

**МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР**

**СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ
им. В. Д. ЖУРИНА
(САНИИРИ)**

**КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
(КазНИИВХ)**

**КОМПЛЕКСНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ
КАЗАХСТАНА**

Сборник научных трудов

Ташкент — 1988

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации
им. В. Д. Журина
(САНИИРИ)

Казахский научно-исследовательский институт
водного хозяйства
(КазНИИВХ)

КОМПЛЕКСНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ
КАЗАХСТАНА

- Сборник научных трудов

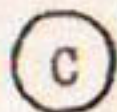
Ташкент — 1988

В сборнике трудов САНИИРИ и КазНИИВХ освещаются вопросы технического совершенствования оросительных систем Казахстана, методические основы технико-экономического обоснования их комплексной реконструкции, расчета и проектирования водозаборных сооружений, оросительной сети и других сооружений, рационального использования водных ресурсов, оптимизации мелиоративных режимов.

Предложения и рекомендации, приведенные в сборнике, могут быть использованы в практике проектирования и эксплуатации оросительных систем.

Редакционная коллегия:

Духовный В.А. (отв. ред. САНИИРИ), Мухамеджанов В.Н. (отв. ред. КазНИИВХ)
Багапов Р.И. (зам. ред. КазНИИВХ), Кадыров А.А. (зам. ред. САНИИРИ),
Умаров У.У., Пулатов А.Г.



Среднеазиатский научно-исследовательский
институт ирригации им. В.Д. Журина (САНИИРИ),
1988

В.Н.Мухамеджанов
кандидат технических наук

Р.И.Вагапов
кандидат технических наук

М.М.Мусекенов
инженер
(КазНИИВХ)

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

Реализация Продовольственной программы страны, создание гарантированных зон производства сельскохозяйственной продукции во многом будет определяться дальнейшим развитием мелиорации и рациональным использованием природно-производственных ресурсов зоны. В решениях XXII съезда КПСС, постановлениях Партии и Правительства отмечается настоятельная необходимость обеспечения дальнейшего повышения эффективности использования орошаемых земель, создания "экономичных и надежных в эксплуатации оросительных систем с механизированным и автоматизированным водораспределением". Задача технического совершенствования существующих оросительных систем, особенно в староорошаемом регионе, в настоящее время стала весьма актуальной. Решение этой проблемы требует длительного времени, она является задачей долгосрочной.

Казахстан обладает значительным потенциалом орошаемых земель: площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий превышает 3,4 млн.га, в том числе регулярного орошения - 2,3 млн.га.

Из общей площади орошаемых земель примерно половина представлена системами полунинженерного и неинженерного типа. Многие из них создавались на небольших площадях и на ненадежных источниках, слаба оснащенность их гидротехническими сооружениями и устройствами. Медленно развивается автоматизация и телемеханизация оросительных систем. Только на 20% орошаемых земель (467 тыс.га) внедрены элементы автоматизации водораспределения. Следует также отметить, что имеющиеся станции управления и устройства телемеханизации в основном представлены устаревшими образцами. Низок уровень подготовленности эксплуатационного персонала, практически отсутствуют центры подготовки кадров для освоения и эксплуатации автоматизированных оросительных систем.

Поэтому очень часты отказы в их работе.

В республике более 70% орошаемых земель поливается поверхностным способом. Уровень его механизации крайне низок, составляет всего 4,3%.

По оценкам Минводхоза республики, не менее чем на одной трети земель существующего орошения требуется проведение капитальных работ по их улучшению. Однако потребности в проведении реконструктивных мероприятий на оросительных системах значительно выше. Это объясняется прежде всего тем, что дальнейшее развитие орошаемого земледелия в республике возможно, главным образом, на местном стоке. Поэтому в ближайшие годы основным резервом повышения эффективности орошаемого земледелия остается проведение комплекса работ по качественному улучшению существующих оросительных систем, т.е. их реконструкция.

В широком смысле под реконструкцией оросительных систем понимается осуществляемая на основе использования достижений научно-технического прогресса совокупность мероприятий комплексного характера в целях повышения их технического и организационного уровней. Реконструкция оросительных систем преследует основную цель: снижение отрицательных воздействий на экологическую обстановку и повышение эффективности общественного производства на орошаемой территории. При этом решаются как экономические, так и социально-экологические задачи.

Экономические задачи решаются путем улучшения мелиоративного состояния и использования орошаемых земель и водных ресурсов, повышения водообеспеченности, совершенствования эксплуатации оросительных систем и организации производственных процессов на орошаемом массиве. Причем каждый из отмеченных путей реализуется проведением определенных мероприятий. Так, для повышения водообеспеченности орошаемых земель требуется проведение одного или комплекса следующих мероприятий: совершенствование водозабора, реконструкция оросительной сети и сооружений на ней, внедрение прогрессивной поливной техники, проведение капитальной планировки. В ряде случаев может возникнуть необходимость осуществления не только технических, но и организационных мероприятий.

В настоящее время реконструкция оросительных систем проводится по следующим трем позициям: мелиоративное улучшение земель, повышение водообеспеченности земель и реконструкция оросительной

сети, капитальная планировка. Такая практика часто приводила к некомплексному ведению работ по реконструкции и, в результате, к снижению общей экономической эффективности капитальных вложений на эти цели. Целесообразен переход к комплексной реконструкции: одновременному строительству и реконструкции коллекторно-дренажной сети (КДС), реконструкции оросительной сети, проведению капитальной планировки и внедрению совершенной поливной техники. Поэтому начиная уже с 1988 года в статотчетности по государственным заказам вводятся новые показатели: "Комплексная реконструкция орошаемых земель" и "Строительство и переустройство КДС на землях, не требующих комплексной реконструкции оросительных систем".

Показатель "Комплексная реконструкция орошаемых земель" учитывает площади, где проводится только реконструкция оросительной сети или одновременно выполняются работы по строительству и реконструкции КДС, повышению водообеспеченности и капитальной планировке. Кроме того, при комплексной реконструкции, наряду с водохозяйственными мероприятиями, предусматривается и строительство объектов производственного и непроизводственного назначения, связанных, главным образом, с получением дополнительной сельскохозяйственной продукции. А в показателе "Строительство и переустройство КДС на землях, не требующих комплексной реконструкции оросительных систем" учитываются физические площади орошаемых земель, на которых предусматривается строительство и переустройство межхозяйственных и магистральных коллекторов внутрихозяйственной КДС с сооружениями на ней, включая также проведение капитальной планировки орошаемых земель.

При прогнозировании основных направлений развития орошения и реконструкции существующих оросительных систем, кроме материалов ретроспективного анализа, учитывались обнародованные планы мелиоративных работ.

В обновлении основных фондов орошаемого земледелия приоритет отдается техническому совершенствованию и реконструкции оросительных систем, а также строительству и реконструкции КДС. Новое поколение дождевальных машин получит внедрение, будет развиваться механизация поверхностного полива. В орошаемом земледелии за счет реконструкции оросительных систем, внедрения новых дождевальных машин, механизации поверхностного полива, бетонирова-

ния каналов, расширения применения закрытых трубопроводов, автоматизации водораспределения будут резко сокращены потери оросительной воды и повышен КПД систем. Кратко остановимся на перспективах развития в республике некоторых из этих направлений.

Направления технического совершенствования существующих оросительных систем на ближайшую перспективу вытекают из Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 19 января 1988 года № 64 "О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в стране". Осуществление указанных в нем мероприятий уже в 1990 году должно обеспечить значительную экономию оросительной воды, сократить удельный расход воды на гектар орошаемых земель не менее чем на 15%. А к концу прогнозируемого периода (2015 г) практически вся оросительная сеть будет проходить в лотках, трубопроводах и одета в противофилтрационные покрытия. В первую очередь следует заняться переустройством хозяйственных систем и внутрихозяйственной сети. Именно в этом звене можно добиться основных эффектов по экономии водных и трудовых ресурсов. Параллельно должны осуществляться работы по реконструкции межхозяйственных систем. В дальнейшем предусматривается реконструкция с внедрением автоматизированной системы управления (АСУ) сначала на межхозяйственном, а затем и на внутрихозяйственном уровнях. В первое время элементы АСУ могут быть внедрены на отдельных объектах, что обеспечит в перспективе необходимые предпосылки для проведения комплексных реконструктивных работ в условиях массового внедрения АСУ на оросительных системах республики.

Протяженность оросительных каналов составит около 94 тыс. км. При этом, если в 1986 г. были покрыты противофилтрационной одеждой только 10,6% их, то к концу рассматриваемого периода протяженность таких каналов увеличится более чем в 6,6 раза и составит более 56 тыс. км. Остальная часть водопроводящей сети будет представлена закрытой сетью — трубопроводами с общей протяженностью 37,5 тыс. км. Более чем в 4,5 раза повысится оснащенность оросительных систем гидротехническими сооружениями, возрастет уровень их автоматизации.

Большого эффекта можно добиться за счет улучшения мелиоративного состояния земель, строительства дренажа. Пока что наблюдается отставание в строительстве и реконструкции магистральных коллекторов и дренажной сети для отвода дренажного и сбросного

стока.

Значительная часть орошаемых земель в Южном регионе республики требует промывных поливов. При промывке, вместо требуемых 2-2,5 тыс. м³/га, зачастую расходуется вдвое больше воды.

В целях повышения эффективности использования орошаемых земель, экономии оросительной воды и затрат труда при поливе следует считать механизацию поверхностного полива первостепенным направлением внедрения водосберегающих технологий, повышения урожайности и производительности труда. Необходимо сделать правилом следующее: ввод новых и реконструкцию существующих оросительных систем производить только при оснащении поверхностного полива средствами механизации. Осуществление республиканской программы по механизации и автоматизации поверхностного полива обеспечит повышение уровня механизации к 1990 г. до 25%, к 1995 г. - до 50%, а к 2005 г. - более 88%. Причем темпы реконструкции площадей с целью механизации поверхностного способа полива будут в 1,5 раза опережать ввод новых орошаемых земель с механизированным поливом.

Дождевание применялось в 1986 г. на площади 645,6 тыс. га, или на 28,2% орошаемых земель. В перспективе площади полива дождеванием должны удвоиться и составить примерно 45% орошаемых земель.

На стадии опытного внедрения находится капельное орошение. В республике имеется возможность расширения применения этого способа, особенно на поливе садов и виноградников в предгорных зонах со значительными уклонами. К 2015 году площадь капельного орошения в республике достигнет 20-25 тыс. га.

Особого внимания заслуживает планомерное проведение капитальной планировки. Из-за значительного наличия неспланированных орошаемых земель непроизводительно расходуется до 20% поливной воды. Этот вид мелиоративных работ, как показывает практика, обеспечивает значительный эффект в использовании водных ресурсов, повышении урожайности сельскохозяйственных культур и производительности труда.

Осуществление перечисленного комплекса реконструктивных мероприятий позволит значительно сократить потребление водных ресурсов, повысить КПД систем. Высвободившиеся ресурсы воды, прежде всего, надо использовать на повышение урожая, ликвидацию

недополивов. Кроме того, для обеспечения устойчивого и гарантийного водопотребления сельхозкультур необходимо постоянно иметь определенный (минимальный) запас водных ресурсов, накапливаемых в водохранилищах многолетнего регулирования.

К вопросу освоения новых земель. Из-за истощения свободных водных ресурсов в регионе ввод новых орошаемых земель должен быть по возможности минимальным. Фактический прирост новых орошаемых земель к 2015 году не превысит 700 тыс. га с постепенным снижением по пятилеткам нового ввода с 300 до 50 тыс. га. Высвободившиеся при этом капитальные вложения следует направить на реконструкцию и совершенствование эксплуатации оросительных систем, а также на оживление научно-исследовательских работ в этих направлениях.

Существующая структура управления, основанная на территориально-республиканском и узко ведомственном принципах, перестала отвечать возросшим требованиям. В свете решений июньского (1987 г) Пленума ЦК КПСС о коренной перестройке управления экономикой страны главной задачей водохозяйственных организаций является совершенствование деятельности всех звеньев службы эксплуатации.

Жизнь настоятельно требует поднять роль и значение службы эксплуатации. Служба технической эксплуатации оросительных систем в республике далеко отстала от уровня требований времени. Рост объемов ремонтно-эксплуатационных работ идет в основном за счет выполнения их на межхозяйственной сети, а на внутрихозяйственной сети эти объемы не превышают 30% от потребных. Это привело, в конечном итоге, к запущенности оросительных систем. Не изменив своего отношения к службе эксплуатации, невозможно поправить состояние орошаемого земледелия в республике.

Служба эксплуатации должна быть укреплена путем оснащения ее техникой, материальными ресурсами. Повсеместно должны быть созданы районные производственные управления по эксплуатации оросительной сети. Уже на этой пятилетке необходимо обеспечить полную передачу внутрихозяйственной сети на баланс водохозяйственных организаций.

Одним из важных направлений повышения эффективности орошаемого земледелия в республике является научно-обоснованное размещение сельскохозяйственных культур на поливных землях. Нужно

тщательнее разобраться со структурой посевных площадей на существующих и вновь вводимых землях. Необходимо смелее пересмотреть структуру посевов на орошаемых землях, вывести из севооборотов низкоурожайные и малоценные культуры. В наших прогнозных расчетах намечается более полное использование орошаемых земель под посевы полевых культур. Посевная площадь их возрастет на 716 тыс. га.

Осуществление комплексной реконструкции орошаемых земель, перестройка и совершенствование эксплуатации оросительных систем, повышение уровня агротехники, а также некоторый прирост орошаемых земель в республике позволят увеличить к 2015 году валовой сбор зерна в 2,7 раза, сахарной свеклы – 2,1, хлопка-сырца – 2,0 (несмотря на уменьшение посевной площади на 29%), картофеля – 5,5 и овощей – 7,8 раза и т.д. В результате продуктивность орошаемых земель повысится с 667 руб/га в 1985 г. до 1500 руб/га в 2015 году, годовой объем производства продукции будет оцениваться суммой в 4,5 млрд. руб. против 1,5 млрд. руб. в 1985 году.

В воспроизводственной структуре капитальных вложений значительно возрастет доля затрат на реконструкцию. Объемы капитальных вложений в мелиорацию получены путем перемножения прогнозных величин нормативов удельных капитальных вложений на соответствующие площади нового орошения и реконструкции. Нормативы удельных капитальных вложений по пятилеткам устанавливались умножением их величин в предыдущей пятилетке на повышающие коэффициенты, заимствованные на ближайшую перспективу из "Укрупненных нормативов удельных капитальных вложений на 1981–1985 гг. с прогнозом до 1995 г.", а на более далекую перспективу – путем экстраполяции (табл.).

Выполнение всей намечаемой программы мелиоративных работ потребует 21,4 млрд. руб. капитальных вложений, в том числе на комплексную реконструкцию оросительных систем – более 17,0 млрд. руб.

Таблица

Повышающие коэффициенты удельных капитальных вложений в мелиоративное строительство и реконструкцию по пятилеткам

Расчетные уровни (пятилетки)	Новое строи- тельство	Реконструк- ция ороситель- ных систем	Мелиоративное улучшение, планировка и промывка зе- мель
1981-1985 гг.	1,0	1,0	1,0
1986-1990 гг.	1,07	1,1	1,08
1991-1995 гг.	1,06	1,08	1,04
1996-2000 гг.	1,05	1,06	1,03
2001-2005 гг.	1,04	1,04	1,02
2006-2010 гг.	1,03	1,03	1,02
2011-2015 гг.	1,02	1,02	1,01

К.Т.Раимбаев
кандидат технических наук

С.Д.Магай
кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Важнейшим условием успешной реализации Продовольственной программы СССР, принятой на майском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС, и дальнейшего повышения благосостояния советского народа, как отмечалось на XXV съезде КПСС, является всесторонняя интенсификация сельскохозяйственного производства на основе широкомасштабного развития мелиорации земель и ускорения научно-технического прогресса. Орошаемое земледелие должно обеспечивать максимальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур на основе эффективного использования водно-земельных ресурсов.

Особенно остро данный вопрос стоит в Казахской ССР, где часть гидромелиоративных систем, технический уровень которых по тем или иным показателям не отвечает современным конструктивным и технологическим требованиям и не в состоянии поддерживать оп-

тимальный мелиоративный режим почв при орошении, нуждается в комплексной реконструкции. Под оптимальным мелиоративным режимом следует понимать управляемое сочетание орошения и дренажа, обеспечивающее благоприятный и стабильный водно-солевой режим почв в период эксплуатации или режим рассоления в период освоения и способствующее поддержанию плодородия почв при наименьших затратах оросительной воды, материальных средств и трудовых ресурсов.

Стабильность продуктивности орошаемых земель во многом предопределяется устойчивостью протекания благоприятных почвенно-мелиоративных процессов во времени и их направленностью. Оценку же направленности почвенно-мелиоративных процессов при орошении и выбор оптимального мелиоративного режима с учетом конкретных природно-хозяйственных условий и экологических требований необходимо производить путем их сравнения, применяя имеющиеся в мелиоративной практике методы количественной оценки основных факторов (математическое моделирование) в сочетании с лабораторными и полевыми исследованиями.

