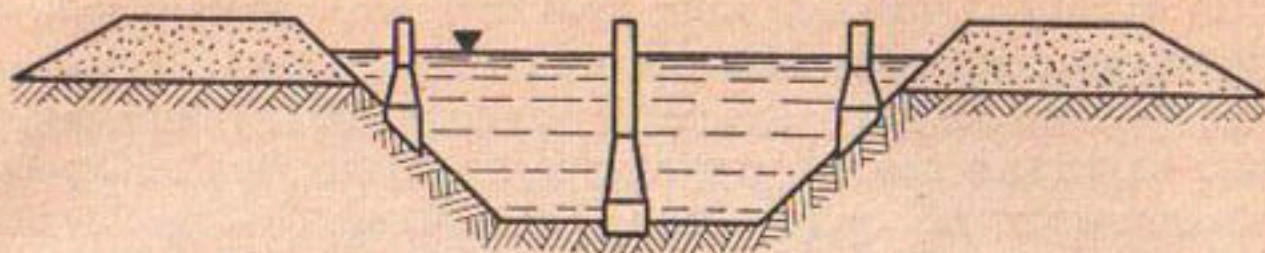
Фильтрационные колонны располагают в действующих каналах створами. В каждом створе как минимум устанавливают по три колонны оптимального диаметра по одной в дно и откосы канала. В небольших каналах с расходом до $1 \text{ м}^3/\text{с}$ устанавливают только три колонны. Створы располагают параллельно друг другу и перпендикулярно направлению движения потока в канале. Расстояние между створами приборов 5—6 м. Место расположения приборов в канале условно названо «кустом», который состоит из трех створов (рис. 15).

Расстояние между кустами фильтрационных приборов зависит от размера канала и его протяженности. Чем больше канал, тем больше можно принимать расстояние между кустами.

В зависимости от расхода в голове канала ($\text{м}^3/\text{с}$) расстояние между кустами (км) принимают следующее:

$Q=0-5 \text{ м}^3/\text{с}$	—	$l=0,5-1 \text{ км}$
» 5—10	» — »	1—3 »
» 10—20	» — »	3—5 »
» 20—50	» — »	5—10 »

Если требуется уточнить потери на каком-либо участке, то расстояние между кустами фильтрационных приборов можно свести до минимума.



Р и с. 15. Схема расположения фильтрационных приборов в канале

Фильтрационные колонны в ложе канала погружают вдавливанием. Их заглубление зависит от рода грунтов, в которых проходит канал. На связных грунтах оптимальная величина заглубления — 60—70 мм, на несвязных — 90—100 мм.

Положение каждого фильтрационного прибора в канале фиксируют путем замера расстояний от уреза воды в канале до прибора и глубины воды у него. Кроме того, делают несколько промеров глубины, чтобы уточнить смоченный периметр канала. На больших действующих каналах все работы проводят с лодки.

Время наблюдения за понижением уровня воды в колоннах при установке в них приборов ИПУ не менее 20—30 мин. При этом абсолютная величина понижения горизонта воды в фильтрационных колоннах составляет незначительную величину по отношению к общей глубине воды

в канале. Для практических расчетов принимают, что фильтрация из канала и колонны происходит при одинаковых и постоянных горизонтах воды. Если понижение уровня воды в каналах с несвязными грунтами замеряют поплавками, то фильтрационные колонны снимают не менее чем через 4—6 ч, а на связных — 8—16 ч.

Первичными материалами наблюдений являются замеренные понижения горизонта воды в фильтрационных колоннах за определенный период. Обработывая эти данные, за расчетные величины скорости фильтрации и объема профильтровавшейся воды принимают те их значения, которые получили при снижении горизонта воды в фильтрационных приборах (при измерении горизонта воды в них поплавками) от 0 до 0,2 столба воды в колонне (H_k) в момент ее установки на несвязных грунтах и от 0 до 0,3 (H_k) — на связных.

Многолетними лабораторно-полевыми исследованиями доказано, что изменение в указанных диапазонах горизонта воды в фильтрационной колонне незначительно влияет на изменение скорости фильтрации и отклонения их по абсолютной величине для максимальных диапазонов не превышают $\pm 3\%$. Это находится в пределах точности постановки опыта и обработки материалов исследований. Однако для повышения точности полученных данных за расчетные скорости фильтрации принимают скорости при изменении горизонтов от 0,01 до 0,05 (H_k).

Для определения общей величины потерь воды на фильтрацию для области, которая характеризуется данным «кустом» фильтрационных приборов, необходимо прежде всего найти средневзвешенное значение объема профильтровавшейся воды по всем приборам, затем пересчитать потери на 1 м² фильтрующей площади. Зная смоченный периметр канала, длину участка и определив общую площадь фильтрации, перемножением этих величин находят потери воды на фильтрацию для данного участка. Суммировав данные по каждому участку, получают общие потери воды на фильтрацию из канала.

Данные полевых исследований и результаты камеральной обработки заносятся в журнал (табл. 13).

Потери воды на фильтрацию из оросительных каналов, определенные фильтрационными колоннами, меньше потерь, установленных объемным методом. Это объясняется перераспределением грунта внутри колонны, происходя-

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОТЕРЬ ВОДЫ НА ФИЛЬТРАЦИЮ ИЗ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ ФИЛЬТРАЦИОННЫМИ КОЛОННАМИ

Система _____

Канал _____

Описание участка _____

Место установки приборов на канале (ПК)	Номер створа	Порядковый номер прибора	Общая длина колонн L , см	Высота колонны над водой h , см	Глубина погружения колонн b , см	Глубина воды в канале H , см	Температура воды в канале, $^{\circ}\text{C}$	Слой профильт. воды в канале за $1 \text{ ч } \Delta H$, см	Средневзвешенный слой воды см за $1 \text{ ч } \Delta H'$	Скорость фильтрации V , см/с	Объем профильт. воды W , см ³	Средневзвеш. объем профильт. воды $W_{\text{ср}}$, см	Объем профильт. воды с площади 1 м^2	Потери с площади смоченного периметра S_0 , л/с	Потери с 1 пог. км канала $S_{\text{п}}$, л/с	Общие потери S , л/с
---	--------------	--------------------------	-----------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	---	--	---	--------------------------------	--	--	--	---	--	------------------------

щим во время погружения их в грунт; отсутствием скорости движения потока, что увеличивает интенсивность осаждения взвешенных наносов в колонне; наличием зоны влияния сил взаимодействия между молекулами воды в грунте и молекулами твердого тела (металла) по периметру нижнего диаметра колонны; неравномерным распределением скоростей фильтрации по смоченному периметру канала; неоднородностью грунта, слагающего ложе канала.

В результате исследований получены переходные коэффициенты, показывающие, во сколько раз потери, определенные фильтрационными колоннами, меньше потерь, рассчитанных объемным методом. Значения этих коэффициентов приведены в таблице 14.

Для получения истинных потерь воды на фильтрацию необходимо величину потерь, полученных фильтрационными колоннами, увеличить на соответствующий коэффициент μ . Для определения потерь с достаточной точностью

методом фильтрационных колонн желательно для каждого конкретного случая в производственных условиях установить значение коэффициента μ . Это позволит уточнить предлагаемые величины коэффициентов μ и значительно расширить диапазон их применения как для различных почвогрунтов, так и условий фильтрации из каналов.

Общие потери воды на фильтрацию из действующих каналов равны:

$$S = A \cdot x \cdot \Delta H' \cdot l,$$

где A — постоянный коэффициент для данного диаметра фильтрационной колонны $A = \frac{\lambda \mu}{0,36}$;

λ — относительный площадной коэффициент $\frac{\omega_v}{\omega_n}$;

ω_v — площадь верхней части фильтрационной колонны, см^2 ;

ω_n — площадь рабочего органа фильтрационной колонны, см^2 ;

x — смоченный периметр канала, м;

$\Delta H'$ — средневзвешенный слой профильтровавшейся воды из колонн, см/ч ;

l — длина канала, км;

μ — коэффициент, определенный опытным путем.

При определении потерь воды на фильтрацию всеми вышеописанными методами необходимо вести наблюдения за уровнем грунтовых вод.

Таблица 14

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ μ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДИАМЕТРА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПРИБОРОВ (КОЛОНН) И МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТА КАНАЛА

Диаметр фильтрационного прибора, мм	Значение коэффициентов			
	несвязные грунты	точность $\pm$, %	связные грунты	точность $\pm$, %
100	—	—	2÷14,00	38,00
200	1,0	8,8	1,8÷4,18	5,1
300	1,0	5,5	1,4÷3,50	1,6
400	1,0	3,9	1,2÷3,43	0,8
500	1,0	3,0	1,2÷3,40	1,2

Для этой цели пробуривают скважины на 0,5 м ниже уровня грунтовых вод в каждом месте расположения гидрометрического створа или куста приборов. Скважины располагают перпендикулярно трассе канала с каждой его стороны. Первую скважину пробуривают в 5—10 м от уреза воды в канале. Расстояние между последующими скважинами принимают равным двойному расстоянию между предыдущими. В общей сложности пробуривают четыре—шесть скважин. Положение уровня грунтовых вод в скважинах фиксируют хлопункой или специальным самописцем через сутки после окончания бурения.

Устья скважин нивелируют с привязкой к горизонту воды в канале.

Способы борьбы с потерями воды

Противофильтрационные мероприятия применяются, если КПД оросительной системы с каналами в земляном русле ниже предусмотренного заданием, если каналы проходят в грунтах с коэффициентом фильтрации более 0,1 м/сут, когда в грунтах с меньшей фильтрационной способностью ожидаются большие потери воды через трещины, поры, остатки корневищ растений.

Способы борьбы с фильтрацией воды в каналах подразделяются на эксплуатационные и инженерные, или строительные.

К эксплуатационным мероприятиям относятся строгое соблюдение планового водопользования, недопущение сброса воды из каналов и орошаемых полей; своевременный ремонт и очистка оросительной сети и гидротехнических сооружений; рыхление растрескивающихся поверхностей откосов и дна канала, сокращение излишней протяженности внутрихозяйственной оросительной сети; недопущение излишней формировки и работы каналов с большим подпором; ликвидация мертвых объемов воды в каналах; уменьшение холостых участков магистральной и распределительной сети.

Непременным условием повышения КПД оросительных систем должны быть рациональное использование оросительной воды, обязательные круглосуточные поливы.

В борьбе с фильтрацией воды в каналах особое значение имеют строительные мероприятия. При выборе типов одежд каналов обязательно учитывают фильтрационные свойства грунтов, слагающих ложе каналов; гидрогеологические условия; протяженность и размеры каналов; величину требуемого снижения потерь и наличие материалов для противофильтрационных облицовок.