Для оценки водного режима орошаемых земель, включающего режим грунтовых вод и изменение влагосодержания в корнеобитаемом слое почвы, можно воспользоваться достаточно простым методом, разработанным И.С.Пашковским и В.Б.Чулаевским на основе балансовых уравнений /1/. Преимущество предлагаемого метода заключается в простоте расчетов и минимальном числе параметров, которые достаточно просто определяются в процессе изыскательских работ. Его можно использовать для определения оросительных (поливных) норм и объема влагообмена между почвенными и грунтовыми водами при заданных пределах регулирования влагосодержания в корнеобитаемом слое почв, а также для расчета влажности почв, если задан режим орошения и известен объем влагообмена.

При расчете водного режима почв предложенным методом в зоне аэрации выделяется граничный слой, включающий корнеобитаемую зону, мощность которой зависит от вида и фазы развития сельскохозяйственных культур. При поливах и выпадении атмосферных осадков верхний слой промачивается, и влага из этого слоя расходуется на суммарное испарение и отток в более глубокие горизонты. Таким образом, баланс корнеобитаемого слоя определяется из уравнения, связывающего влагообмен между этим слоем, атмосферой и зоной

аэрации, залегающей ниже:

$$h \cdot \frac{\Delta W}{\Delta t} = J \pm g, \quad (1)$$

где h — мощность корнеобитаемого слоя, м; ΔW — изменение влажности в корнеобитаемом слое (в долях от объема) за время Δt (сут.); J — количество влаги, поступившей в корнеобитаемый слой, мм/сут.

$$J = M + A - E, \quad (2)$$

где A, E, M — атмосферные осадки и суммарное испарение, оросительная норма, мм/сут; g — влагообмен между зоной аэрации и грунтовыми водами, мм/сут.

Водный режим в корнеобитаемом слое определяют по методу конечных разностей:

$$\bar{W}_{i+1} = \bar{W}_i + \frac{\Delta t}{(m - W_0) \cdot h} \cdot (J - g), \quad (3)$$

где $\bar{W}_i$ и $\bar{W}_{i+1}$ — относительная влажность корнеобитаемого слоя в предыдущий и последующий моменты времени.

$$\bar{W} = \frac{W - W_0}{m - W_0}, \quad (4)$$

где W — объемная влажность в момент времени t , в долях от объема; W_0 — связанная влага, соответствующая максимальной молекулярной влагоемкости, в долях от объема; m — пористость, в долях от объема.

При расчете по этим формулам из уравнения водного баланса вычисляют J . Расчетный шаг для определения принимается 1...2 сут. Далее при известных для каждого периода Δt и начальной влажности $\bar{W}_i$ подбором находят $\bar{W}_{i+1}$.

При оценке возможности применения приведенных формул для расчета водного режима темно-каштановых почв в зоне канала Иртыш-Караганда использовали данные: $W_0 = 0,18$; $m = 0,35$; $h = 1,0$ м, а также величины M, A, E и $g = f(W, h_r)$, определенные при проведении экспериментальных исследований для различных лет обеспеченности. Сравнение рассчитанных и экспериментальных данных показало удовлетворительную сходимость (табл. I).

Таблица I

Расчетные (в числителе) и экспериментальные (в знаменателе) оросительные нормы и объемы влагообмена (поливная норма - 350 м³/га)

Культура	Обеспеченность года, %	Уровень грунтовых вод, м	Влажность почвы, % от НВ	Оросительная норма		Влагообмен	
				м ³ /га	отклонение, %	м ³ /га	% от м
Картофель	40...50	2,0	70...80	1960	8,6	110	5,7
				2100		64	3,0
Картофель	70...80	3,0	70...80	2000	12,5	-10	-0,5
				1750		-90	5,1
Кукуруза на силос	10...15	3,0	70...80	600	7,7	-80	13,3
				650		-61	9,4

Анализ результатов исследований и обобщение имеющихся материалов показали, что самым тесным образом с водным режимом почв, определяющим процессы миграции солей, минеральных и органических соединений, связаны основные свойства и плодородие почв /2, 3/. Поэтому в основе изучения процессов солепереноса в почвогрунтах должна лежать связь водного и солевого режимов. В практике мелиорации наиболее широкое распространение получила однопараметрическая модель процесса передвижения солей:

$$m_a \frac{\partial C}{\partial t} = D^* \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (5)$$

где m_a - активная пористость, в долях; t - время, сут;
 x - координата; D^* - коэффициент конвективной диффузии, м²/сут; C - концентрация почвенного раствора в точке x , г/л.

Однако реализация этой модели дает хорошую адекватность на почвах, где емкость поглощения не превышает 10 мг-экв на 100 г, а отношение внутриагрегатной пористости к межагрегатной 0,25...3, что характерно для пустынной и полупустынной зон (табл.2).

Таблица 2

Расчетное и фактическое распределение солей в почво-
грунтах в пустынной зоне
(Кзылкумская рисовая система)

Номера площа- док	Горизон- ты, м	Начальное засоление, %	Конечное засоление, %		Отклонение, %
			расчи- танное	фактиче- ское	
2	0...1	0,534	0,190	0,168	+0,022
	1...2	0,460	0,278	0,252	+0,026
	0...2	0,497	0,234	0,210	+0,024
5	0...1	0,329	0,133	0,145	-0,012
	1...2	0,281	0,191	0,177	+0,014
	0...2	0,305	0,162	0,161	+0,001
9	0...1	0,197	0,087	0,104	-0,017
	1...2	0,169	0,121	0,118	+0,003
	0...2	0,183	0,104	0,111	-0,007

В степной и сухостепной зонах, где характерно широкое распространение незасоленных почв, существует реальная опасность натриевого или магниевое осолонцевания и ухудшения водно-физических свойств почвы. Поэтому для почв, обладающих достаточно большой сорбционной емкостью, очень важно исследовать динамику солей в почвах с учетом обменной сорбции катионов и выяснить состав поглощенных оснований, в первую очередь Na , Ca , Mg .

Математическая модель совместного переноса нескольких ионов в почвах с учетом равновесной динамики ионообменной сорбции записывается в виде / 3 /:

$$m_j \frac{\partial C_j}{\partial t} = D_j^* \frac{\partial^2 C_j}{\partial x^2} - v(t) \frac{\partial C_j}{\partial x} - \frac{\partial N_i}{\partial t}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (6)$$

$$\frac{N_i}{\sqrt{N_2}} = K_1 \frac{C_1}{\sqrt{C_2}}; \quad \frac{N_i}{\sqrt{N_3}} = K_2 \frac{C_1}{\sqrt{C_3}}. \quad (7)$$

$$N_1(x, t) + N_2(x, t) + N_3(x, t) = N_0(x). \quad (8)$$

Приведенная система уравнений решается при следующих начальных и граничных условиях:

$$t=0 \begin{cases} C_j(x,0) = C_{j0}(x) \\ N_j(x,0) = N_{j0}(x) \end{cases} \quad (9)$$

$$t>0 \begin{cases} x=0; (C_j - C_{jn}) \cdot V = D_j^* \frac{\partial C_j}{\partial x}, j=1,2,3 \\ x=L; \frac{\partial C_j}{\partial x} = 0, \end{cases} \quad (10)$$

где $C_j(x,t), N_j(x,t)$ — содержание ионов натрия, кальция и магния в почвенном растворе и ППК в точке X от поверхности земли в момент времени t , мг-экв на 100 г почвы; C_{j0}, N_{j0} — то же, в начальный момент времени, мг-экв на 100 г почвы; C_{jn} — содержание ионов в оросительной воде, мг-экв на 100 г; $N_0(x)$ — емкость катионного обмена в почве, мг-экв на 100 г; $V(t)$ — скорость фильтрации, м/сут; L — мощность почвенного слоя, м; m_j — эффективная пористость, в долях от объема; K_1, K_2 — коэффициенты изотерм сорбции; N_1, N_2, N_3 — содержание ионов Na, Ca, Mg в ППК, мг-экв на 100 г; D_j^* — коэффициент конвективной диффузии, $m^2/сут$.

$$D_j^* = D_M + \lambda \cdot V, \quad (11)$$

где λ — коэффициент гидродинамической дисперсии, характеризующий пористую среду, м; V — скорость фильтрации, м/сут; D_M — коэффициент молекулярной диффузии, $D_M = 10^{-5} \dots 10^{-7} m^2/сут$.

При расчете солевого режима использованы данные, полученные при расчете водного режима, а также следующие значения параметров:

$$\lambda = 0,45 \text{ м}, \quad m_j = 0,35, \quad K_1 = 0,45, \quad K_2 = 0,52 \text{ (табл.3)}.$$

Таблица 3

Расчетное (в числителе) и экспериментальное (в знаменателе) содержание Na, Ca, Mg в почвенном растворе слоя 0...100 см и ППК, мг-экв на 100 г почвы

Время определения	Год эксплуатации систем	В почвенном растворе			В ППК		
		Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg
Весна	5	1,06	0,61	0,21	1,77	20,64	7,33
Осень		0,95	0,50	0,20	1,77	20,64	7,34
		0,92	0,77	0,33	1,45	20,75	7,37
Весна	6	0,95	0,50	0,20	1,77	20,04	7,34
		0,40	0,73	0,17	1,45	20,53	7,30
Осень		1,15	0,72	0,29	1,78	20,61	7,36
		0,96	0,86	0,49	1,40	19,77	8,66
Весна	7	1,15	0,72	0,29	1,78	20,61	7,36
		1,15	0,95	0,28	1,65	20,07	7,33
Осень		1,36	0,99	0,41	1,81	20,59	7,36
		1,20	0,95	0,45	1,58	19,69	7,79
Изменение		+0,30	+0,38	+0,20	+0,04	-0,05	+0,01
		+0,14	+0,34	+0,24	-0,19	-0,95	+0,46
Отклонения, %		11,70	4,00	8,90	12,70	4,40	6,00

Таким образом, адекватность вышеперечисленных математических моделей свидетельствует о возможности их применения при разработке оптимальных мелиоративных режимов на гидромелиоративных системах, которые должны способствовать повышению эффективности орошаемого земледелия в целом и учитывать не только капитальные вложения, но и эффект в сфере эксплуатации системы. Экономическим критерием оптимизации может служить минимум суммы удельных приведенных затрат на единицу продукции:

$$\Sigma Z = \frac{E_n \cdot K_i + C_i + \Sigma \Delta Z_i}{g_i} \approx \min, \quad (12)$$

где ΣZ - сумма удельных приведенных затрат, р/т; E_n - нормативный коэффициент капитальных вложений; K_i - капитальные вложения на реконструкцию гидромелиоративной системы по вариантам, р/га; ΔZ_i - увеличение расчетных удельных

затрат по вариантам, связанных с дополнительным отвлечением водно-земельных ресурсов, р/га; Y_i - урожай сельскохозяйственных культур по вариантам, т/га.

Сравнение расчетных оросительных норм (нетто) для картофельно-кормового севооборота в среднесухой год ($P = 50\%$) с применяемыми на системе показало, что происходит экономия оросительной воды, которая позволяет улучшить экологическую обстановку в низовьях водоисточника или увеличить орошаемые площади и получить дополнительный урожай сельскохозяйственных культур, хотя при этом возрастут капитальные затраты на строительство оросительной и коллекторно-дренажной сети, а также затраты на осуществление поливов (табл.4).

При расчете таблицы нагрузки на дренаж и урожай сельскохозяйственных культур определяли по данным экспериментальных исследований; параметры горизонтального дренажа - по формулам С.Ф.Аверьянова; дозы внесения гипса для нейтрализации натрия и магния в почвенно-поглощающем комплексе и органических удобрений для восстановления гумуса в почве - по зависимостям, изложенным в работах В.А.Ковды, Л.П.Розова, И.П.Айдарова, А.И.Королькова и др.; удельные сельскохозяйственные и мелиоративные издержки - по нормативным документам; удельные затраты на внесение гипса и органических удобрений - по технологической карте возделывания сельскохозяйственных культур в Казахстане; затраты на строительство дренажа глубиной заложения 3,5 м и строительство оросительной сети для поливных машин типа "Фрегат" - по техническим проектам института "Центрказгипроводхоз" /3, 4, 5, 6, 7, 8, 9/.

Результаты расчетов показывают, что самыми экономичными являются варианты, когда режим орошения и технология поливов поддерживают влажность корнеобитаемого слоя почв в пределах 0,8...0,9 НВ или 0,7...0,8 НВ, а параметры реконструированной системы - уровень грунтовых вод соответственно на глубине 2,0 или 3,0 метров.

На основании изложенного можно заключить, что оптимизация мелиоративных режимов почв и параметров гидромелиоративных систем должна осуществляться путем сравнения различных вариантов с учетом природно-хозяйственных условий и экологических требований, а целесообразность реконструкции систем или их от-

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6	7	8
10. Содержание Mg в ШПК, %	24,9	23,9	24,0	24,2	23,2	24,2	24,2
11. Нормы внесения гипса, т/га	9,7	9,9	9,5	9,2	9,3	9,3	9,0
12. Объем гумуса, вымытого из почвы в нижележащие грунты, т/га	1,7	-	0,21	0,90	0,15	0,35	1,05
13. Дополнительная норма внесения органических удобрений, т/га	7,6	-	1,4	5,0	1,0	2,1	5,7
14. Затраты на внесение гипса и органических удобрений, р/га	11,0	10,0	8,0	10,0	8,0	9,0	10,0
15. Сельскохозяйственные издержки, р/га	436	308	444	513	447	441	482
16. Мелиоративные издержки, р/га	236	229	241	279	241	240	265
Всего текущих затрат, р/га	683	753	693	802	696	690	757
Всего затрат, р/га	1228	1065	1089	1248	1118	1140	1270
17. Урожайность, т.корм.ед.га	8,7	6,1	8,4	10,2	9,0	8,8	9,6
18. Удельные затраты на единицу урожая, р/т корм.ед.	141,1	174,6	129,6	122,4	122,4	129,5	132,3
19. Дополнительная площадь орошения на сэкономленной оросительной воде	0	1,45	0,85	0,50	0,83	0,77	0,39
20. Урожайность с учетом дополнительной площади, т.корм.ед.	8,7	15,0	15,6	15,3	17,3	15,7	13,6
21. Удельные затраты на единицу урожая с учетом дополнительной площади, р/т.корм.ед.	141,1	152,0	123,9	117,8	120,4	123,4	126,2

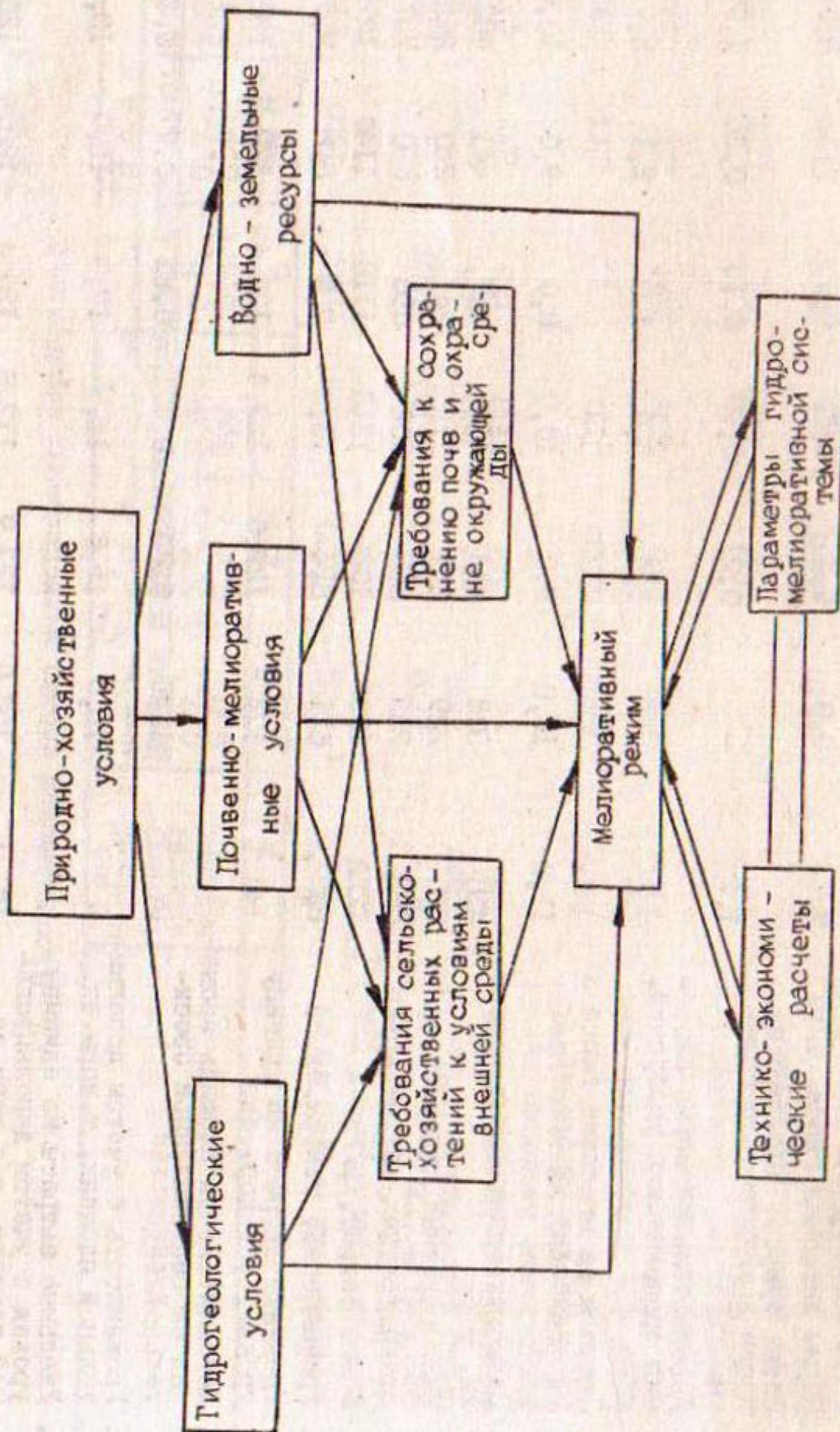


Рис. I. Схема обоснования оптимального мелиоративного режима и параметров гидро-мелиоративной системы

дельных элементов может определяться согласно приведенной структурной схеме (рис. I). Состав мероприятий по совершенствованию оросительных систем должен устанавливаться, главным образом, в зависимости от уровня их технического и мелиоративного состояния, уровня продуктивности орошаемых земель и уровня использования водно-земельных ресурсов.