Эффективность противофильтрационных одежд определяют сочетанием следующих факторов: количеством сэкономленной воды; сроком службы; возможностью механизации строительства; затратами денежных, материальных и трудовых ресурсов; степенью сложности и стоимости эксплуатации ремонта и восстановления; улучшением мелиоративного состояния земель. При оценке эффективности противофильтрационных мероприятий, кроме того, следует учитывать:

увеличение сбора сельскохозяйственной продукции в результате роста орошаемой площади или повышения водообеспеченности и улучшения мелиоративного состояния земель;

улучшение условий эксплуатации системы, уменьшение объема работ по очистке каналов и устройству дренажа.

Для определения типа одежды необходимо подсчитать потери воды на фильтрацию из канала до и после противофильтрационных мероприятий, а затем на основании сравнения определить процент уменьшения потерь за счет принятого варианта противофильтрационного мероприятия.

Сравнение эффективности различных противофильтрационных мероприятий приведено в таблице 15.

За последние годы при строительстве и реконструкции оросительных систем наибольшее распространение получили облицовки из сборного железобетона, монолитного бетона, а также железобетонные лотки-каналы.

Бетонные и железобетонные покрытия каналов по своей прочности, долговечности, технологии производства работ имеют ряд преимуществ перед другими видами облицовок. Однако устройство бетонных одежд даже при механизации работ является сложным. При температурных изменениях одежды растрескиваются.

Большие фильтрационные потери, особенно через стыковые соединения, происходят из-за применения не-

Таблица 15

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА КАНАЛАХ

Противофильтрационные мероприятия	Где применяется	Расход материала на 1 м ² поверхности		Сокращение потерь, %	Срок службы, лет	Стоимость, руб/м ²
		3	4			
1	2	3	4	5	6	
Рыхление с заглаживанием и затираньем ложа	На периодически действующих каналах перед каждым поливом	—	10—20	На период непрерывной работы	0,01	
Уплотнение: поверхностное глубокое	На постоянных и временных каналах В условиях глинистых и суглинистых грунтов		60 80	1—3 3—5	0,02—0,06 0,06—0,15	
Кольматация глиной без уплотнения с уплотнением	На всех каналах при сильно-фильтрующих и супесчаных грунтах	Глины: 4 кг 5 кг	50—60 60—75	5 12	0,10 0,25	
Солонцевание: поверхностное закрытое	На постоянных каналах, при наличии в грунтах соли, для некарбонатных грунтов	Соли: 3 кг 5 кг	50—60 60—75	3 5	0,20 0,25	
Оглеение (процесс длится 1,5—4,5 месяца)	На каналах постоянного или длительного действия, только песчаных	Соломы: 4—5 кг	80		0,03—0,04	
Нефтявание (при наличии легкой и тяжелой нефти)	На постоянных каналах, во всех грунтах	Нефти: 4—15 кг	20—25	4—5	0,20	

Продолжение					
1	2	3	4	5	6
Битумизация: смешиванием пропитыванием	На постоянных каналах, песчаных, лессовых и суглинистых грунтах при отсутствии выклинивания грунтов. вод	Битума: 2—6 кг 4—9 кг	70—75 75—80	54 5	0,10—0,20 0,30—0,40
Силикатирование	На постоянных каналах при мелкоземистых незасоленных грунтах	Жидкого стекла; 30—80	80—85	10	0,35—0,50
Использование гидрофабной земли (слоями по 4 см)	На постоянных каналах во всех грунтах	Гашеной извести 7—10 кг Медного купороса 3—8 кг	65	5	1—2
Взрывной способ	При реконструкции и расширении крупных каналов, на участках повышенной фильтрации	Взрывчатка по нормам	70—75	5—7	0,03
Экранирование: грунтами глинами суглинками грунтобетонитом бетонитом асфальтом	На всех каналах, на сильно-фильтрующих участках	Глины: 0,15—0,35 кг 0,10—0,15 кг 0,01—0,03 кг 0,0—0,06 кг Асфальта 0,03—0,08 м ²	80—85 75—80 75—80 80—85 80—95 70	5—10 3—10 10 10 5—10 30—50	0,35—0,40 0,25—0,35 0,40 0,50 0,50—2,00 0,80—1,00
Мощение камнем	На постоянных каналах при фильтрующих грунтах, на больших уклонах, при наличии камня				

1	2	3	4	5	6
Экранирование синтетическими материалами	На постоянных каналах во всех грунтах	Синт. материал 0,05—0,27 кг	85—90	3—7	1,36—3,20
Экранирование известковым грунтобетоном	На всех каналах	Извести 0,10—0,15 кг	70	2—3	0,20—0,30
Бетонирование	На постоянных сильно-фильтрующих каналах, при грунтах, не имеющих органических кислот	Бетона 0,07—0,40 м ³	25		3,8
Покрытия железобетоном: плиты лотки	На постоянных каналах при расходе больше 3 м ³ /с меньше 3 м ³ /с	Железобетона: 0,045—0,10 м ³ 0,050—0,40 м ³	95 97	30 30	3—5 5—25
Использование трубопроводов позиционных	На галечниках и песках закрытых оросительных систем, взамен временных оросителей и выводных борозд как распределители	Железобетона: 0,10—0,40 м ³ 0,40—0,60 м ³	100 100	40 40	5—10 10—30
Использование лесных насаждений	На всех каналах	Черенки леса (шт.)	20—30	30—40	0,02—0,05

конструктивных покрытий и нарушения при их устройстве самых элементарных технических условий. Поэтому особое внимание уделяют устройству швов в местах соединений сборных элементов. Опыт эксплуатации показал низкую эффективность широко применявшихся до сего времени способов герметизации швов горячими битумными мастиками, просмоленными досками, пенковыми жгутами.