Проведение комплексной реконструкции позволит эффективно внедрять водосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, сохраняя при этом требуемый мелиоративный режим почв, что особенно важно в Казахстане, где более 70% орошаемых земель размещены в аридной зоне, где постоянный рост дефицита оросительной воды обусловил ее экономию как определяющий фактор при выборе мелиоративных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. К оценке инфильтрационного питания в условиях работы дренажа /Пашковский И.С., Чулаевский В.Б. //Труды Союзводпроекта.- М., 1980.- Вып.53.- С.132-139.
2. Вышпольский Ф.Ф. Некоторые аспекты управления мелиоративными процессами на орошаемых землях Казахстана //Совершенствование мелиоративного улучшения орошаемых земель в Казахстане.- Ташкент, 1982.- С.53-68.- (Сб. науч.тр./САНИИРИ)
3. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель.- М.: Агропромиздат, 1985.- 304 с.
4. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель.- М.: Колос, 1978.- 288 с.
5. Ковда В.А. Основы учения о почвах: В 2 кн.- М.: Наука, 1973.- С.447, 467.
6. Розов Л.П. Мелиоративное почвоведение.- М.: Сельхозгиз, 1956.- 439 с.
7. Айдаров И.П., Корольков А.И. Мелиоративные режимы орошения черноземов // Гидротехника и мелиорация.- 1986.- № 1.- С.14-19.

8. Ш а б а н о в В.В., К и я т к и н А.К., К в а н Р.А. и др. О нормах орошения в зоне Главного канала переброски // Гидротехника и мелиорация. - 1983. - № 7. - С.35-38.
9. Зональный прейскуронт цен на объемы массового мелиоративного строительства в Казахской ССР. - М.: Прейскурантиздат, 1983. - 93 с.

М.Жумадильдаев
кандидат экономических наук
(КазНИИВХ)

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР "О Долго-временной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны" предусматривается доведение площадей орошаемых земель Казахстана до 3,0...3,5 млн.га / I /. Успешное выполнение данной задачи во многом зависит, наряду с освоением новых орошаемых массивов, и от проведения реконструктивных работ на существующих оросительных системах староорошаемой зоны республики.

В настоящее время в Южных и Юго-Восточных областях сосредоточено около 1,4 млн.га, или 80% орошаемых земель республики. Здесь, в основном, все удобные для орошения земли освоены, и строительство новых оросительных систем намечается проводить на землях, отдаленных от источников орошения, и необжитых районах отраслей. Это, в свою очередь, требует огромных капитальных вложений, и освоение их будет продолжительным.

Большинство (60%) имеющихся здесь оросительных систем, построенных 30...40 лет тому назад, проходит в земляном русле, теряя до 50% оросительной воды на фильтрацию. Ежегодно в республике в сельскохозяйственном обороте не используется от 4 до 10% площади орошаемых земель. Так, в Талды-Курганской области, являющейся одним из крупных районов орошаемого земледелия республики, за период 1966...1985 гг., вследствие неисправности и низкого технического уровня оросительных систем, в сельскохозяй-

ственном обороте не использовалось около 203 тыс. га орошаемых земель.

Изучение технического состояния существующих оросительных систем показало, что оснащенность орошаемых земель мелиоративными фондами составляет в среднем 380 руб./га, что в 2,0... 2,5 раза меньше нормативных. Качественный состав их не отвечает требованиям нормальной эксплуатации оросительных систем. В структуре основных мелиоративных фондов преобладают крупные сооружения (до 72%): водозаборные узлы, плотины и водохранилища. При этом водозаборные сооружения межхозяйственного значения оборудованы инженерными гидротехническими сооружениями на 72%, а хозяйственного значения – на 76%.

Количество гидротехнических сооружений на тыс. га орошаемых земель составляет в среднем 21 шт., при нормативной потребности 130...150 шт. Из 7153 км оросительных каналов только 4,8% имеют противифльтрационное покрытие. Этим, в основном, объясняются низкие показатели КПД оросительных систем (0,55...0,60).

Следует отметить неудовлетворительную подготовку орошаемых земель к поливу. Капитально спланировано по области около 24% орошаемых земель. Применяемая техника полива повсеместно примитивна: 81,4% посевов поливается поверхностным способом, и полив осуществляется, в основном, не по бороздам, а напуском, и только 18,6% – дождеванием. Из-за большой нагрузки поливных площадей, достигающей 50–60 га на одного поливальщика, практически нет возможности проведения поливов высокого качества.

Низок уровень обеспеченности орошаемых земель коллекторно-дренажной сетью, хотя потребность в них ощущается на значительных площадях. Общая протяженность коллекторно-дренажной сети в области равна 875 км, или удельная их протяженность составляет около 3 п.м. (погонных метров)/га при нормативной потребности 32 п.м./га.

Из вышеизложенного следует, что наиболее экономически целесообразным направлением развития орошения в Талды-Курганской области является преимущественное развитие работ по реконструкции оросительных систем.

Результы исследований КазНИИВХ показывают, что эффект от различных мероприятий по реконструкции оросительных систем выражается в повышении КПД каналов на 25...35% и коэффициента ис-

пользования земли на 10...15%, улучшении мелиоративного состояния орошаемых земель и значительной прибавке урожая сельскохозяйственных культур: зерновых колосовых – на 5...8, кукурузы на зерно – на 10...12, сахарной свеклы – на 40...45, овощных – на 35...38 и многолетних трав – на 9...12 ц/га / 2 /.

Эффективность мероприятий по техническому совершенствованию оросительных систем также подтверждается результатом корреляционно-регрессионного анализа эффективности использования труда и оросительной воды.

На основе фактических данных 42 свеклосеющих хозяйств Талды-Курганской области была получена многофакторная корреляционная модель продуктивности оросительной воды (выход валовой продукции орошаемого земледелия на 1000 м³ воды).

Для проведения анализа продуктивности оросительной воды в модель первоначально были включены 12 основных факториальных показателей, характеризующих эффективность ее использования с различных сторон.

Однако статистико-математические характеристики количественной зависимости показателя продуктивности оросительной воды от этих факторов показали, что на уровень результативного показателя наиболее существенное влияние оказали следующие: обеспеченность орошаемых земель мелиоративными фондами, руб./га (x_1); фондовооруженность, руб./ч (x_2); нагрузка орошаемых земель на одного поливальщика, га/ч. (x_3); удельный вес орошаемых земель, поливаемых прогрессивной техникой полива, % (x_4). Модель продуктивности оросительной воды имеет следующий вид:

$$Y_x = 31,617 + 0,019x_1 + 1,971x_2 - 0,178x_3 + 0,369x_4$$

Коэффициент множественной корреляции равен 0,879, что указывает на довольно тесную связь между продуктивностью оросительной воды и выше перечисленными факторами в целом. При этом коэффициент множественной детерминации 0,743 свидетельствует о том, что 74,3% общей вариации продуктивности оросительной воды обусловлены изменением факторов, включенных в модель.

Оценка коэффициента множественной корреляции с помощью критерия Фишера показала его существенность – $F = 4,15$ (табличное значение – 3,12). Проверка значимости коэффициентов регрессии проводилась по значениям t – критерия. Значимыми ока-

зались и коэффициенты регрессии (табл. I).

Таблица I

Статистическая характеристика корреляционной модели
продуктивности оросительной воды

Факторы	Коэффициент парной кор- реляции, (γ)	Средняя квадрати- чес. ошибка коэффициен- тов, (m)	Значения t - кри- терия	Коэффици- ент элас- тичности, (ε)	Бета-ко- эффициен- ты, (β)
x_1	0,453	0,12	3,78	0,38	0,58
x_2	0,475	0,09	3,96	0,36	0,16
x_3	0,655	0,12	7,28	0,29	0,19
x_4	0,676	0,08	8,45	0,25	0,39

Полученная корреляционная модель свидетельствует о том, что главные резервы повышения продуктивности оросительной воды в основном связаны с техническим совершенствованием существующих оросительных систем, т.е. с ростом обеспеченности орошаемых земель и работников необходимыми основными мелиоративными фондами, внедрением прогрессивной техники полива и снижением нагрузки поливаемых площадей на I поливальщика. Рост первых трех перечисленных факторов на 1% увеличивает выход продукции с каждой 1000 м³ оросительной воды на 0,38; 0,36 и 0,25% (табл. I). Снижение нагрузок орошаемых земель на I поливальщика на 1% способствует росту продуктивности оросительной воды на 0,29%.

В целях определения факторов, в которых заложены наибольшие резервы роста продуктивности оросительной воды, нами рассчитаны бета-коэффициенты (β). В модели (Y_x) наибольшие возможности выхода продукции с каждой 1000 м³ оросительной воды заложены в факторах ($\beta_1 = 0,58$; $\beta_2 = 0,39$), связанных с реконструкцией оросительных систем.

Все это свидетельствует о необходимости первоочередного проведения реконструктивных работ на существующих оросительных системах области.

Дальнейшее расширение объемов реконструктивных работ связано с решением целого комплекса экономических и организационных вопросов, совершенствованием практики планирования и финансирования. Вместе с тем планирование ее пока не стало действенным

средством проведения единой технической политики в орошаемом земледелии и не стало органической составной частью народнохозяйственного плана. На практике капитальные вложения направляются на реконструкцию оросительных систем после укомплектования новых водохозяйственных объектов. А это в условиях ограниченности ресурсов привело к недостаточному их выделению на реконструкцию существующих оросительных систем. К тому же нередко реконструкция подменяет новое строительство, и тем самым она не в полной мере отвечает своей задаче — ускоренному обновлению устаревших активных элементов основных мелиоративных фондов. Этому способствует отсутствие долгосрочных и пятилетних планов реконструкции оросительных систем.

Все это свидетельствует о необходимости дальнейшего совершенствования планирования реконструктивных работ и повышения плановой дисциплины в использовании средств, выделяемых на техническое перевооружение оросительных систем. Планы технической реконструкции должны разрабатываться на пятилетний период на основе изучения технического состояния оросительных систем, и их необходимо увязывать с планированием всех сторон производственной деятельности сельскохозяйственных предприятий. При этом капитальные вложения на реконструкцию нужно выделять под запланированный прирост продукции и рост эффективности производства и шире использовать в планировании программно-целевой подход.

Пятилетний план надо составлять поэтапно. На первом этапе по каждому сельскохозяйственному предприятию следует разработать план реконструкции действующих оросительных систем. В этих планах должны содержаться состав работ по реконструкции и технико-экономические обоснования их с характеристикой технико-экономического уровня производства, а также обоснование потребности в материальных и финансовых ресурсах. Особое внимание должно уделяться качеству этих обоснований, учету в них главных направлений научно-технического прогресса, повышению эффективности орошаемого земледелия.

На втором этапе планы, разработанные с учетом технического состояния оросительных систем конкретных хозяйств и предприятий, сводятся по области в целом. Здесь же определяется очередность проведения реконструкции, в зависимости от народнохозяйственного значения, эффективности, а также обеспеченности материально-

техническими ресурсами.

На третьем этапе планы реконструкции оросительных систем сводятся в целом по республике. Составление такого плана позволит определить масштабы работ по реконструкции и объем капитальных вложений для осуществления этих мероприятий.

Эффективность реконструкции оросительных систем в значительной степени зависит от правильного выбора первоочередных объектов.

При установлении очередности реконструкции оросительных систем необходимо исходить из следующего:

- во-первых, реконструкция проводится с целью повышения технического уровня морально устаревших и физически износившихся гидромелиоративных систем. Поэтому при проведении реконструкции первоочередными должны быть оросительные системы с низким инженерно-техническим уровнем. Эти системы позволяют (после реконструкции) получить наибольшую отдачу от вложений в работы реконструкции. Оценочным показателем здесь может служить удельный размер мелиоративных фондов на I га орошаемых земель;

- во-вторых, предпочтение в очередности необходимо отдавать той оросительной системе, где выше эффективность использования имеющегося производственного потенциала орошаемого земледелия. Это объясняется тем, что определенному качественному (плодородие земли, структура основных фондов, квалификация работников) и количественному (размеры площади, обеспеченность водными и трудовыми ресурсами, фондами) уровням использования ресурсов соответствует определенный нормативный (возможный) уровень их продуктивности. Если они не достигнуты в рассматриваемом хозяйстве, то не следует спешить с реконструкцией, так как здесь не полностью исчерпаны возможности и резервы рационального использования всего производственного потенциала. Здесь первоочередными должны быть мероприятия, способствующие достижению нормативного уровня эффективности того или иного ресурса, которого хозяйство еще не достигло, несмотря на наличие объективных условий для высокопроизводительного их использования. С этой позиции предпочтение отдается тем хозяйствам, где достигнут высокий уровень эффективности использования производственного потенциала орошаемого земледелия.

Таким образом, при выборе первоочередных оросительных сис-

тем для проведения работ по реконструкции нужно учитывать как технический уровень, так и уровень эффективности сельскохозяйственного производства на этих системах. Рост эффективности реконструктивных работ обеспечивается за счет усиления комплексности их проведения. Между тем результатами исследования установлено, что выделяемые для реконструкции средства используются на проведение отдельных мероприятий по техническому совершенствованию узлов и участков, а работы по комплексной реконструкции систем в области практически не проводятся.

В сложившихся условиях единственно правильным является курс на существенное поднятие технического уровня оросительных систем на староорошаемых землях области, т.е. на осуществление комплекса мероприятий по реконструкции как межхозяйственных, так и внутрихозяйственных систем.

Основными направлениями работ при реконструкции оросительных систем Талды-Курганской области должны быть:

- совершенствование существующей и внедрение новой техники полива на площади 56,8 тыс.га;
- повышение водообеспеченности земель за счет проведения противофильтрационных мероприятий на оросительных каналах на площади 22,5 тыс.га;
- проведение капитальной планировки орошаемых земель на площади 59,8 тыс.га;
- улучшение мелиоративного состояния земель путем устройства коллекторно-дренажной сети на площади 12,0 тыс.га.

Общая сумма капитальных вложений для осуществления комплексной реконструкции оросительных систем области составит 88,5 млн. руб.

Осуществление всего комплекса мероприятий по реконструкции оросительных систем позволит:

- сэкономить оросительную воду в результате роста КПД (до 0,80) систем в объеме 450 млн.м³. Полученные дополнительные водные ресурсы позволят ввести в сельскохозяйственный оборот не используемые в настоящее время площади земель с оросительной сетью в размере 41,4 тыс.га. В результате прирост продукции орошаемого земледелия составит 23,8 млн.руб.

- повысить продуктивность поливных земель за счет совершенствования существующей и внедрения новой техники полива, а также

Таблица 2

№ п/п	Культуры	До реконструкции					После реконструкции						
		посев- ная пло- щадь, тыс. га	уро- жайно- сть, ц/га	стои- мость вало- вой продук- ции, млн. руб.	издер- жки произ- вод- ства, млн. руб.	чистый доход, млн. руб.	посев- ная пло- щадь, тыс. га	при- рост посев- ных площа- дей, тыс. га	уро- жай- ность, ц/га	стои- мость вало- вой продук- ции, млн. руб.	издер- жки произ- вод- ства, млн. руб.	чис- тый до- ход	
1.	Зерновые	75,3	17,0	10,2	11,7	-1,5	80,0	4,7	25	16,0	12,5	3,5	
2.	Кукуруза на зерно	36,7	53,2	23,4	20,8	2,6	44,0	7,3	65	34,2	24,0	9,3	
3.	Сахарная свекла	34,4	307	47,5	45,4	2,1	38,0	3,6	352	60,1	50,1	10,0	
4.	Овощи	7,1	110	14,2	15,8	-1,6	9,1	2,0	135	22,4	20,2	2,2	
5.	Кукуруза на силос	35,2	131	4,3	5,6	-1,3	45,0	9,8	175	7,8	7,1	0,7	
6.	Многолетние травы	46,0	51	11,5	10,7	0,8	60,0	14,0	63	18,6	13,9	4,7	
	Итого	234,7	-	111,1	110,6	1,1	276,1	41,4	-	159,1	128,7	30,4	

улучшения их мелиоративного состояния на 103 руб/га; в целом объем валовой продукции орошаемого земледелия за счет осуществления комплексной реконструкции оросительных систем составит 48 млн. руб.

– получить дополнительный чистый доход в объеме 30,4 млн. руб. (табл.2).

Срок окупаемости капитальных вложений на комплексную реконструкцию оросительных систем, при соблюдении рассмотренных в настоящей работе условий, не превышает 3 лет.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. КПСС. ЦК. О долговременной программе мелиорации, повышении эффективности использования мелиорированных земель в целях устойчивого наращивания продовольственного фонда страны: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР. – 1984. 23 октября. № 1082.
2. Техническое совершенствование и очередность реконструкции действующих оросительных систем на Юге Казахстана /Мухамеджанов В.Н., Югай Л.Г., Жумадильдаев М.// Сб. науч.тр.КазНИИВХ. – Ташкент, 1980.