В настоящее время разработаны новые конструкции швов. В качестве герметиков предусмотрены полимерные и битумно-полимерные мастики, профилированный полиэтилен и пороизоловые прокладки.

Все больше применяют на оросительных каналах комбинированные покрытия, в которых роль водонепроницаемого экрана играет полиэтиленовая пленка, а защитным покрытием, предохраняющим пленку от повреждения, служат железобетонные плиты.

Как противофильтрационные облицовки на оросительных каналах применяют асфальтовые одежды, открытые и в виде экранов.

Перед асфальтированием необходимо обязательно уничтожить растительность, провести стерилизацию и трамбовку грунта, подсыпку слоя гравия. Асфальтовую массу наносят в расплавленном состоянии и укатывают катками.

Асфальтовые одежды чаще всего разрушаются корневищной растительностью, особенно при высоких температурах, когда асфальт теряет прочность. Чтобы предохранить их от разрушения, проводят антисептирование (стерилизацию) грунта в основании одежды различными гербицидами сплошного действия. Можно использовать также пековые отходы каменноугольной промышленности, сохраняющие свое действие не менее пяти—семи лет.

Асфальтовая одежда толщиной 2—5 см имеет высокую водонепроницаемость.

Особый интерес представляет асфальтогрунтовая облицовка — смесь грунта с битумом. Канал очищают от растительности и его профилю придают вид, соответствующий проекту. Взрыхляют и просушивают верхний слой грунта по периметру канала на глубину 10—12 см. Измельченный и подсушенный грунт поливают подогретым или холодным битумом и перемешивают до полной однородности. Перемешивание повторяют три-четыре раза. Обра-

зовавшуюся однородную смесь разравнивают по дну и откосам и уплотняют катками или трамбовками. Толщина асфальтогрунтовой облицовки получается 6—12 см.

В практике водохозяйственного строительства для противофильтрационных мероприятий используют тонкую пленку из пластического материала (хлорвинила или полиэтилена).

Пленочные экраны с защитным слоем устраивают по схемам:

траншейная — по оси будущего канала разрабатывают траншею, дно и стенки выстилают пленкой, одновременно с укладкой пленки траншею засыпают грунтом и затем выбирают проектное сечение канала;

периметрическая — пленку укладывают по периметру канала и сверху пригружают слоем грунта.

При укладке пленки основание необходимо обработать гербицидами, чтобы она не повреждалась растительностью.

ВНИИГиМ совместно с МИСИ имени Куйбышева, исследуя физические свойства пластических материалов, определил минимальный срок службы полиэтиленовых пленок в 9,5 лет. В Голодной степи имеются каналы, на которых пленка находится под землей 14 лет в удовлетворительном состоянии.

Кольматация оросительных каналов — проникновение мельчайших взвешенных частиц, находящихся в воде, в поры грунта вместе с фильтрационным током. Она бывает естественной и искусственной.

Естественная кольматация происходит в процессе движения по каналу мутной воды, забираемой из водотока. Искусственную — выполняют по определенной методике.

Лучшим кольматирующим материалом является глина из расчета от 4 до 20 кг на 1 м² канала в зависимости от физических свойств грунта.

Кольматации поддаются пески разной крупности, а также связные структурные грунты, изобилующие трещинами и ходами землероев.

Существует два способа кольматации: в движущейся и спокойной воде.

При кольматации в движущейся воде раствор глины наливают в воду канала. Глину смешивают с водой и переносят потоком по длине канала. Кольматацию следу-

ет начинать со старших каналов. Скорость воды в канале при кольматации должна быть 0,1—0,2 м/с.

При кольматации в спокойной воде раствор глины вносят не в одном месте, а по длине всего участка с равномерным разбрызгиванием его по поверхности воды в канале. Он более эффективен, чем в движущейся воде.

Уплотнение ложа оросительных каналов заключается в создании грунтового экрана по периметру канала механизмами ударного действия. С 1960 по 1970 год ЮжНИИГиМ исследовал эффективность ударного уплотнения ложа оросительных каналов в условиях Ростовской области и установил:

1) абсолютного разуплотнения грунта в экране не наблюдается. Потеря приобретенных при уплотнении свойств отмечается только в зоне промерзания. При условии создания оптимальных параметров уплотнения в подзащитной зоне экран сохраняет приобретенные свойства длительное время с устойчивым противофильтрационным эффектом. Исходный уровень грунтовых вод при этом стабилен;

2) эффективность ударного уплотнения для создания водонепроницаемого экрана и стабилизации достигнутых новых свойств в многолетнем периоде, особенно для связных грунтов, зависит в основном от влажности уплотняемого грунта.

Оптимальная влажность грунтов, характерных для каналов на оросительных системах Ростовской области, следующая, %:

суглинок легкий 18÷20,

суглинок средний, тяжелый 20÷22,

глина легкая 22÷25.

Оптимальная влажность уплотняемых грунтов может быть достигнута:

разработкой резервов на глубину, где грунты обладают влажностью большей или равной оптимальному значению;

искусственным доувлажнением грунтов по трассе канала и по полосе резервов до разработки;

замочкой грунтов по периметру канала;

3) критерием качества уплотнения является фактор водопроницаемости;

4) материалом для экрана — безгумусные грунты; **153**

5) основным фактором, влияющим на разуплотнение грунтового экрана канала в условиях Ростовской области и аналогичных ей областях, является промерзание. Учитывая условия промерзания грунта, глубина уплотнения должна быть не менее 100 см с плотностью грунта в экране 1,6—1,65 г/см³, достигнутой при оптимальной влажности; нижняя граница экрана — на 40 ÷ 50 см ниже максимальной глубины промерзания;

6) уплотнение губительно действует на растительность и создает неблагоприятные условия для прорастания семян. В течение двух-трех лет после уплотнения растительность в канале отсутствует и только после образования благоприятных условий, в результате разуплотнения грунта с поверхности, появляется, но с очень мелкой корневой системой;

7) уплотненный грунт меньше подвергается иссушению и растрескиванию. В течение всего периода исследований при открытии шурфов в неуплотненном грунте обнаруживали ходы землероев (кротовины диаметром до 10 см). В уплотненном — их не наблюдали;

8) при создании грунтового экрана не требуется дополнительных стройматериалов; процесс уплотнения полностью поддается механизации;

9) стоимость 1 м² уплотненного экрана 0,08 ÷ 0,1 руб;

10) затраты на сбережение 1 м³ воды при уплотнении в семь — десять раз меньше, чем при бетонировании.

Результаты многолетних исследований дают все основания говорить о приемлемости этого метода для данных и аналогичных природно-климатических условий и об экономической целесообразности внедрения его в широких производственных масштабах.

Основной причиной, тормозящей внедрение этого метода в производство, является отсутствие специализированных высокопроизводительных грунтоуплотняющих машин, способных уплотнять как горизонтальные, так и наклонные поверхности (дно и откосы каналов).

Солонцевание грунта эффективно действует на структурные почвы, обладающие значительной фильтрацией. На бесструктурных почвах солонцевание дает малый эффект. Действие солонцевания резко снижается в грунтах, содержащих гипс, углекислый кальций и магний. Метод солонцевания основан на замещении кальция натрием вносимой соли.

Изучение эффективности солонцевания при применении различных солей натрия показало, что наибольший антифильтрационный эффект дает едкий натрий, меньший — сода и еще меньший — поваренная соль.

Однако из экономических соображений обычно применяют поваренную соль, рану солевых озер или нефтяные воды хлорнатриевого происхождения. Доза поваренной соли — от 3 до 5 кг на 1 м² поверхности канала в зависимости от свойств грунта и толщины слоя обработки.

Солонцевание проводят как открытым, так и закрытым способами. В первом случае 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.

При солонцевании каналов необходимо очистить их от растительности и наилка; канал лучше обрабатывать по просушенному руслу, предварительно взрыхленному на 2—3 см; равномерно внести соль или солевой раствор по поверхности канала; после обработки русла желательно его присыпать слоем грунта 3—4 см; перед началом эксплуатации необходимо замочить канал в стоячей воде в течение суток.

Потери воды на засолонцованных каналах снижаются до 10—20 раз в первый год действия. Срок действия в благоприятных условиях три-четыре года. При наличии солей кальция этот срок действия уменьшается до года.

Способ искусственного оглеения грунта состоит в том, что под защитным слоем грунта в канале толщиной 10—15 см создают прослойку из соломы, сорных трав, листьев и других сельскохозяйственных отходов толщиной 5—7 см из расчета 4—5 кг растительности на 1 м² поверхности русла канала.

После пуска воды и прохождения в анаэробных условиях процесса оглеения грунта водопроницаемость его уменьшается в десять раз.

Искусственное оглеение особенно целесообразно в степных районах на супесчаных грунтах, где имеются растительные остатки.

Мощение каналов камнем применяют на горных и предгорных системах, где есть местный строительный материал. Мощеные каналы надежны в эксплуатации, по-

терии воды на фильтрацию из них снижаются в три—пять раз, скорость воды повышается до 3—5 м/с.

Для мощения используют камни диаметром 15—20 см, их укладывают на гравелистый грунт или на гравийную подготовку. Отмощенный канал кольматируют, засыпая в него суглинистый грунт слоем 10—15 см и пропускают воду, которая вымывает грунт между камнями.

Мощеные каналы, как правило, бывают широкими. Отношение их ширины по дну b к высоте h составляет 8:10. Откосы пологие ($m=1,25—1,5$), радиус закруглений на поворотах равен 5—6-кратной ширине зеркала воды в канале. Стоимость работ зависит от наличия камня на месте и расстояний перевозки.

Для предотвращения фильтрации воды из бассейнов был разработан грунтополимерный экран на основе кубовых остатков от производства синтетических жирных кислот (СЖК) негашеной извести. При перемешивании указанных компонентов с грунтом происходит дальнейшая полимеризация, в результате которой образуются прочные кальциевые соли типа стеаратов, которые являются водостойкими, прочными и сокращают водопроницаемость до 40 раз. Эти мероприятия были запроектированы институтом Южгипроводхоз и выполнены трестом Мелиоводстрой. Весь процесс строительства механизирован. В результате внедрения грунтополимерного экрана только на двух бассейнах Нижне-Донской оросительной системы Ростовской области сэкономлено 3,5 млн. м³ воды за один вегетационный период.

Снизить фильтрацию в каналах и котлованах можно, применяя эффективный метод подводного уплотнения грунтов с использованием горизонтальных удлиненных зарядов. Сущность метода в том, что канал или котлован предварительно заполняют водой, замачивают 7—15 дней (в зависимости от свойств грунтов) до определенной влажности окружающего массива, при которой максимально уплотняется грунт. После замачивания на дно канала опускают горизонтальный цилиндрический заряд в водо-защитной оболочке и взрывают.