М.П. Лим
кандидат технических наук

Д.А. Лигай
кандидат с.-х. наук

Р.Г. Мирсаитов
инженер
(КазНИИВХ)

К ОБОСНОВАНИЮ СОСТАВА МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Проблема повышения эффективности орошаемого земледелия в условиях аридизации климата, сопровождающегося снижением водности источников орошения и качества оросительной воды, ухудшением мелиоративного состояния земель, снижением уровня технического и эксплуатационного состояния систем, выражающееся физическим и

моральным износом элементов, определяет необходимость проведения широкомасштабных комплексных реконструкций оросительных систем в Средней Азии и Казахстане. Однако существенные различия в уровнях организационно-хозяйственной деятельности на орошаемых землях, в уровнях технического оснащения систем и состояния их эксплуатации, а также отличия в климатических, почвенных и гидрогеологических условиях отдельных массивов обуславливают необходимость дифференцированного обоснования состава комплексной реконструкции каждой оросительной системы / I /. Например, на оросительных системах с прогрессирующим ухудшением мелиоративного состояния земель основными реконструктивными мероприятиями являются работы по совершенствованию дренажа, мелиорации почв и технологии орошения сельскохозяйственных культур, а на системах с низкой водообеспеченностью земель — мероприятия, связанные с совершенствованием структуры и оптимизации площадей посева, технологии орошения, работы по борьбе с фильтрационными потерями воды в оросительной сети, разработка рекомендаций по повторному использованию вод и др. В любом случае состав мероприятий для комплексной реконструкции оросительной системы должен обосновываться анализом уровня ее технического, эксплуатационного состояний и почвенно-мелиоративных условий.

Рассмотрим изложенные положения на примере Арысь-Туркестанской оросительной системы, строительство и освоение которой происходило в 1958...1976 гг., а в настоящее время проводятся лишь отдельные виды переустройств: замена части земляных каналов лотковыми, обустройство отдельных участков с планировкой земель, строительство скважин вертикального дренажа, дорог и т.д. Фактическая отдача от проводимых мероприятий, как показывает опыт эксплуатации, невысока. Наметившаяся тенденция снижения водообеспеченности орошаемых земель в зоне Арысь-Туркестанского магистрального канала (АТК), обусловленная необоснованным расширением орошаемых площадей, падением водности источников орошения (рек Арысь и Бугунь), невысокая культура земледелия привели к тому, что в последние годы эффективность сельскохозяйственного производства на массиве стала снижаться. Так, средний уровень рентабельности за 1980...1986 гг. составил всего 7,2%.

О необоснованном увеличении площадей орошаемых земель на массиве свидетельствуют такие данные. Площадь ирригационно под-

готовленных земель в зоне АТК, с учетом 12,6 тыс.га условно орошаемых, превышает 71,0 тыс.га, что на 18,5 тыс.га больше предусмотренной проектом величины в 52,44 тыс.га.

Естественно, что водообеспеченность земель массива орошения в таких условиях, при существующей тенденции снижения водности источников орошения, падает.

В табл. I приводятся данные, характеризующие Арысь-Туркестанский массив с позиции водообеспечения в многолетнем разрезе.

Таблица I

Водозабор и водообеспеченность орошаемых земель в зоне
АТК (1970...1988 гг.)

Годы	Водозаб. на систе- му, млн. м ³	Площадь орошаем. земель, тыс.га	Уд. водоза- бор, тыс. м ³	Ороситель- ная норма брутто, тыс.м ³ /га	Водообеспе- ченность, %
1970	661	53,3	12,4	14,1	87,9
1971	606	60,1	10,1	17,0	59,5
1972	659	60,6	10,9	9,8	111,4
1973	720	63,2	11,4	12,0	95,0
1974	720	62,4	11,5	13,3	87,1
1975	519	62,4	8,3	15,7	53,1
1976	628	62,4	10,1	13,6	74,4
1977	688	59,5	11,5	15,4	74,8
1978	751	66,0	11,4	11,4	100,0
1979	731	62,7	11,7	13,2	88,7
1980	683	61,7	11,1	12,2	91,0
1981	665	62,9	10,5	8,9	118,2
1982	551	66,6	8,7	9,6	90,7
1983	592	58,4	9,9	10,9	90,6
1984	498	66,4	7,5	15,3	48,0
1985	584	67,5	8,7	14,0	62,2
1986	416	65,7	6,3	14,3	45,0
Среднее	627,6	62,5	10,1	13,0	77,8

Из анализа данных, приведенных в табл. I, следует, что водообеспеченность земель в зоне АТК недостаточна и в среднем не превышает 77,8%. Кроме того, прослеживается определенная тенденция ее падения, что обусловлено некоторым снижением водности источ-

ника орошения, о чем свидетельствуют данные по водозабору на систему и высокая испаряемость, особенно в 1984 и 1986 гг.

Низкая водообеспеченность орошаемых земель в зоне АТК определяет необходимость проведения на массиве мероприятий по ее повышению: совершенствование структуры посевов, оптимизация размеров посевных площадей и применение рациональной водосберегающей технологии орошения сельскохозяйственных культур, которая позволит снизить непродуктивные потери поливной воды.

Включение в состав реконструируемых мероприятий технического совершенствования системы определяется анализом ее технического и почвенно-мелиоративного состояний.

Техническое состояние отдельных элементов оросительной системы в зоне АТК, их балансовая стоимость и степень износа характеризуются данными, приведенными в табл.2.

Магистральная и межхозяйственная часть оросительной сети на системе представлена Арыским (АМК) и Туркестанским (ТМК) магистральными каналами, а также межхозяйственным каналом ЛБК-ЗМ (табл.2). Результаты исследований и ознакомление с работой каналов, отдельных сооружений в натурных условиях показали, что несмотря на длительную эксплуатацию основные сооружения АТК находятся в удовлетворительном состоянии, и их износ в среднем составляет 21,5%.

При этом необходимо отметить и выявленные недостатки:

- обрушение откосов АМК, что связано с наличием криволинейных участков, на которых происходит сбой потока и подмыв берегов;
- распластанность русла ТМК, обусловленная эксплуатационными очистками, и малая глубина наполнения определяют гидравлически невыгодные его параметры;

- наличие большого числа водовыделов в хозяйствах (137 шт.), из которых в отдельные годы используется 95...115 шт., в большинстве своем оборудованных устаревшими конструкциями сооружений, при несовершенстве водоучета на них, выражающемся в недостаточной оснащенности гидрометрических постов и неудовлетворительном их содержании, усложняют оперативное вододеление.

В более худшем (малоудовлетворительном) состоянии на массиве находится внутрихозяйственная оросительная сеть, износ которой в среднем составляет 30% (табл.2). Наибольшему износу подвержены земляные каналы с сооружениями на них. Износ их выражается

деформациями русла, заилениями, зарастанием в вегетационный период, разрушениями бетонной части оголовков, подъемных устройств, затворов и т.д.

Несколько лучше состояние облицованных и лотковых каналов. Однако в процессе их эксплуатации из-за отсутствия ремонтно-восстановительных работ на части из них наблюдается просадка дна, откосов, разрушения стыков, бетона и др., что снижает их техническое и эксплуатационное состояние.

Таблица 2

Характеристика технического состояния оросительной, коллекторной сети и дренажа в зоне АТК

№ пп	Наименование элементов	Протяжен- ность, к-во	Балансо- вая стои- мость, тыс.руб.	Износ, %
1	2	3	4	5

А. Магистральный и межхозяйственный каналы

1	Головной узел на р.Арысь	1 шт.	1850,2	21,0
2	Магистральные каналы:			
	в земляном русле	173,7 км	11014,9	24,4
	в облицовке	26,3 км	1853,5	14,3
3	Водовыцелы	137 шт.	1011,4	17,4
4	ПДС и ПС	14 шт.	1341,4	20,9
5	Ливнеспуски	16 шт.	145,3	21,0
6	Мосты	18 шт.	488,7	17,0
7	Гидропосты	12 шт.	21,3	21,0
8	ЛЭП	-	90,2	3,0
9	Дороги	-	31,4	10,0
10	Нагорные каналы	-	190,8	12,8
11	Межхозяйственные каналы в облицовке	18,6	1359,1	16,0
	Всего по МК	-	19441,2	21,5

Б. Внутрихозяйственная оросительная сеть

12	Оросительные каналы:	1802,1 км		
	в земляном русле	1255,0 км	1006,0	45,0
	в облицовке	263,3 км	10694,3	33
	в лотках	183,7 км	9663,2	19

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
13	ГТС на сети	5668 шт.	1989,1	56
14	Мосты и переезды	748 шт.	522,1	30
15	Гидропосты	124 шт.	29,1	46
	Всего по в/х сети	—	2903,8	29,9
В. Межхозяйственные коллекторы				
16	Коллекторы межхозяйственные	258,46 км	2762,8	37,0
17	Мосты и трубы	12 шт.	266,5	17,0
18	Гидропосты	2 шт.	0,9	66,0
	Всего по м/х сети	—	3030,2	35,4
Г. Хозяйственные и внутрихозяйственные коллекторы				
19	Коллекторы внутрихозяйственные	318,33	3473,8	33,0
20	Мосты и переезды	69 шт.	745,3	13,0
	Всего	—	4219,1	29,6
Д. Дренажная сеть				
21	Горизонтальный дренаж, в том числе:	—	—	—
	открытый дренаж (6426 га)	381,3 км	1415,9	27,0
	закрытый дренаж (7997 га)	89,6 км	1410,7	26,0
22	Вертикальный дренаж, в том числе:	—	—	—
	на дренаж	134 шт.	3185,8	16,2
	на орошение	498 шт.	11747,0	16,2
	Всего по дренажу	—	17759,4	17,8

В малоудовлетворительном состоянии находится и межхозяйственная коллекторная сеть, износ которой превышает 35%. Значительная часть коллекторов, исходя из условий их нормальной эксплуатации, требует проведения очистки заливших, заросших участков и строительства регуляторов в местах забора воды на повторное использование.

Техническое состояние внутрихозяйственной коллекторной сети и дренажа (открытого и закрытого, горизонтального, вертикального) на массиве орошения в целом удовлетворительное. Недос-

татком в работе открытой и закрытой коллекторно-дренажной сети является заиливание и разрушение труб в местах проезда, засорение устьевых сопряжений дрен.

Недостаточно высокая эффективность работы системы вертикального дренажа (СВД) на массиве, определяемая коэффициентом их полезной работы, не превышающим в вегетационный период величины 0,507, связана с несовершенством конструкций фильтров скважин, несоблюдением инструкций по их консервации и расконсервации, невысоким качеством ремонта насосно-силового оборудования, несоответствием характеристик устанавливаемых насосов гидрогеологическим параметрам скважин, обуславливающих частые неисправности СВД.

Состояние орошаемых земель на массиве, из условий проведения качественных вегетационных поливов, находится на невысоком уровне. Обусловлено это тем, что перепланировка полей, которая должна производиться раз в 4...6 лет, не осуществляется, а проводимая ежегодная их эксплуатационная планировка не в состоянии обеспечить необходимую выровненность поверхности орошаемых полей. В этой связи при осуществлении вегетационных поливов сельскохозяйственных культур возрастают размеры поливных норм (1300...2500 м³/га), обуславливающие повышенные размеры инфильтрационных потерь воды, которые достигают 15...45% от водоподачи на поля. Последнее усугубляется и тем, что на значительных площадях применяется полив по длинным проточным бороздам (300...550 м). Характеристика орошаемых земель в зоне АТК, установленная на основе данных отчетов водохозяйственных организаций и материалов исследований, приведена в табл.3.

Таблица 3
Характеристика орошаемых земель в зоне АТК

Наименование районов	Площадь использованных в 1985гг. земель тыс.га	Подвешенная площадь, тыс.га		В том числе, требующая				
		проектная	фактическая	переустройства	планировки	промывки	дренажа	
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Бугунский	23,45	25,78	23,01	2,39	7,91	10,15	2,63	1,26

Продолжение табл.3

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кзылкумский	4,97	0,62	5,17	—	3,09	3,09	1,61	0,61	
Алгабасский	0,82	—	0,82	0,30	1,12	1,12	—	—	
Туркестанский	38,63	26,04	29,45	9,45	13,87	13,87	2,83	0,78	
Всего	67,87	52,44	58,45	12,64	25,99	28,23	7,07	2,65	

К площадям, на которых необходимо провести переустройство внутрихозяйственной оросительной сети, относятся староорошаемые земли, а также площади с длиной поливных элементов более 300 м. При этом руководствовались результатами исследований по совершенствованию технологии поверхностного полива, которые показали, что уменьшение длин поливных борозд на различных контурах массива до 100...300 м, при размере предельной поливной струи от 0,15 до 0,55 л/с, способно обеспечить снижение размеров инфильтрационных потерь воды на полях в 1,5...2,0 раза, повысить качество увлажнения почв и создать благоприятные условия для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Площади земель, которые требуют проведения планировочных работ с объемами до 200...500 м³/га, устанавливались контрольной нивелировкой отдельных участков и визуально, по оценке качества проводившихся поливов.

В виду того, что почвенно-мелиоративная ситуация на массиве орошения в настоящее время вполне удовлетворительна, процессы перераспределения солевых масс происходят лишь внутри локальных, сложных в мелиоративном отношении, почвенных контуров. Об этом свидетельствуют результаты исследований КазНИИВХ и данные гидрогеолого-мелиоративной экспедиции "Главрессовхозстроя". Это подтверждается и данными уровня и гидрохимического режимов грунтовых вод массива, которые в многолетнем разрезе относительно стабильны.

Площадь земель, подверженных засолению и требующих проведения мелиоративных мероприятий: профилактических промывок и строительства дренажа, — не превышает 10 тыс. га (табл.3). К землям, нуждающимся в проведении профилактических промывок, относятся площади со средне-сильнозасоленными почвами с обеспеченным оттоком грунтовых вод. Сильнозасоленные земли (локальные участки с близким залеганием грунтовых вод, менее 2,0 м) отнесены в разряд

почв, нуждающихся в строительстве дренажа.

Произведенный анализ технического, эксплуатационного и мелиоративного состояния Арысь-Туркестанской оросительной системы позволяет с некоторым допущением признать его удовлетворительным, но требующим проведения мероприятий по устранению отмеченных недостатков. При этом необходимость их осуществления должна подтверждаться и другими объективными показателями: к числу главных из них относится использование оросительной воды.

В этой связи необходимость реконструктивных мероприятий на оросительной сети должна обосновываться размерами фильтрационных потерь воды в каналах, а технология полива сельскохозяйственных культур — инфильтрационными потерями воды на полях и качеством увлажнения почв и т.д.

В таблице 4 приводятся данные, характеризующие размеры удельных потерь воды, и коэффициенты полезного действия оросительных каналов, орошаемых полей и системы в целом.

Таблица 4

Фильтрационные потери, КПД каналов, поля и системы
в зоне АТК

Показатели Наименование	Расход голо- вы, м ³ /с	Удельные поте- ри, л/с на 1 км	КПД*
Магистральная и межхозяйственная сеть (ТМК)	11,7...45,0	16,8...123,1	<u>0,71...0,083</u> 0,77
Внутрихозяйствен- ная оросительная сеть	0,126...2,503	1,6...38,4	<u>0,79...0,93</u> 0,81
Временная ороси- тельная сеть	0,028...0,074	2,5...3,6	<u>0,96...0,98</u> 0,97
Орошаемое поле	—	—	<u>0,70...0,80</u> 0,75
Оросительная сис- тема	—	—	<u>0,38...0,54</u> 0,46

* — в знаменателе приводятся среднемноголетние значения.

Под коэффициентом полезного действия системы нами подразумевается отношение объемов продуктивно используемых на орошаемых землях воды к объему водозабора на оросительную систему. Связано это с тем, что орошаемые земли являются составной частью оросительной системы.

Анализ удельных фильтрационных потерь воды и КПД межхозяйственной и внутрихозяйственной оросительных сетей (табл. 4) показывает значительный диапазон их изменения.

Наиболее существенны потери в ТМК, которые в среднем составляют 23% от водозабора на систему. Результаты исследований и данные эксплуатационной балансовой гидрометрии свидетельствуют о том, что его низкое КПД в определенной степени связано с высокой неравномерностью графиков водоподачи в канал, большой продолжительностью его работы в годовом разрезе, достигающей 9 месяцев, а также невыгодными гидравлическими параметрами канала почти на всем протяжении, способствующих увеличению фильтрационных потерь.

Высоки потери воды и во внутрихозяйственной оросительной сети, которые достигают 17...21% от водоподачи в точки выдела. Обусловлены они большой протяженностью внутрихозяйственной оросительной сети на системе (1802,1 км), представленной, в основном, земляными каналами (69,4%). Кроме того, из-за отсутствия ремонтно-профилактических работ на облицованных и лотковых каналах в процессе их эксплуатации наблюдаются значительные потери поливной воды, которые достигают на каналах со сроком эксплуатации более 10 лет 10...22%.