В каналах сечением 15—20 м² применяли заряды с погонным расходом 6, 8, 10 и 12 кг. Исследования грунта вокруг канала после взрыва с помощью радиоактивного каротажа и полевой грунтовой лаборатории показали, что взрывание зарядов весом 7—8 кг/м в каналах данного се-

чения является наиболее целесообразным. Применение зарядов с меньшим погонным расходом не позволяет получить достаточные размеры уплотненной зоны, которая могла бы служить надежным противофильтрационным экраном. При взрывании зарядов с большим погонным расходом значительно разрушаются откосы канала.

Опытно-промышленная проверка методов создания противофильтрационных экранов в ирригационных сооружениях подводными взрывами осуществлялась на Копетдагском распределительном канале.

Изменения фильтрационных свойств грунтов в уплотненной зоне, образованной подводными взрывами, исследовали на участке канала длиной 150 м. До и после взрыва с помощью геодезических инструментов регулярно контролировали уровень воды на этом участке. По данным замеров подсчитан удельный расход воды из канала до взрыва — 348, после взрыва — 25 л/м² за сутки. После взрыва скорость фильтрации уменьшилась в 10—14 раз.

Создание таких противофильтрационных экранов позволяет во много раз сократить затраты времени и средств для ее осуществления по сравнению с существующими методами создания противофильтрационных экранов. Так, силами бригады, состоящей из одного взрывника и шести-семи рабочих, за смену можно уплотнить 450—500 пог. м канала.

Стоимость создания противофильтрационной защиты подводными взрывами на участке 1 км канала составляет около 2500 руб., в то время как стоимость асфальтобетонного покрытия этого же участка — более 50 000 руб. Выполненные работы показали, что разработанная технология создания противофильтрационной защиты в связных грунтах, уплотненных подводными взрывами, является достаточно простой и может применяться в широких масштабах, но имеет ряд недостатков.

Затирание ложа каналов проводят только на небольших, типа участковых или временных оросителях металлическими или железобетонными затирателями, имеющими форму утюга. Затирание ложа временных оросителей при одновременной их нарезке и влажности грунта 17—22% снижает потери воды в них в два-три раза. Одним из перспективных способов улучшения механических и фильтрационных свойств песчаных и глинистых грунтов является уплотнение.

Технология уплотнения все время совершенствуется. Наряду с известными используются новые прогрессивные методы воздействия на структуру грунта, которые обеспечивают наиболее широкие возможности индустриализации процесса уплотнения и позволяют получать необходимый эффект при минимальной затрате времени. Г. М. Ломизе и А. М. Гуткин предложили электроискровой метод уплотнения песчаных и глинистых грунтов.

В основу метода положена электрическая схема формирования высоковольтных разрядов в воде Л. А. Юткина. Если поместить в водонасыщенный грунт два электрода и пропустить через них электрический ток высокого напряжения, то произойдет электрический пробой находящегося между ними промежутка. Процесс высоковольтного разряда длится 10—60 мкс и сопровождается образованием зон высоких давлений. По измерениям и подсчетам эти давления достигают нескольких тысяч атмосфер. Расчеты показывают, что при электрическом разряде напряжением 50 кВ и емкости конденсаторов 1,5 мкф давления на расстоянии 3 см от центра разряда достигают величины 3000 атм, а на расстоянии 154 см — 19 атм.

Для электроискрового метода характерно действие высоковольтного разряда непосредственно в грунтовой среде без каких-либо промежуточных звеньев при одновременном воздействии на грунт увлажнения и веса вышележащих его слоев. Явления, возникающие при этом в грунтах, зависят от вида грунтов, их исходного состояния и свойств.

Электроискровой метод, основанный на комбинированном действии ударного импульса, увлажнения и веса, дал хороший эффект при уплотнении рыхлых песчаных и вполне удовлетворительный — при уплотнении лёссовых грунтов.

Электроискровым методом можно уплотнять грунт на глубину 10—15 м с охватом зон диаметром: для песчаных грунтов — 3—4 м, для лёссовых — 2—3 м.

П л а н
размещения сельскохозяйственных культур в разрезе
водовыделов из межхозяйственных каналов колхоза
(совхоза) _____ района _____

области _____
оросительной системы на 197 _____ год

Шифр канала	Площадь орошения (нетто), га		Зерновые											
			всего		в том числе									
					ози- мые		яро- вые		рис		куку- руза на зерно		прочие	
	посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Итого по
хозяйству

Приложение 2

Календарный план поливов и вододачи в совхоз

Культура	Площадь орошения, га			Способы полива		Число поливов	Поливная норма, м ³ /га	Гектаропо- ливы
	всего	посев	полив	ручн.	мех.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Зерновые (всего)

В том числе:
озимые

яровые

рис

кукуруза

Прочие

Общая поливная
площадь, га

(колхоз) _____ района на 197____ г.
 _____ оросительной системы

Показатели	Месяц																			
	апрель		май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь		
	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
10	11		12			13			14			15			16			17		

Номер полива
 Физич. площадь
 Гектарополивы
 Водопотребление,
 тыс. м³

Номер полива
 Физич. площадь
 Гектарополивы
 Водопотребление,
 тыс. м³

Номер полива
 Физич. площадь
 Гектарополивы
 Водопотребление,
 тыс. м³

Номер полива
 Физич. площадь
 Гектарополивы
 Водопотребление,
 тыс. м³

Номер полива
 Физич. площадь
 Гектарополивы
 Водопотребление,
 тыс. м³

Номер полива
 Физич. площадь
 Гектарополивы
 Водопотребление,
 тыс. м³

За декаду
 Нарастающим
 итогом

Культура	Площадь орошения, га			Способы полива		Число поливов	Поливная норма, м ³ /га	Гектарополивы
	всего	посев	полив	ручн.	мех.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Гектарополивы