С учетом инфильтрационных потерь оросительной воды во временной оросительной сети (2...4%) и на орошаемых полях (15...45%), КПД системы в зоне АТК в среднем не превышает 0,46 (изменяясь от 0,38 до 0,54 в вегетационный период). Это свидетельствует о низкой эффективности использования воды, недостаточном уровне эксплуатации системы, обуславливающих острую необходимость проведения противофильтрационных мероприятий на оросительной сети, включая внедрение водооборотов, устройство противофильтрационных одежд и покрытий, а также применение на орошаемых землях более совершенных водосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур.

Предпосылки к некоторому повышению КПД имеются даже без

проведения переустройств. Так, на межхозяйственной части только за счет улучшения эксплуатации-оптимизации графика работы ТМК можно повысить ее КПД до 0,80...0,83 (см. табл. 4). На внутрихозяйственной оросительной сети за счет проведения организационных мероприятий (внедрение водооборотов, оптимизация графиков водоподдачи и эксплуатационных ремонтно-восстановительных работ на каналах) можно увеличить ее КПД до 0,83. КПД системы при этом может повыситься до 0,5...0,52. Однако этого недостаточно для ее эксплуатации.

В связи с тем, что на массиве широко применяется практика повторного использования коллекторно-дренажных вод на орошение культур, показатель КПД системы не отражает фактическую картину водопользования. Более полно это учитывается коэффициентом полезного использования воды (КИВ).

Данные по водозабору, объемам полезно используемых оросительных и коллекторно-дренажных вод и динамике изменения КИВ в разрезе вегетационного периода в зоне АТК в 1986 г. приводятся в таблице 5.

Таблица 5

Водозабор и использование воды в зоне АТК, млн.м³, (1986)

Показатели	М е с я ц ы					За IУ-УШ
	IУ	У	УІ	УП	УШ	
Водозабор на систему	89,7	60,6	75,4	86,4	3,6	315,8
В т.ч. полезно использованный	36,0	24,6	29,6	33,5	2,2	126,0
Сток коллекторов и СВД на орошение	12,3	19,3	22,7	24,2	22,6	101,1
В т.ч. полезно использованный	8,8	13,7	16,2	17,2	16,3	72,2
Коэффициент полезного использования воды (КИВ)	0,501	0,632	0,609	0,587	-	0,631

Возможность введения в табл. 5 данных по объемам стока СВД, используемых на орошение, обоснована водно-балансовыми расчетами, которые показали, что как в годовом разрезе, так и в разрезе вегетационного периода СВД откачиваются фильтрационные и инфильтрационные воды оросительной системы.

Из данных табл. 5 следует, что КИВ в 1986 г. в зоне АТК из-

менялся от 0,501 до 0,632, составляя в среднем за вегетацию величину, равную 0,631. Коэффициент полезного использования воды на массиве, изменяющийся в последние годы в пределах 0,6...0,7, довольно высокий, по сравнению с другими оросительными системами, где он обычно не превышает 0,4...0,6.

Однако при разработке мероприятий по комплексной реконструкции систем необходимо учитывать и то обстоятельство, как и чем достигаются эти величины.

Анализ КИВ и КПД системы в 1986 г., соответственно равные 0,631 и 0,402, подтверждает высокую степень повторного использования пригодных для орошения слабоминерализованных (0,8...1,5 г/л) коллекторно-дренажных вод, в составе которых преувалирует сток, откачиваемый скважинами вертикального дренажа (до 90%).

Суммарный эксплуатационный дебит 498 СВД, работающих на орошение в зоне АТК, составляет 9,8 м³/с. По предварительным расчетам, учитывающим расходы на электроэнергию, на восстановление, на капитальный и текущий ремонты и содержание эксплуатационного штата, затраты только на эксплуатацию одной скважины превышают 2,5 тыс.руб. в г. Исходя из этого становится проблематичным экономическая целесообразность повышения КИВ в зоне АТК работой СВД, что имеет место в настоящее время. При этом необходимо учитывать то обстоятельство, что интенсивная работа СВД имеет и негативные стороны: усиливает фильтрацию из каналов, ведет к иссушению почв и снижает использование грунтовых вод на эвапотранспирацию сельскохозяйственных культур.

Таким образом, из анализа водообеспеченности земель Арысь-Туркестанской оросительной системы, технического и эксплуатационного состояний оросительной и коллекторно-дренажной сети, дренажа, мелиоративного состояния орошаемых почв, а также водопользования на массиве следует, что повышение эффективности сельскохозяйственного производства на АТМ определяет необходимость проведения ее комплексной реконструкции. При этом ее главным направлением должно быть повышение водообеспеченности орошаемых земель путем совершенствования структуры и оптимизации площадей посева, применение ресурсосберегающей технологии орошения, определяющее переустройство внутрихозяйственной оросительной сети и перепланировку земель на значительной площади, проведение технического совершенствования межхозяйственной и внутрихозяйствен-

ной оросительной сети, включая противофильтрационные мероприятия, применение рациональных схем и объемов повторного использования коллекторно-дренажных вод на орошение сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

- І. Вагапов М., Азимов Д. Реконструкция оросительных систем – первоочередная задача // Мелиорация и водное хозяйство. – 1988. – № 3. – С. 16–18.

Р.К. Кайдарова
кандидат химических наук

Л.В. Ляшенко
кандидат химических наук

К.Т. Елеуова
инженер
(КазНИИВХ)

О НОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ВОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ КАЗАХСТАНА

До настоящего времени, как известно, на орошение подавалась вода без учета и контроля качества. Пригодность оросительной воды оценивалась по величине общей, предельной минерализации, по анионному и катионному соотношению. Это широко известные в мелиорации классификации Антипова-Каратаева, Можейко-Воротник, Ковды, Буданова, Донсен, Тур, Сойфер, Угланова, Данилова, Рабочева и многие другие /І-5/, методическая сущность которых сводится к установлению степени токсичности солевого состава оросительной воды по отношению к почвам с позиции развития процессов засоления и осолонцевания. Влияние же состава оросительной воды на другие звенья экологической цепи в существующих оценках не учитывается. В связи с такой ограниченностью подходов одна и та же вода в одних и тех же природно-климатических условиях по одним оценкам классифицируется как неудовлетворительного качества, по другим – пригодная или ограниченно пригодная для орошения. Для наглядности в таблице І приведены результаты расчетов, выполненные нами по вышеприведенным классификациям для р. Или и Сырдарьи,

являющихся основными источниками орошения в Южной зоне Казахстана.

Из табл. I можно видеть, что возможности оценки по существующим классификациям ограничены. Воды р. Или и Сырдарьи резко отличаются по составу и сумме воднорастворимых солей. Основными солеобразующими ингредиентами состава илийской воды являются карбонаты и сульфаты. Величина минерализации, в зависимости от сезона, варьирует в пределах 360...720 мг/л. Минерализация воды р. Сырдарьи в среднем в 3 раза выше, чем в р. Или. Отличается она и по своему составу: преобладают сульфат-ионы и ионы натрия. Расчетное связывание солей выделяет воднорастворимые соли в следующей последовательности: Na_2SO_4 , MgSO_4 , CaHCO_3 , MgCl_2 , CaSO_4 .

Таблица

Ирригационная оценка качества вод рр. Или и Сырдарьи
по существующим классификациям

Авторы	Формула оценки	Качество воды, характер возможных последствий			
		створ р. Или, ур. Калчагай	створ р. Сыр-дарья, г. Кызыл-Орда		
I	1	2	3	1	4
Антипов-Караев	$K = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Na^+ + 0,2Cl^-}$	Пригодная. Опасность осолонцевания		Пригодная. Опасность осолонцевания	
Можейко-Воротник	$\Pi_{Na} = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na} \cdot 100\%$	Не опасная		Не опасная	
Стеблер	$Na^+ < Cl^-; K = \frac{288}{52Cl^-}$ $Na^+ > Cl^-; K = \frac{288}{\gamma Na^+ + \gamma Cl^-}$ $Na^+ > Cl^- + SO_4^{2-}$	Пригодная		Удовлетворительная	
Владыченский	$K = \frac{288}{10\gamma Na^+ + 9\gamma Cl^- - 9\gamma SO_4^{2-}}$ где γ - мг-экв/л $K = \frac{6520}{Na^+ + Cl^-}, \text{мг/л}$	Пригодная Опасность осолонцевания малая		Очень высокая. Опасность осолонцевания	

Продолжение табл.

I	I	2	I	3	I	4
Сойфер	$\frac{Ce^-}{SO_4^{2-}}$		Пригодна для орошения всех видов почв и культур		Пригодна для орошения всех видов почв и культур	
ВНР	$\Pi_{Mg} = \frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}} \cdot 100\%$		Возможность магниевого осолонцевания отсутствует		Магниевая опасность	
Донсен	$ce^- + \frac{1}{2} SO_4^{2-}$		Пригодна только на твердых почвах		Пригодна для почв с хорошей проницаемостью	
Буданов	1) При $\Sigma_{\text{и}}$ до 1,0 г/л $\frac{Na^+}{Ca^{2+}}; \quad \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$ 2) При соблюдении условия (I) и $\Sigma_{\text{и}} = 1,0-3$ г/л, дополнительно учитывая $\frac{Na^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+}}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$		Орошение возможно без ограничений		Орошение возможно без ограничений	
Угланов	Метод графический I) засоление - $\Sigma_{\text{и}}$ (мг/л) 2) осолонцевание		Вполне хорошая		Хорошая	
Данилов	ТОКСИН $T = pH \frac{ce^- \cdot Tce^-}{\Sigma_{\text{и}} \cdot (Ca^{2+})} T_{\Sigma}$		Вполне пригодна		Пригодная. Удовлетворительно	

Существенным недостатком традиционных оценок является то обстоятельство, что не учитывается микроэлементный блок оросительных вод, хотя установлено, что недостаток или избыток любого ингредиента в оросительной воде приводит к негативным процессам в системе вода-почва-растения.

В силу изложенных факторов возникла острая необходимость в разработке единой методологии нормирования состава вод, ис-

пользуемых в сельском хозяйстве, на основе которой представилась бы возможность разработать систему сельскохозяйственных регламентов, учитывающих в комплексе фоновое состояние источника орошения, геохимию орошаемой территории, климатические особенности региона, нормы водопотребления и особенности сельскохозяйственных культур.

В таком составе проблема ставилась и обсуждалась неоднократно на Всесоюзных совещаниях секций "Водное хозяйство", "Агропочвоведение", "Комплексные мелиорации и охрана окружающей среды". Постановлением ГНТ СССР сформировано и реализуется задание по разработке государственных, республиканских, отраслевых стандартов на качество оросительной воды на единой методической основе.

Для Казахстана, располагающего огромными запасами земельных и ограниченными водными ресурсами, проблема регламентирования качества вод, используемых в орошаемом земледелии, и методология регламентирования, учитывающая сложные и разнообразные агроклиматические, почвенно-мелиоративные, гидрологические и гидрогеологические особенности региона, представляют особую актуальность.

Начиная с 1986 года Казахским институтом водного хозяйства, его Алма-Атинским комплексным отделом (АКО КазНИИВХ) ведутся работы по разработке научно-методических основ нормирования качества вод, используемых в орошении, разработке региональных нормативов качества. Методическим координатором по проблеме разработки государственных стандартов является ВНИИГим ММИВХ СССР, под руководством которого нами выполнены лабораторные и полевые эксперименты, расчетные и фондовые работы. Комплекс этих работ позволил выявить основные факторы, определяющие методологию нормирования состава оросительной воды, используемой на территории Казахстана.

Сущность экспериментов сводилась к комплексной оценке влияния единичного или группового показателя состава оросительной воды на последующие звенья агроэкосистемы: почва-растения. В экспериментах были промоделированы разные по составу макро- и микроэлементов оросительные воды. Опыты проводились в вегетационных сосудах, опытных участках и в условиях фитотрона на разных типах почв, характерных для Южных районов Казахстана.

Обобщая результаты информационного поиска /6-9/ и собственные данные, мы разработали методические принципы нормирования показателей состава оросительной воды по группам, сущность которых сводится к следующему. В первую группу входят показатели, необходимые для нормального функционирования агроэкосистемы: температура воды, pH , O_2 раст, величины общего ($\Sigma_{\text{и}}$) и ионно-осадочного соленосодержания (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), элементы питания (N, P, K), микроэлементы (Cu, Zn, Mo, Mn, Fe, B). Вторую группу составляют показатели, не являющиеся жизненно необходимыми для растений и присутствие которых в оросительной воде допустимо до строго определенного предела. К этой группе относятся ионы тяжелых металлов ($Sr, Li, As, Be, Pb, Cd, Se, Hg, W, Sb, Bi, Sn$), группа пестицидов, используемых в орошаемом земледелии республики, величины БПК и ХПК, характеризующие в целом легкие и тяжелые формы органического загрязнения, санитарно-гигиенические показатели: коли-индекс и численность сапрофитных бактерий.

Перечень показателей, включенных в нормируемые группы, был определен и уточнен собственными полевыми гидрохимическими и санитарно-гигиеническими обследованиями водоемов и водотоков — источников орошения. Так, обследование Или-Балхашского бассейна показало, что водные системы региона, включая р. Или, оросительные каналы, картовые оросители, коллекторно-дренажные сети, скважины, содержат практически все элементы макро- (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) и микрогруппы ($Cu, Zn, Fe, Pb, Ni, V, Cr, Sr, Zr, Mo, Al, Si, Mn, B, J, F$), биогенные и органические элементы (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , ХПК, БПК). Также было установлено, что ряд источников орошения загрязнен санитарно-показательными микробами, в некоторых пробах выделены яйца и личинки гельминтов (аскарид, фасциолла и власоглав), что подтвердило необходимость включения в нормируемый состав сельскохозяйственных регламентов санитарно-гигиенических показателей: коли-индекс и численность сапрофитных бактерий.

Для установления допустимых пределов макроэлементов (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) и суммарной величины минерализации ($\Sigma_{\text{и}}$) нами использовано положение, что все процессы развития растений протекают в почвенном растворе, и нормальное функционирование системы почва-растение находится в прямой зависимости

от концентрации почвенного раствора и его осмотического давления. До настоящего времени определение этих величин, характеризующих в совокупности истинный порог токсичности, представлялось задачей сложной. В ходе отбора почв, их анализа эти показатели существенно искажаются.

В последние годы в научной литературе появился ряд сообщений о теоретических подходах решения этой проблемы. Так, например, авторами /10/ разработана программа на ЭВМ расчета ионно-солевого комплекса (ИСК) по данным водной вытяжки и влажности почв. Каждая природная зона, каждый тип почв с определенными физико-химическими свойствами с участием антропогенных воздействий формирует свой региональный ИСК, оптимизировать который можно вводом в этот блок оросительной воды со строго заданными концентрациями водно-растворимых солей. Определив традиционным методом водной вытяжки солевой состав почв и зная величину влажности, можно рассчитать ИСК для конкретной орошаемой зоны массива.

Расчетная раскладка ионно-солевого комплекса по фазам позволяет установить истинный порог токсичности по элементам водно-растворимого блока (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+). Однако эти теоретические подходы не позволяют описать участие в этих процессах микроэлементов.

В этой связи и по ряду других соображений, вытекающих из выполненных нами исследований, для нормирования группы микроэлементов рекомендован расчетно-балансовый метод:

$$C_M = \frac{C_{в.п} \cdot C_n + C_{ф} \geq C_{в.ч.} + C_{оп.}}{M_{ор.}},$$

где $C_{в.п}$ и C_n – валовое и подвижное содержание микроэлементов в почве; $C_{ф}$ – фоновое содержание микроэлементов в источниках орошения; $C_{в.ч.}$ – величина выноса микроэлемента урожаем; $C_{оп.}$ – концентрация микроэлемента, необходимая для обеспечения оптимального уровня в почве.

Микроэлементы, входя в состав ряда ферментов, витаминов, гормонов, дыхательных пигментов, выполняют огромную роль в жизни растений, животных и человека. Они полезны в строго определенных концентрациях, а при более высоких или малых вызывают нежелательные явления.

Попадая и накапливаясь в почве, микроэлементы подавляют жизнедеятельность почвенной микрофлоры, осуществляющей важные процессы самоочищения почвы и фиксации азота, переходя в последующие звенья экосистемы, снижают урожай сельскохозяйственных культур, ухудшают качество, вызывают различные заболевания у животных и человека. Эти обстоятельства требуют жесткого регламентирования их концентраций в оросительной воде. В основу принятого нами методического подхода было взято положение, что степень поглощения микроэлементов растениями варьирует в широких пределах и зависит от многих факторов, в первую очередь, от форм и концентраций элементов в почве, грунтовых, подземных и поверхностных водах, а также от содержания их в атмосферном воздухе, т.е. основным поставщиком микроэлементов для растений является почва, для организмов животных и человека – пища. Рекомендованный подход хорошо описывается, если геохимию орошаемой территории учитывать в разрезе почвенно-галогеохимических провинций, согласно чему территория Казахстана разделена на 4 части. Первая – провинция сульфатно-хлоридного соленакопления бассейна стока Каспийского моря; вторая – провинция хлоридно-сульфатного соленакопления в бассейне стока Аральского моря, включающая бассейны р. Сырдарья, Талас, Чу. Юго-Восточная зона Казахстана представляется провинцией содово-сульфатного соленакопления в бассейне стока о. Балхаш. И четвертая – провинция хлоридно-сульфатного соленакопления стока Карского моря с инверсией солевых поясов. Различаются провинции между собой по генезису, составу и транспорту солей / II /. Первые три провинции, подчиненные бассейнам стока Каспийского и Аральского морей и о. Балхаш, характеризуются увеличением засоленности почв и грунтовых вод по направлению продвижения геохимического стока к конечному солеприемнику.