Общее водопотребление (нетто), тыс. м³

КПД внутрихозяйственного канала

Водоподача на хозяйственные нужды, тыс. м³

Средний расход за декаду, л/с

Потреб. кол-во машин за смену

Потреб. кол-во поливальщиков

Показатели	Месяц																				
	апрель		май			июнь			июль			август			сентябрь			октябрь			
	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
	10	11	12	13	14	15	16	17													

За декаду
Нарастающим
итогом

За декаду
Нарастающим
итогом

На год

За декаду
Нарастающим
итогом

За декаду

Приложение 3

В е д о м о с т ь

укомплектования кадрами, мелиоративной техникой
и поливным инвентарем колхоза (совхоза) _____

_____ района _____ области на 197__ г.

Перечень	Потребность на 197__ г.	Наличие	В том числе по специализированным отделениям							
			I		II		III		IV	
			потреб- ность	наличие	потреб- ность	наличие	потреб- ность	наличие	потреб- ность	наличие

Кадры
 Поливальщики
 Машинисты на-
 сосных станций
 Машинисты
 дождеваль-
 ных машин
 Планировщи-
 ки—всего
 В том числе по
 маркам:
 Каналокопате-
 ли — всего
 В том числе:
 КЗУ-0,3
 КОР-500
 ЗОР-500
 Дождевальные
 машины —
 всего
 В том числе:
 ДДА-100 М
 ДДН-45
 ДДН-70
 Насосные аг-
 регаты
 Трубопроводы
 Насосный аг-
 регат к гиб-
 кому трубо-
 проводу

Приложение 4

План-заявка

на подачу воды совхозу (колхозу) _____ района
области _____ на 197__ г.

Межхозяйственный канал	Хозяйственный выдел		Подлежат поливу за декаду					Поливная норма, м ³ /га	КПД хозвыдела	Требуется подать воды в точке выдела, тыс. м ³ за декаду	План работы за декаду		
	шифр канала	нормальн. расход, м ³ /с	с.-х культуры или многолетние насаждения	номер по ласевообороту	подлежит поливу по год. плану	фактич. план полива за декаду	в том числе первым поливом				дата	часы	расход воды, м ³ /с

Гл. агроном _____

Ст. гидротехник _____

Приложение 5

Спра

о ходе поливов, водоподачи и использования ороситель

_____ месяца 197__ г.

_____ района

Межхозяйст- венный канал	Хозяйствен- ный канал (точки выде- ла)	Работа водовыпуска за декаду			Сельхоз- культура
		отра- ботано часов	средний расход воды за декаду, м ³ /с	подача воды в точке выдела	
				по плану	

Гл. агроном хозяйства

Приложение 6

В е д о м о с т ь

расчетных расходов (горизонтов) источника орошения
и возможных расходов на период
с 1 апреля по 30 октября 1974 г.

Период подачи		Характерис- тика источни- ка орошения		Возможная подача в сис- тему из источ- ника ороше- ния, м ³ /с	Необходимые расходы в голове маги- стрального канала по плану распре- деления, м ³ /с	Разница меж- ду необходи- мыми расхо- дами и воз- можной подачей	
месяц	декада	водо- нос- ность	гори- зонты, м			м ³ /с	%
Апрель	I	70,0	20,0	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						

и т. д.
За вегета-
ционный
период

вка

ной воды за _____ декаду

по _____ совхозу

_____ области (края)

Номер полей севооборота	Полиито всех культур, га нараста- ющим итогом с начала года						Фактическое во- допотребление, т, м ³	Фактическая по- ливная норма, м ³ /га	КИВ хозяйства	На поливе работало		Фактическая продолжитель- ность полива	
	всего за декаду	физичес- кая пло- щадь		в том чис- ле дожде- ванием		пло- щадь поли- вов				поливаль- щиков	дожде- вальных машин		
		план	фак.	план	фак.	пл.							фк.

Гл. гидротехник

Приложение 7

ВЕДОМОСТЬ

размещения сельскохозяйственных культур
по _____ оросительной системе на 197 г.

Хозяйство и район	Площадь орошения (нетто), га	Зерновые											
		всего		озимые		яровые		рис		кукуруза на зерно		прочие	
		посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив	посев	полив

Итого по системе

Приложение 8

Наличие орошаемых земель и планируемое оросительной

Хозяйство и районы	Площадь орошения (нетто), га	Из них намечается к ис- пользованию, га	Не подлежит использованию, га			
			всего	в том числе по причинам		
				реконструкции и планировки	заболачивания и засоления	ввода земель в эксплуатацию после оконча- ния сева
Итого по системе						

их использование по _____
системе в 197__ г.

[illegible]

забора воды _____

с _____ по _____

№ п/п.	Хозяйство и район	Площадь полива		Показатели	Ян- варь	Фев- раль
		га	га пол.			