В провинциях бассейнов стоков Аральского моря и о. Балхаш процесс соленакопления характеризуется увеличением содержания хлоридов (преимущественно $NaCl$) в грунтовых водах и сульфатов (преимущественно Na_2SO_4) в почвах. В провинции о. Балхаш в засолении почв принимают участие нормальная и гидрокарбонатная сода и повышение концентрации солей бора.

В бассейне стока Карского моря наиболее засоленные почвы – сульфатные (Na_2SO_4), а грунтовые воды – хлоридно-натриевые,

и по мере продвижения геохимического стока к Карсскому морю почвы и грунтовые воды опресняются.

Состояние ресурсов поверхностных вод — основных источников орошения в республике — описывается этими же закономерностями.

Расчетная и экспериментальная апробация рекомендованных нами методических подходов, в частности, для галогеохимической провинции о.Балхаш, дала удовлетворительные результаты. Так, расчет показал, что с оросительной водой на современном этапе и ближайшей перспективе из группы микроэлементов необходимо вносить Zn, Mo . Допустимые уровни их внесения, в зависимости от типа возделываемой культуры (рис, зерновые, кормовые) и преобладающем типе почв, варьируют для Zn — 0,13...1,0 мг/л, для Mo — 0,02...0,3 мг/л. Концентрации бора и меди избыточны, желательно их отсутствие в оросительной воде.

ВЫВОДЫ

Выполненные исследования позволили разработать научно-методические основы нормирования состава оросительных вод и приступить к созданию единого стандарта "Вода для орошения. Казахская ССР. Общие требования к составу и свойствам". Выход стандарта намечен на 1990 год. До Государственной регистрации стандарта планируется его проект, апробировать и реализовать в форме временного норматива качества.

ГОСТ на качество вод для орошения позволит на юридической основе использовать для орошения воды разной категории (от мало-, средне- до высокоминерализованных) из поверхностных, подземных источников орошения, более рационально использовать сточные воды различных отраслей народного хозяйства, в том числе и коллекторно-сбросные. Разработанные нормативы позволят также определить объемы капитальных затрат на обезвреживание, очистку сточных вод и другие мелиоративные мероприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов - Каратаев И.Н., Кадер Г.М. К методике мелиоративной оценки оросительной воды // Почвоведение.- 1952.- № 2.
2. Буданов М.Ф. Требования к качеству оросительной воды // Водное хозяйство. - 1965.- № 1.
3. Рабочев Г.И. Оценка качества воды для орошения // Труды ТСХИр Туркм.СХИ.- 1980.- т.22, вып.2.- С.68-70.
4. Угланов И.Н. Графический способ оценки качества оросительной воды // Гидротехника и мелиорация.- 1976.- № 1.
5. Соифер С.Я. Классификация минерализованных вод по степени пригодности для орошения // Гидротехника и мелиорация.- 1982.- № 6.- С.75-77.
6. Стандарты качества и степень очистки сточных вод при сбросе их в водоемы и повторном использовании в промышленности, сельском и городском хозяйстве // Зарубежный опыт строительства.- М., 1976.
7. Гончарук Е.И. Санитарная охрана почвы от загрязнения химическими веществами.- Киев: Здоровье, 1977.- 158 с.
8. Безднина С.Я. Оптимальные параметры мелиоративного режима почв // Гидротехника и мелиорация.- 1986.- № II.
9. Безднина С.Я. Регламентирование качества воды для орошения черноземов // Вестник сельскохозяйственной науки.- 1987.- № 8.- С.41-43.
10. Зеличенко Е.Н., Кавокин Н.А., Соколенко Э.А. Описание программы расчета на ЭВМ фазового состава почвенных солей по данным водной вытяжки // Плодородие почв Казахстана.- 1986.- Вып.2.- С.52-64.
- II. Теоретические основы процессов засоления - рассоления почв.- Алма-Ата: Наука, 1981.- 296 с.

Т.Т.Сыздыков
инженер
(КазНИИВХ)

УСТАНОВЛЕНИЕ КПД ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ СЕТИ В ЦЕЛЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В текущей пятилетке в Казахской ССР предусматривается произвести реконструкцию оросительных систем на площади 670 тыс.га / I /. Увеличение объемов этих работ обусловлено нарастанием дефицита водных ресурсов. Да и техническое состояние и уровень эксплуатации оросительных систем не отвечают современным требованиям; так, КПД внутрихозяйственной сети не превышает 0,4...0,6 / 2,3 /. Поэтому проблема экономного и эффективного использования оросительной воды, повышения КПД каналов, особенно внутрихозяйственной сети, является весьма актуальной.

Одной из причин низкой урожайности сельскохозяйственных культур является нерациональное использование оросительной воды вследствие несоответствия фактических значений КПД внутрихозяйственных каналов со значениями, принимаемыми в расчетах при составлении планов водопользования.

Отличия фактических значений КПД внутрихозяйственной сети от плановых обусловлены следующими причинами:

- отсутствие фактических данных о размерах потерь воды на фильтрацию в различных звеньях системы;
- отсутствие данных о протяженности одновременно действующей длины каналов по внутрихозяйственным распределителям и в целом по хозяйству.

Поэтому для обоснования эффективности проведения мероприятий по реконструкции внутрихозяйственной сети возникла необходимость в проведении специальных исследований по установлению фактических значений КПД сети и каналов с учетом конкретных природно-хозяйственных условий массива орошения.

Исследования проводились на внутрихозяйственных системах зоны Арысь-Туркестанского канала (АТК) Чимкентской области на протяжении 1986...1987 гг. Арысь-Туркестанский канал обслуживает 23 крупных хозяйства и проходит по территории четырех районов (Бугунский, Алгабасский, Кзыл-Кумский и Туркестанский) Чимкентской области. Общая площадь земель с оросительной сетью состав-

ляет около 67 тыс. га. Орошаемые земли представлены супесчаными и суглинистыми почвами. В период исследований грунтовые воды залегали в пределах 1,5...5,0 м.

По условиям работы и техническому состоянию внутрихозяйственную сеть зоны АТК можно разделить на две группы:

- распределители первого порядка в земляном и облицованном руслах с большими ($0,25...3,0 \text{ м}^3/\text{с}$) расходами воды в течение вегетационного периода;

- распределители второго порядка в земляном и облицованном руслах с малыми расходами воды ($0,05...0,220 \text{ м}^3/\text{с}$).

Значения КПД внутрихозяйственных распределителей и размеры потерь воды на фильтрацию устанавливались методом балансового замера расхода воды / 4,5 /. Фактические значения КПД и потерь воды на фильтрацию определялись на отдельных распределителях, наиболее характерных для условий АТК. При этом исследования проводились в условиях совместной работы распределителей разного порядка при существующем водораспределении на системе, и устанавливалась одновременно действующая длина сети при заданном головном расходе воды. Общая величина потерь воды на фильтрацию в распределителях определялась как сумма потерь одновременно работающих каналов.

Балансовые замеры расхода воды на распределителях проводились одновременно на всей рабочей части действующих каналов, длина которых изменялась в зависимости от размещения поливных участков по отношению к точкам выдела воды. Предварительно на всех выделах посты для производства замеров тщательно подготавливались (производилась очистка от водной растительности, разбивка промерных и скоростных вертикалей, установка водосливов и т.д.). Во время производства массовых замеров поддерживался постоянный горизонт воды во всех одновременно работающих каналах. Определение потерь воды на фильтрацию и установление КПД определялось на 24 распределителях, из которых 12 проложены в земляном русле, а остальные имели различные противофильтрационные одежды.

Потери ($Q_{\text{пот}}$) определялись как разность притока и оттока воды в пределах участка канала по зависимости:

$$Q_{\text{пот}} = Q_{\text{гол}} - \sum Q_{\text{отб}} + \sum Q_{\text{сбр}} - Q_{\text{кон}}, \quad (I)$$

где $Q_{\text{гол}}$ – расход в голове канала; $Q_{\text{кон}}$ – расход в конце канала; $Q_{\text{отв.}}$ – расход в отводе из канала; $Q_{\text{сбр.}}$ – расход сбросов в исследуемый канал.

Удельные потери на километр длины канала (σ) определялись по зависимости:

$$\sigma = \frac{Q_{\text{пот}}}{L}, \quad (2)$$

где L – длина исследуемого участка.

Процент потерь на километр длины канала ($\sigma_{\text{отн}}$) определялся по зависимости:

$$\sigma_{\text{отн}} = \frac{100 \cdot Q_{\text{пот}}}{Q_{\text{гол}} \cdot L}. \quad (3)$$

КПД внутрихозяйственного распределителя устанавливался по зависимости:

$$\eta_{\text{рас}} = \frac{Q_{\text{гол}} - \sum Q_{\text{пот}}}{Q_{\text{гол}}}, \quad (4)$$

где $\sum Q_{\text{пот}}$ – сумма потерь по всей одновременно действующей сети распределителя.

КПД внутрихозяйственной сети устанавливается по зависимости:

$$\eta_{\text{вх/с}} = 1 - \frac{\sigma_{\text{уд}} \cdot L_{\text{одн}}}{100}, \quad (5)$$

где $L_{\text{одн}}$ – длина всех одновременно действующих каналов при поливе в целом по хозяйству; $\sigma_{\text{уд}}$ – осредненные потери в % на 1 км длины одновременно действующей сети всех каналов.

Величина средних удельных потерь воды определялась по зависимости:

$$\sigma_{\text{уд}} = \frac{\sum Q_{\text{пот}}}{Q_{\text{гол}} \cdot L_{\text{одн}}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\sum Q_{\text{пот}}$ – сумма потерь по всей одновременно действующей внутрихозяйственной сети; $Q_{\text{гол}}$ – головной расход воды, поступающий в хозяйство.

Потери по отдельным каналам определялись по зависимости:

$$Q_{\text{пот}} = \frac{\sigma_{\text{отн}} \cdot Q \cdot L}{100}, \quad (7)$$

где $\sigma_{отн}$ — потери в % на 1 км по фактическим замерам.

В таблице I приведены фактические значения потерь воды на фильтрацию в земляных каналах постоянного и периодического действия, а также расчетные значения потерь по формуле А.Н.Костякова для средне и сильно проницаемых грунтов. Анализ приведенных данных показал, что удельные потери в каналах постоянного действия изменялись в зависимости от значений головного расхода. При расходе воды в голове канала, равном $0,038 \text{ м}^3/\text{с}$ (Р-32-2), удельные потери составляли 9,1% на 1 км, а при увеличении расходов до $0,665 \dots 1,101 \text{ м}^3/\text{с}$ (Р-23-0) удельные потери уменьшались и соответствовали $3,7 \dots 2,5\%$ на 1 км.

Исследованиями установлено, что фактические размеры потерь воды из каналов значительно превышали расчетные данные для средне проницаемых грунтов. Расхождения фактических данных с расчетными значительно возрастают в периодически действующих каналах на средне и сильно проницаемых грунтах. Например, в первые 8...16 часов их работы, потери достигали 17,8...29,2% на 1 км, а при продолжительности работы в 27...60 часов эти показатели снижались до 9,6...12,0% на 1 км (при расходах $0,021 \dots 0,122 \text{ м}^3/\text{с}$). Потери из более крупных каналов этого звена с расходами $0,150 \dots 0,191 \text{ м}^3/\text{с}$ составляли 11,0...11,5% на 1 км. В случае работы каналов при подпертых горизонтах потери на фильтрацию возрастали в 2...3 раза, по сравнению с каналами со свободным течением воды.

При применении противофильтрационной одежды, размеры фильтрационных потерь во внутрихозяйственных каналах снижались в 2...5 и более раза. Однако при длительной эксплуатации облицованных каналов и лотков, когда отсутствовали работы по очистке, текущему и капитальному ремонту, и происходило нарушение стыков, швов и деформация лежа каналов, потери в них на фильтрацию становились соизмеримыми с потерями в земляных каналах. Это подтверждается данными таблицы 2, из которой следует, что удельные потери в лотковых и облицованных каналах изменялись в зависимости от расхода и продолжительности их эксплуатации. При расходе в голове, равном $0,063 \dots 0,0421 \text{ м}^2/\text{с}$ (р-7-1а, р-23-0, р-27-1, р-31-3), продолжительность эксплуатации которых не превышала 5 лет, удельные потери составляли $0,29 \dots 2,1\%$ на 1 км. Потери воды в каналах (р-11-7, р-29-2, р-32-1), продолжительность экс-

Таблица I
фактические и расчетные величины потерь в земляных каналах постоянного и периодического действия в хозяйствах ATK за 1986...87 гг.

Наименование хозяйства	Шифр внутрихозяйственного распределителя	Расход воды в голове участка, $Q_{гол}, м^3/с$	Потери воды на фильтровании, $з, м^3/с$	Длина участка, $l, км$	Удельные потери, $q, л/с на 1 км$	Процент потерь на 1 км, q отн.	Расчетные величины потерь	
							по формуле $q = \frac{Q_{гол}}{l}$	по формуле $q = \frac{з}{l}$ для сильно проницаемых грунтов, в % на 1 км
I	2	3	4	5	6	7	8	9

а) каналы постоянного действия

с-3 Тимирязева	P-I	0,261	0,031	2,5	12,4	4,7	3,25	6,6
		0,142	0,013	1,5	8,6	6,1	4,1	9,0
		0,122	0,015	1,8	8,3	6,8	4,4	9,7
		0,060	0,005	1,1	4,5	7,6	5,8	13,9
к-3 Интернационал	P-I7	0,377	0,048	4,6	10,4	2,8	2,8	5,5
		0,220	0,046	4,45	10,3	4,7	3,5	7,2
с-3 XXIII Партеда съезда	P-23-0	1,105	0,011	0,39	28,2	2,5	1,8	3,2
		0,665	0,080	3,25	24,6	3,7	2,2	4,1
		0,436	0,015	1,0	15,0	3,4	2,6	5,1
		0,279	0,045	3,86	11,7	4,2	3,2	6,4
		0,208	0,024	2,4	10,0	4,8	3,5	7,4
		0,150	0,032	4,6	7,0	4,6	4,0	8,7
		0,113	0,012	1,7	7,0	6,2	4,5	10,1

Продолжение табл. I

I	1	2	3	4	5	6	7	8	9
к-з Коммуна		P-32-2	0,038	0,002	0,6	3,3	9,1	7,0	17,4
к-з Майданта		P-48	0,069	0,009	2,0	4,5	6,5	5,5	13,0
6) каналы периодического действия									
с-з Тимирязева		P-I	0,098	0,013	1,0	18,5	13,2	4,8	10,8
с-з Тимирязева		P-I	0,065	0,008	0,7	11,4	17,8	5,6	13,3
			0,065	0,007	0,7	10,0	15,6	5,6	13,3
с/з Кок-Арал		P-II-I	0,191	0,028	1,30	21,5	11,5	2,7	9,7
с/з Спатаева		P-II-7	0,122	0,011	0,75	14,6	12,0	2,7	9,7
			0,065	0,009	0,9	10,0	15,5	5,6	13,3
			0,037	0,007	0,77	9,1	24,2	7,1	17,7
			0,037	0,006	0,77	7,8	21,0	7,1	17,7
к/з Крупская		P-I5-2	0,150	0,015	0,91	16,5	11,0	4,0	8,7
			0,116	0,013	0,81	16,0	14,0	4,5	10
			0,116	0,009	0,81	11,1	9,6	4,5	10
к/з Коммунизм		P-31-5	0,090	0,012	1,1	10,9	12,1	5,0	11,3
к/з Победа		P-37-I	0,137	0,065	3,95	16,4	12,0	4,2	9,2
			0,021	0,007	1,15	6,1	29,2	8,9	23,4
к/з Ленинизм		P-39-I	0,027	0,008	1,2	6,6	25,0	8,1	20,7

Таблица 2

Потери на фильтрацию во внутрихозяйственных каналах с противофильтрационными
одеждами зоны АК за 1986...87 гг.