Физическая площадь, га
Нарастающим итогом
Гектарополивы
Нарастающим итогом
Водопотребление (нет-
то), тыс. м³
Нарастающим итогом
КПД
Водопотребление
(брутто), тыс. м³
Нарастающим итогом
Расход (брутто), м³/с

Итого по системе:

Физическая площадь, га
Нарастающим итогом
Гектарополивы
Нарастающим итогом
Водопотребление (нет-
то), тыс. м³
Нарастающим итогам
КПД
Водопотребление
(брутто), м³/с
Нарастающим итогом
Расход (брутто), м³/с

А Н

_____ оросительной системы
 области _____ республики на период
 _____ 197 г.

Март	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сен- тябрь			Октябрь	Ноябрь	Декабрь
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			

по _____	Балансовая оросительной		
	Январь	Февраль	Март
Показатели			
Суммарный забор воды в систему из источника орошения, тыс.м ³ /с			
В том числе:			
повторного использования, м ³ /с			
расход, м ³ /с			
Суммарная подача воды в пунктах выдела хозяйствам, м ³ /с:			
на орошение			
на обводнение			
на хозяйды и замочку каналов			
потери на фильтрацию и испарение			
КПД внутрихозяйственной сети			
Суммарная подача воды из магистральных и межхозяйственных каналов, м ³ /с:			
в пунктах выдела хозяйствам			
на подпитывание рек и водохранилищ			
на замочку и заполнение магистральных и межхозяйственных каналов			
на опробование принимаемых в эксплуатацию межхозяйственных каналов и насосных станций			
вынужденные сбросы из межхозяйственных каналов для поддержания горизонтов			
Суммарная подача на все нужды (без потерь)			
Потери на фильтрацию и испарение в магистральных и межхозяйственных каналах			
КПД			
Полив физической площади, га			
Полив всех культур в вегетационный период, га			
Кроме того, влагозарядковые поливы, га			
Кроме того, лиманное орошение, га			
Средняя поливная норма (вегетац.), м ³ /га			
Средняя вегетационная оросительная норма, м ³ /га			
КПД системы			

ведомость
системе на 197__ г. (нарастающим итогом)

Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сен- тябрь			Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Итого
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				

Приложение 11

Календарный план поливов сельскохозяйственных культур

по _____ системе _____ района на 197 ____ г.

Сельскохозяйственные культуры и показатели плана	Изме- рение	План	Кол. поли- вов	Месяцы, декады			Га по- ливов	Прогр. способы полива		
				апрель	май			га	га полив.	
					1	2				3
Зерновые (всего)										
В том числе:										
озимые										
яровые										
рис										
кукуруза на зерно										
прочие										
и т. д. по всем культурам										
Итого физ. площади, га										
Нарастающим итогом										
Водопотребление на орошение										
(нетто), тыс. м³ (КПД—0.75)										
Водопотребление на орошение										
(брутто), тыс. м³										
Обводнение и хозяйжды (брутто), тыс. м³										

Начальник УОС _____ Гл. инженер УОС _____ Зав. отделом водопользования УОС _____

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛАНИРОВАНИЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Основы планового водопользования	4
Внутрихозяйственные планы водопользования	13
Системные планы водораспределения	24
Организация орошения по плану	38

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ 45

Эксплуатация головных водозаборов, насосных станций и линейных сооружений	46
--	----

Содержание и уход за каналами и гидротехническими сооружениями	49
---	----

Эксплуатация каналов-лотков	59
---------------------------------------	----

Эксплуатация обводнительно-оросительных систем .	60
--	----

Эксплуатация закрытых и комбинированных систем .	61
--	----

Эксплуатация рисовых систем	63
---------------------------------------	----

Эксплуатация систем на местном стоке	69
--	----

Автоматизация оросительных систем	83
---	----

Ремонтные работы	89
----------------------------	----

Совершенствование оросительных систем	98
---	----

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ГИДРОМЕТРИЯ 102

Учет расхода воды гидрометрическим методом	104
--	-----

Измерение расходов воды протарированными сооруже- ниями	114
--	-----

Учет расхода воды водосливами и насадками	116
---	-----

Автоматические приборы для учета расхода воды . .	121
---	-----

Измерение расхода воды в каналах-лотках	125
---	-----

Измерение расхода воды в закрытой оросительной сети	129
---	-----

ПОТЕРИ ВОДЫ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ . 132

Методы определения потерь на фильтрацию	132
---	-----

Способы борьбы с потерями воды	146
--	-----

ПРИЛОЖЕНИЯ	159
----------------------	-----

175 с. с ил.

На обороте тит. л. авт.: В. И. Ольгаренко, И. А. Чуприн, И. Ф. Чередниченко, Ю. А. Крылов.

Изложены принципы разработки внутрихозяйственных планов водопользования, вопросы эксплуатации оросительных систем специального назначения, эксплуатации каналов и сооружений, меры борьбы с потерями воды из оросительных каналов.

Предназначена для мелiorаторов колхозов и совхозов.

Владимир Иванович Ольгаренко

Иван Андреевич Чуприн

Нина Федоровна Чередниченко

Юрий Александрович Крылов

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Зав. редакцией Н. И. Соловьева

Редактор Э. Н. Орлова

Переплет художника Е. Г. Шубенцова

Технический редактор Н. В. Сергеев

Корректоры: Л. А. Балашова

Г. Д. Кузнецова

Л-87786. Сдано в набор 19/XII 1975 г. Подписано к печати 9/IV 1976 г. Объем 5,5 физ. печ. л., 9,24 усл. печ. л., 9,07 уч.-изд. л. Бум. № 2. Формат 84×108¹/₃₂. Тираж 15 000. Изд. № 1357. Заказ № 578. Цена 41 коп.

Россельхозиздат, г. Москва, Б-139, Орликов пер., 3а

Книжная фабрика № 1 Росглаволиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Электросталь Московской области, ул. им. Тевосяна, 25,