Наименование хозяйства	Шифр внутрихозяйственного распределителя	Вид противофильтрационной одежды	Продолжительность эксплуатации в годах	Расход воды в головке участка, Q гол, $\text{м}^3/\text{с}$	Потери воды на фильтрацию, Σ , $\text{м}^3/\text{с}$	Длина участка, L , км	Удельные потери, Σ уд, л/с на 1 км	Процент потерь на 1 км
I	2	3	4	5	6	7	8	9
с/з Спатаева	P-7-1а	ЛР-80	5 лет	0,281	0,023	6,35	3,6	1,3
с/з XXIII Партсъезд	прямоугольный сборный ж/б P-23-0	-"	-"	0,220	0,012	3,1	3,8	1,7
		-"	-"	0,421	0,002	0,65	3,1	1,4
		-"	-"	0,211	0,007	1,72	4,1	1,9
		ЛР-80	-"	0,063	0,001	0,75	1,3	2,1
к/з Коммунизм	P-27-1	ЛР-100	3 года	0,176	0,003	5,85	0,5	0,29
	P-31-3	ЛР-80	4 года	0,154	0,011	3,95	2,78	1,8
с/з Спатаева	P-11-7	прямоугольный сборный ж/б	8 лет	1,347	0,051	8,55	5,9	0,44
к/з Чапаева	P-29-2 ЛР-80	-"	-"	0,450	0,025	4,7	5,3	1,2
		-"	-"	0,343	0,016	4,0	4,0	1,16
		-"	10 лет	0,257	0,013	3,05	4,26	1,67
к/з Коммуна	P-32-1	ЛР-80	-"	0,179	0,005	1,1	4,5	2,63
к/з Майдантал	P-48	ЛР-100	7 лет	0,249	0,016	2,83	5,65	2,28
		прямоугольный сборный ж/б	11 лет	0,126	0,009	2,05	4,4	3,4

Продолжение табл.2

	I	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1	7	1	8	1	9
с/з Тимирязева			P-I		"-		15 лет		1,108		0,211		7,85		26,9		2,42
					"-		"-		0,214		0,012		2,4		5,0		2,35
с/з Спатаева			P-7		"-		11 лет		0,620		0,025		3,55		7,0		1,14
с/з Кок-Арал			P-II-I		трапециевидальный сборный ж/б		13 лет		2,503		0,092		6,6		13,9		0,55
					"-		"-		0,447		0,008		0,95		8,4		1,9
					ЛР-100		"-		0,347		0,033		2,7		12,2		3,5

плутации которых составляла 6...10 лет, изменялись в пределах 0,44...2,63% на 1 км (при расходах 0,126...1,347 м³/с). Значительные удельные потери отмечались в каналах (р-1, р-7, р-II-1, р-48), продолжительность эксплуатации которых составляла 10 и более лет. В таких каналах эти потери изменялись в пределах 0,55...3,5% на 1 км, при расходе в голове канала, равном 0,21...2,60 м³/с.

В результате математической обработки фактических данных по потерям воды на фильтрацию во внутрихозяйственных каналах зоны АТК получены значения параметров "А" и "m" для формулы

$$\sigma = \frac{A}{Q^m} \quad (8)$$

Значения этих параметров следующие:

- для земляных каналов постоянного действия - $A = 2,4$;
 $m = 0,4$;
- для земляных каналов периодического действия - $A = 5,6$;
 $m = 0,44$;
- для облицованных и лотковых каналов - $A = 1,0$; $m = 0,44$.

Коэффициент регрессии для приведенных параметров изменяется в пределах 0,76...0,87, что указывает на достаточно тесную связь удельных потерь на 1 км длины канала от расхода воды (рис.1).

Для определения КПД внутрихозяйственных распределителей необходимо иметь следующие данные: протяженность одновременно действующих каналов в целом по распределителям и фактические размеры потери на фильтрацию при определенных расходах воды.

Из данных табл.3 видно, что КПД внутрихозяйственных распределителей в земляном и облицовочном русле изменялись в широких пределах и соответственно составляли 0,52...0,8; 0,71...0,93. Низкие значения КПД обусловлены тем, что значительная часть одновременно действующей оросительной сети представлена земляными каналами периодического действия. В целом одновременно действующая длина каналов по распределителям, в зависимости от головного расхода (0,027...2,50 м³/с), составляла 1,1...35,0 км.

Фактические значения КПД внутрихозяйственной сети, установленные по ряду хозяйств, оказались намного ниже плановых (0,8), (табл.4). Например, фактические значения КПД внутрихо-

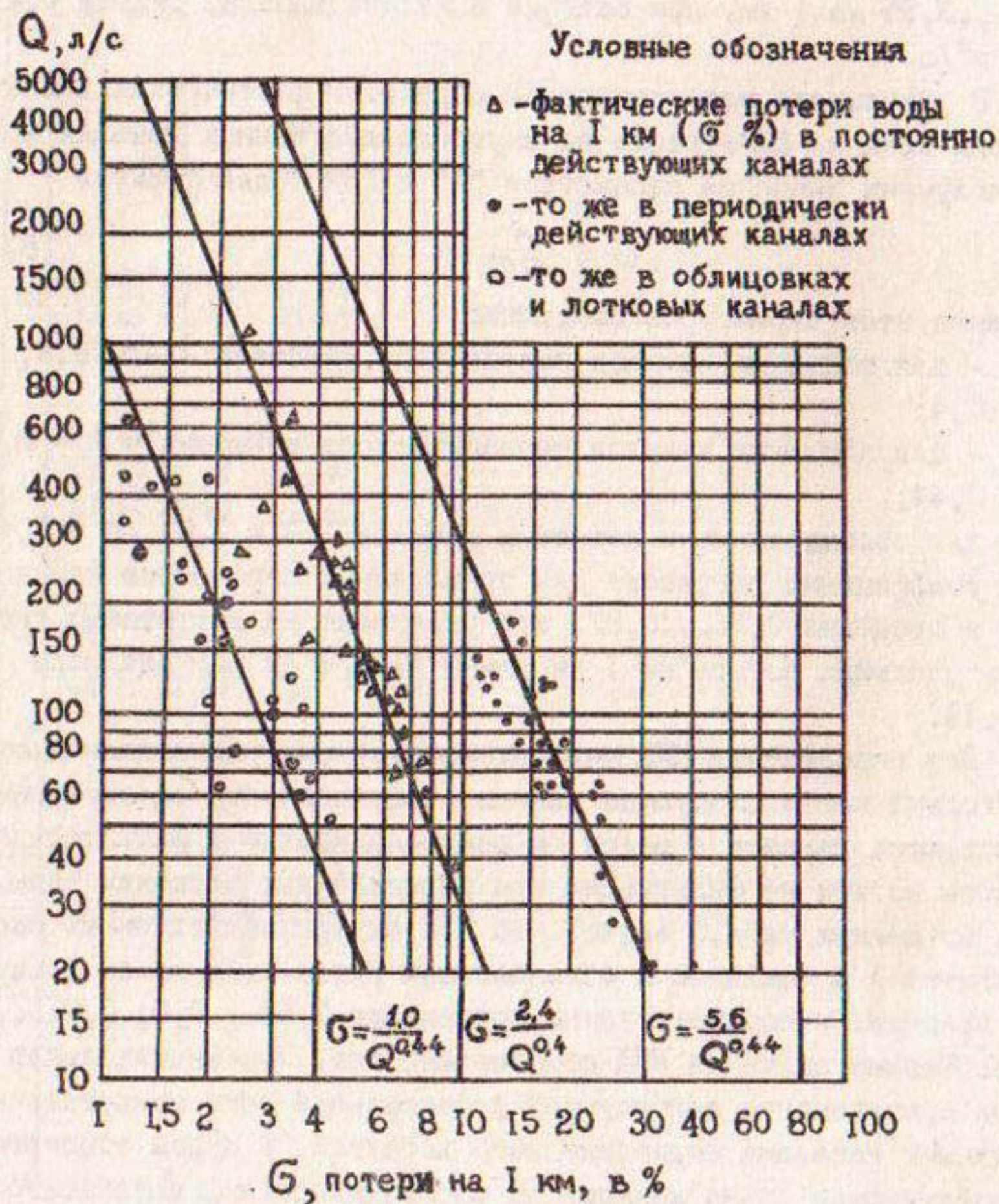


Рис. I. Потери воды на фильтрацию по внутрихозяйственным каналам зоны АТК

Таблица 3

КПД внутрихозяйственных распределителей с различными противофильтрационными одеждами в зоне АТК за 1986...87 гг.

Наименование хозяйств	Шифр внутрихозяйственного распределителя	Характеристика сети по длине	Расход воды в голове, $Q_{гол}, м^3/с$	Одновременно действующая длина, $L, км$	Потери воды (суммарно) $Q_{пот}, м^3/с$	Коэффициент полезного действия $K_{распределителя}$
с/з Тимирязева	Н.Ст.	земляной канал	0,349	7,6	0,068	0,8
Спецхозобъединение	Р-15-1	"	0,125	1,95	0,041	0,67
к/з Крупская	Р-15-2	"	0,306	4,92	0,102	0,66
к/з Ш Интернационал	Р-17	"	0,377	7,2	0,084	0,78
с/з XXIII Партсъезд	Р-21	"	0,099	4,3	0,020	0,80
	Р-26-1	"	0,252	6,7	0,057	0,77
	Н.Ст.	"	0,127	3,6	0,035	0,72
к/з Коммунизм	Р-31-5	"	0,281	9,54	0,067	0,76
	Р-32-2	"	0,038	1,94	0,007	0,84
к/з Победа	Р-37-1	"	0,137	3,95	0,065	0,52
к/з Ленинизм	Р-39-1	"	0,027	1,2	0,008	0,7
	В.Ст.	"	0,051	1,1	0,014	0,72
с/з Тимирязева	Р-1	прямоугольный сб.ж/б канал с лотковыми и земляными отводами	1,108	22,95	0,323	0,71
с/з Исаханова	Р/-5-1	ЛР-100 с земляными отводами	0,275	4,0	0,019	0,93

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5	6	7
с/з Спатаева	P-7	прямоугольный сб.ж/б канал с лотковыми и земляными отводами	0,620	9,85	0,073	0,88
	P-7-Ia	ЛР-80 с земляными отводами	0,281	7,96	0,035	0,87
	P-II-7	прямоугольный сб.ж/б канал с лотковыми и земляными отводами	1,347	31,27	0,245	0,82
с/з Кок-Арал	P-II-I	трапециевидный сб.ж/б канал с лотковыми и земляными отводами	2,503	35,13	0,403	0,84
с/з ХХШ Паргсездв	P-23-0	Земляной с лотковыми отводами	1,105	24,91	0,266	0,76
	P-27-I	ЛР-100 с земляными отводами	0,176	8,16	0,021	0,88
к/з Чапаева	P-29-2	прямоугольный сб.ж/б канал с земляными отводами	0,257	5,0	0,021	0,92
к/з Коммунизм	P-31-3	ЛР-80 с земляными отводами	0,154	5,45	0,021	0,86
	P-32-I	ЛР-100 с земляными отводами	0,249	4,13	0,021	0,91
к/з Мейдантал	P-48	прямоугольный сб.ж/б канал с лотковыми и земляными отводами	0,126	5,4	0,021	0,83

Таблица 4

Фактические КПД внутрихозяйственной сети по хозяйствам ATK за 1986...87 гг.

Наименование хозяйства	Общая протяженность внутрихозяйственной сети, L , км.	Протяженность одновременно действующих каналов, L одн. км.	Удельный вес одновременно действующих каналов $\frac{L_{\text{одн}} \times 100}{L}$	Расход воды, поступающей в хозяйство, Q гол, $\text{м}^3/\text{с}$	Сумма потерь по всей одно- временно действующей сети хозяйства $\sum Q$ пот, $\text{м}^3/\text{с}$	Величина средних удельных потерь воды, L уд, $\%$ на 1 км	Коэффициент полезного действия внутрихозяйственной сети, η , $\text{вх}/\text{с}$
с/з Тимирязева	187,1	51,7	27,6	2,46	1,11	0,88	0,55
с/з Исаханова	118,5	29,1	24,5	2,0	1,0	1,72	0,5
с/з Спатаева	126	67,6	53,6	3,1	0,670	0,32	0,79
с/з Кок-Арал	174,6	43,5	24,9	3,1	0,606	0,45	0,8
Спецхозобъединение, к/з им. Крупской, Джамбула и Ш Интернационал	52,8	33,43	63,3	1,92	1,283	2,0	0,34
с/з XXIII Партсъезд	295,29	85,06	28,8	3,15	1,366	0,51	0,57
к/з Чапаева	102	33,85	33,1	1,74	0,966	1,64	0,45
к/з Коммунизм	77	36,43	46,0	1,22	0,311	0,72	0,74
к/з Майдамтал	26	11,1	42,7	0,200	0,089	3,1	0,66

зяйственной сети, полученные для средней и концевой части системы, оказались на 17...57% ниже расчетных значений, которые принимались в планах водопользования. Фактические потери воды на фильтрацию на этих участках достигали значительных размеров (30...65%) от водозабора в хозяйства. Одновременно действующая длина каналов по хозяйствам составляла 25...63% от общей их протяженности и изменялась в зависимости от расхода воды, подаваемой в хозяйства.

Таким образом, результаты по определению потерь воды на фильтрацию в каналах и установление КПД внутрихозяйственной сети в условиях АТК позволяют сделать следующие выводы:

1. Размеры потерь воды из каналов внутрихозяйственной сети значительно превышают расчетные данные, принимаемые в планах водопользования. Количественные показатели потерь воды из каналов предопределяются их техническим состоянием (заиления, зарастания, подпоры и т.д.). При расчете потерь воды на фильтрацию из различных каналов внутрихозяйственной сети необходимо использовать уточненные параметры "А" и "m" в формуле $G = \frac{A}{Q^m}$, полученные для условий АТК.

2. Фактические значения КПД внутрихозяйственной сети оказались на 17...57% ниже расчетных значений, принимаемых в планах водопользования. Несоответствие плановых значений КПД фактическим приводит к тому, что во многих хозяйствах сокращается количество поливов, а это снижает урожайность сельскохозяйственных культур на 10...30% относительно плановых показателей.

3. Для повышения водообеспеченности орошаемых земель необходимо своевременно выполнять эксплуатационные мероприятия по текущему и капитальному ремонту каналов с противофильтрационными одеждами. На земляных каналах следует применять противофильтрационные мероприятия (устройство лотков, облицовок), а в головной части системы целесообразно проводить простейшие противофильтрационные мероприятия (уплотнение, кольматация и т.д.).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Материалы XXII съезда КПСС. - М.: Политиздат, 1986. - С.362.
2. Мухамеджанов В.Н., Югай Л.Г., Жумадилов М.Ж. Техническое совершенствование и очередность реконструкции действующих оросительных систем Юга Казахстана. - Ташкент, 1980. - С.11-20. - (Сб. науч. тр. /КазНИИВХ).
3. Лим М.П., Мусеменов М.М. Оценка использования водоземельных ресурсов в бассейне р. Чу (КазССР) - Ташкент, 1980. - С.32-37. - (Сб. науч. тр. / КазНИИВХ).
4. Кабаков М.М. Потери воды в каналах и реках. - Фрунзе, 1967.
5. Рекомендации по определению потерь воды на фильтрацию из оросительных каналов. САНИИРИ. - Ташкент, 1979. - С.77.

И.М.Панасенко
кандидат технических наук

В.А.Хегай
инженер
(КазНИИВХ)

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ
ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЕ ПРИРОДЫ
ДЖАМБУЛСКОЙ ОБЛАСТИ

Современный этап интенсификации экономического развития области неразрывно связан с повышением требований к рациональному использованию природных ресурсов во всех отраслях народного хозяйства. При этом рациональное природопользование понимается как общегосударственная политика, способствующая эффективности использования природных ресурсов и охране окружающей среды. Это особенно важно для рассматриваемого региона, где возникла острая необходимость в оздоровлении экологической обстановки на базе комплексного подхода к решению вопросов охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

В Джамбулской области производство растениеводческой продукции осуществляется на базе орошаемого земледелия, площадь

поливных земель достигла 280 тыс. га. Бетпак-Дала-Муюнкумский комплекс пастбищ, луга и заливные сенокосы низовий бассейнов рек Чу, Таласа и Ассы являются основой развития животноводства.

Ведущим направлением промышленности области являются предприятия химии, которые, в свою очередь, обусловили интенсивное развитие энергетики, стройиндустрии, автотранспорта, горнорудной промышленности и т.д.

За последние 25-30 лет в области, как и в целом по стране, под влиянием огромных масштабов хозяйственной деятельности резко возрос уровень использования природных ресурсов (земли, воды, фосфоритов) и, соответственно, увеличилось количество загрязняющих природу отходов производства.

Загрязнение воздушного и водного бассейнов, а также чрезмерное использование химических удобрений и ядохимикатов в сельскохозяйственном производстве привело к загрязнению почвы, а это, в конечном итоге, обусловило снижение продуктивности животноводства и растениеводства. По сравнению с уровнем 60-х годов, фактически политые площади области увеличились более чем в два раза, а в результате низкого технического состояния оросительных систем и ежегодного перебора лимита воды до 50% от нормы безвозвратные водозаборы из рек увеличились в три раза. Произошло практически полное исчерпание стока рек Чу, Таласа, Ассы.

В результате сокращения поверхностного стока в низовьях указанных рек происходит интенсивное обсыхание территорий, засоление и деградация пойменных земель с резкой сменой растительных ассоциаций. Если в начале 60-х годов кормоемкость более 270 тыс. га естественных заливных сенокосных угодий составляла 400 тыс. т сена, то в настоящее время в низовьях рек затапливается 60...120 тыс. га, а их кормоемкость не превышает 80...150 тыс. т сена, т.е. снизилась в 4 раза, и при худшем качестве сена.

Исчезновение естественных источников обводнения, снижение продуктивности сенокосов и пастбищ в обезвоженных поймах и дельтах рек обусловили усиление пастбищной нагрузки на сопредельных пустынных пастбищах, где в результате перевыпаса и перегрузки пастбищ скотом упала продуктивность пастбищ (2-7 ц/га сухой массы в 60-х годах и 1-2 ц/га в последние годы, т.е. в 2-3 раза.).

Интенсивные капитальные вложения в развитие животноводческих хозяйств, расположенных в низовьях рек Чу, Таласа и Ассы (Мойынкумский, Таласский, Сарысуйский районы), не дают ожидаемых результатов. Так, при увеличении основных производственных фондов хозяйств за период с 1966-1970 гг. по 1981-1985 гг. более чем в 2 раза фондоотдача снизилась в 3 раза, т.е. на 100 руб. основных производственных фондов получено соответственно 33,9 и 11,0 руб. валовой продукции сельского хозяйства. Себестоимость основных видов животноводческой продукции за указанный период возросла в среднем в 2,5 раза и достигла в XI пятилетке: мяса крупно-рогатого скота - 266,3 руб./ц, мяса овец и коз - 155,2 руб./ц, шерсти - 856,9 руб./ц и каракульских шкур - 29,5 руб./шт. В результате этого многие хозяйства указанных районов являются убыточными.

В пределах пустынь Бетпак-Дала и Муюнкумы промысловым видом животных является сайгак. Однако под воздействием антропогенных (хозяйственных) факторов систематически падает продуктивность диких животных, и может возникнуть необходимость свертывания охотничьего промысла. Но в связи с увеличением экспорта продукции сайгачьего промысла Казахской ССР (с 1971 г.) соответственно росла и прибыль, которая составляла около 10 руб. с головы.

Неблагоприятные изменения природной среды на значительной территории области, а также экономические последствия всех этих изменений представляют единый процесс антропогенного опустынивания. Экономические и экологические последствия с каждым годом становятся все более ощутимыми, поэтому настоятельно встает вопрос о целенаправленном управлении указанным процессом. В основу управления должен быть положен экологический подход, который означает учет принципов и методов функционирования экологических систем, а также всех экологических последствий. В результате этого обеспечивается экологическая устойчивость всего территориального промышленного комплекса области, т.е. способность его к экономическому росту при стабильном состоянии природной среды.

Главной проблемой широкого внедрения мероприятий по охране окружающей среды является создание централизованного фонда для проведения работ по предотвращению отрицательных экологических последствий или осуществления восстановительных (компенсационных) мероприятий. Для создания фонда за счет отчислений от взи-

маемых с объединений, предприятий и организаций средств, по нормативам платы за сверхлимитный забор воды, выбросы загрязняющих веществ в природную среду, потребуется немало времени для разработки экологических и экономических нормативов. В то же время экологическая устойчивость всего территориально-промышленного комплекса области близка к предельному состоянию, и всякое промедление потребует в будущем несоизмеримо больших затрат для стабилизации состояния природной среды.

По Джамбулской области для охраны природы выделяется в настоящее время порядка 26 млн.руб., т.е. около одного процента стоимости валового промышленного продукта. Однако опытом международной практики доказано, что размеры фонда охраны природы должны быть в прямой зависимости от стоимости валового промышленного продукта. Использование трех процентов стабилизирует природную среду, а пять процентов улучшит ее состояние. Поэтому фонд охраны природы области должен составлять не менее 100 млн.руб. ежегодно. Причем указанные отчисления необходимо осуществлять с предприятий основного выброса загрязняющих веществ. Это предприятия Минудобрения СССР, Минавтотранса СССР, Минэнерго и Госагропрома КазССР. Определенная доля фонда охраны природы, совместно с финансированием по линии Госагропрома и Минводхоза Казахской ССР, предназначается для рационального использования природных ресурсов (водных, земельных) и охраны природы Джамбулской области.

Первоочередными мероприятиями в части компенсации ущербов, нанесенных сельскохозяйственному производству, являются:

1. Осуществление комплекса природохозяйственных мероприятий по восстановлению продуктивности пустынных и полупустынных пастбищ (улучшение растительного покрова пастбищ, их огораживание, создание лесополос, строительство и реконструкция обводнительных объектов), что при соблюдении пастбищеоборота позволит повысить эффективность развития животноводства и охраны природы.

Площадь пастбищ, нуждающихся в реконструкции до 2000 года, 6,5 млн.га, объем капиталовложений 180 млн.руб.

2. Осуществление комплекса мер по экономии и рациональному использованию водных ресурсов за счет сокращения удельного водопотребления в промышленности и сельскохозяйственном произ-

водстве путем внедрения водосберегающих технологий и комплексной реконструкции действующих оросительных систем, что позволит сэкономить до 20-30 процентов воды и использовать ее для природоохранных целей и улучшения социальных условий.

Площадь орошаемых земель, нуждающихся в реконструкции до 2000 года, 196 тыс.га, объем капиталовложений 396 млн.рублей.

3. Улучшение водного, солевого режима пойменных земель (рр. Чу, Талас, Асса), восстановление их растительного покрова и продуктивности путем осуществления агротехнических мероприятий и создания систем лиманного орошения.

Площадь лиманов необходимо довести к 2000 году до 70 тыс. га, объем капиталовложений - 30,0 млн.руб.

Кроме этого, необходимо организовать систему экологического мониторинга (слежения и контроля природной среды) территории области - систематический и периодический во времени сбор информации по следующим элементам: воздушный бассейн - водные ресурсы - растительный - животный мир - люди. Результаты мониторинга предназначены для выявления фактической загрязненности, разработки нормативов платы за сверхлимитный забор воды, за выбросы загрязняющих веществ в природную среду, для планирования мероприятий по обеспечению необходимых социальных условий, а также для планирования и управления рациональным использованием природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Э.В.Гергунов
кандидат с.-х.наук

Э.Цой
инженер
(КазНИИВХ)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРИ ИСПОЛЬ- ЗОВАНИИ КОМПЛЕКТОВ АЛУ-32 ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

Ускорение научно-технического прогресса на орошаемых землях предусматривает повсеместный переход к использованию технически совершенных оросительных систем, гарантирующих получение

экономически обоснованных высоких урожаев при любых сложившихся погодных условиях с минимальными затратами труда и средств при высоком уровне использования земельных и водных ресурсов.

В условиях Юга и Юго-Востока Казахстана поверхностный полив остается самым распространенным способом, т.к. не требует больших затрат энергии, прост в исполнении и при правильно подобранной технологии способствует снижению непроизводительных затрат воды при поливе. Однако производительность труда при существующей технологии поверхностного полива составляет не более 20...25 га за сезон, при невысоком качестве полива (КПД техники полива 0,5...0,6; коэффициент равномерности увлажнения 0,6). По этим показателям он значительно уступает дождеванию. При больших оросительных нормах и площадях орошения такие низкие показатели качества полива приводят к огромным потерям воды. Если же учесть, что орошаемые земли Казахстана испытывают острый дефицит поливной воды, то станет понятным, какое большое народнохозяйственное значение имеют механизация, разработка водосберегающей технологии поверхностного полива.

При поливе по бороздам правильным подбором их длины, расхода поливных струй можно улучшить равномерность распределения воды, уменьшить концевой сброс и потери на фильтрацию. Многочисленными исследованиями установлено, что для снижения непроизводительных потерь воды необходимо быстро увлажнить борозду по всей длине, не допуская размыва, и далее вести полив уменьшающимся поливным током в соответствии с изменением впитывающей способности почвы. Несмотря на кажущуюся простоту этого приема практическое применение его, особенно при высокопроизводительных поливах с большим числом одновременно действующих борозд, очень сложно, т.к. требует постоянного регулирования поливных струй и общего расхода воды.

Кроме того, сечения каналов и трубопроводов поливных устройств назначают по максимальному расходу поливной струи, а если учесть, что время добегания ее до конца борозды обычно значительно меньше времени доувлажнения, то использование таких устройств для полива переменной струей получается практически невыгодным.

Другой прием, позволяющий улучшить качество полива и более экономно расходовать воду, заключается в применении дискретной

(прерывистой) водоподачи в борозды. В этом случае вода подается в борозды в определенной последовательности чередования водоподач и пауз.

Во Всесоюзном научно-производственном объединении "Радуга" разработан способ механизации полива по бороздам с помощью автоматизированного шлангового устройства (АШУ-32). Автоматизированное шланговое устройство представляет собой установленный на раме барабан с намотанным на него шлангом, в концевой части которого имеются регулируемые водовыпуски. С помощью гидропривода, управляемого генератором командных импульсов, барабан циклично передвигает водовыпуски, сматывая шланг на себя. В результате этого поочередно, начиная с первой борозды, водовыпуски проходят через все борозды и в каждую из них подается заданное количество воды, соответствующее расчетной поливной норме.

Полив с помощью АШУ-32 почти полностью автоматизирован, в процессе самого полива, начиная от включения воды после выдвижения поливного шланга на исходную позицию и до выключения после полива последней борозды, вмешательства человека не требуется.

В связи с этим качество полива на участке полностью зависит от соответствия технологии, на которую настроена система, условиям участка. Это предъявляет дополнительные требования к расчету технологии полива, поэтому возникает необходимость разработать подробную методику такого расчета.

Исходя из особенности работы АШУ-32, мы предлагаем следующий ход расчета:

1. По свойствам почвы определяют требуемую величину поливной нормы — m ($\text{м}^3/\text{га}$).

2. По климатическим условиям определяют максимальное суточное водопотребление расчетной обеспеченности — ℓ_{max} ($\text{м}^3/\text{га сут}$).

3. Определяют расчетную длительность межполивного периода:

$$T = \frac{m}{\ell_{\text{max}}} \quad (1)$$

4. Определяют длину борозды:

$$\ell_{\text{б}} = \frac{864000 Q T K_{\text{в}} \rho}{2 \ell_{\text{шл}} m}, \quad (2)$$

где Q - расход установки, л/с; $K_{вр}$ - коэффициент использования времени за сезон; ρ - коэффициент полезного действия техники полива; $l_{шл}$ - длина поливного шланга, м.

Уточняют эту длину так, чтобы она была кратна длине поливного участка.

На почвах с низкой водопроницаемостью длина борозды, определяемая формулой (2), оказывается недостаточной для полива заданной поливной нормой без сброса. В этом случае изменяют схему расстановки АШУ на одностороннюю и увеличивают длину борозды вдвое. При этом возможны продольные и поперечные размещения распределительных трубопроводов и АШУ на них. (Рис. I).

После выбора длины борозды и схемы расстановки поливных устройств приступают к расчету технологии дискретной подачи воды в борозды. Для проведения расчета необходимо иметь зависимость суммарного слоя впитывания (W мм) от времени полива, которую можно установить по результатам пробного полива. Измеряя при пробном поливе длину добегания за время I цикла (l , м), поливную струю (q , л/с) и смоченный периметр в борозде ($\chi_{ср}$), можно установить слой впитывания за время цикла ($t_{ц}$, мин) по формуле:

$$W_{t_{ц}} = \frac{60 q t_{ц}}{l \chi_{ср}} \quad (3)$$

Измерив показатели, входящие в формулу 3 при разных значениях, строят кривую $W_{t_{ц}} = f(t_{ц})$ (рис. 2).

Многочисленными замерами, проведенными в разных условиях по уклону и водопроницаемости, нами установлена зависимость между относительной длиной добегания за цикл от числа циклов:

$$\frac{l_n}{l_1} = n^{2/3} \quad (4)$$

Нетрудно показать, что эта же зависимость связывает поливные нормы:

$$\frac{m_n}{m_1} = n^{2/3}, \quad (5)$$

где l_n, m_n - длина добегания и поливная норма за n циклов, м; l_1, m_1 - длина добегания и поливная норма за первый цикл;

Установленные зависимости 4 и 5 дают возможность рассчитать необходимую продолжительность цикла и число циклов водопо-



Рис. I. Продольная (а) и поперечная (б) схемы применения комплектов АНУ-32 в зависимости от длины борозды

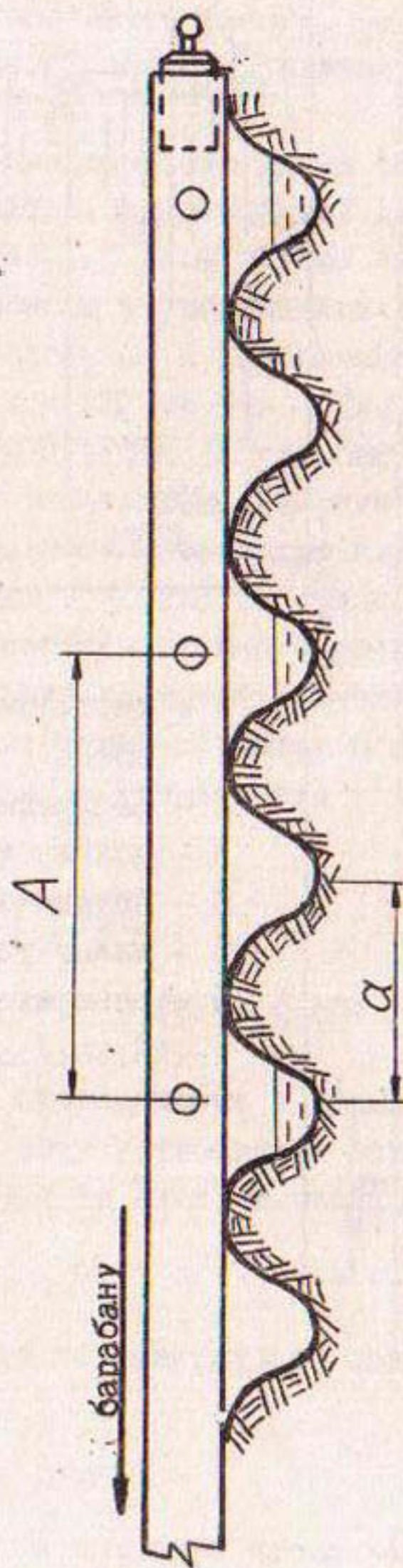


Рис. 2. Конструкция рабочей части поливного шланга для дискретного полива по бороздам

дачи при заданных значениях поливной нормы m , длине борозды l_0 и коэффициенте полезного действия на поле η .

Ход расчета:

а) назначают поливную струю q_0 л/с и определяют среднюю величину смоченного периметра по формуле А.Н.Ляпина:

$$\chi_{cp} = 0,09 \left(\frac{q_0}{\sqrt{l}} \right)^{0,29}; \quad (6)$$

б) определяют длину добегания воды в борозде и поливную норму за первый цикл:

$$l_1 = \frac{60 q_0 t_{cy}}{W_{t_{cy}} - \chi_{cp}}; \quad (7)$$

$$m_1 = \frac{600 q_0 t_{cy}}{a l_1}; \quad (8)$$

$W_{t_{cy}}$ устанавливают по кривой $W_{t_{cy}} = f(t_{cy})$, a — ширина междурядий.

в) определяют число циклов:

$$n = \left(\frac{l_0}{l_1} \right)^{3/2} \quad (9)$$

и общую поливную норму

$$m_n = m_1 n^{2/3}; \quad (10)$$

г) определяют средневзвешанную продолжительность полива по длине борозды (считая, что продолжительность полива на длине l равна $n t_{cy}$, на дополнительной длине добегания за второй цикл $(n-1) t_{cy}$; за третий цикл $(n-2) t_{cy}$ и т.д.):

$$t_{cp. bzb.} = \frac{t_{cy} l_1 \sum_{i=1}^n \left(0,24 + \frac{0,76}{i} \right)}{l_0}; \quad (11)$$

д) $t_{cp. bzb.}$ находят $W_{t_{cp. bzb.}}$ и определяют КПД техники полива:

$$\eta_n = \frac{W_{t_{cp. bzb.}} \cdot \chi_{cp} l_0}{60 q_0 t_{cy} n}. \quad (12)$$

Если полученные значения m_n и η_n удовлетворяют поставленным требованиям, расчет заканчивают, если нет, то меняют

$t_{\text{ц}}$ или $q_{\text{д}}$, или и m_0 и другое и производят расчет заново до тех пор, пока $m_n \times m$ и $h_n = h$.

Расчет по формулам 6-12 можно вести на микрокалькуляторе МК-61. Программы расчета:

1 программа - определение m_n и n .

00 ИП8 01 ИПУ 02 F_1 03 $\div$ 04 ИП2 05 $\leftarrow$ 06 $F \times 10^7$ 07 ИП3 08 $\times$ 09 ПС
10 ИП9 11 $\leftarrow$ 12 $\div$ 13 ИП8 14 $\times$ 15 6 16 ВП 17 1 18 $\times$ 19 ИП7 20 $\div$
21 ПО 22 ИП6 23 $\leftarrow$ 24 $\div$ 25 $F \sqrt{\quad}$ 26 3 27 $\leftarrow$ 28 $F \times 10^2$ 29 К [X] 30 ПА
31 6 32 ВП 33 2 34 ИП8 35 $\times$ 36 ИП9 37 $\times$ 38 ИП5 39 $\div$ 40 ИПО 41 $\div$
42 Пв 43 ИПа 44 $F \times 10^4$ 45 3 46 $F \times 10^4$ 47 $\leftarrow$ 48 $F \times 10^4$ 49 ИПв 50 $\times$ 51 с/п

После набора программы вводят исходные данные в регистры:

П2 - 0,29; П3 - 0,09; П4 - i ; П5 - a ; П6 - $t_{\text{д}}$; П7 - $W/t_{\text{ц}}$;

П8 - $q_{\text{д}}$; П9 - $t_{\text{ц}}$; Расчет по программе занимает 25 с, на

индикаторе высвечивается значение поливной нормы m_n м³/га.

В регистрах памяти хранятся значения: ПО - i ; Па - n ; Пв - m ;

Пс - $\chi_{\text{ср}}$.

2 программа - определение $t_{\text{ср.бзб}}$.

00 ИП2 01 ИП а 02 $\div$ 03 ИП1 04 $\div$ 05 ИП t 06 $\div$ 07 П t 08 ИП а
09 1 10 - 11 Па 12 $F \times 10^4 = 0$ 13 00 14 ИП t 15 ИПО 16 $\times$ 17 ИП 9 18 $\times$
19 ИП 6 20 $\div$ 21 с/п.

После набора программы вводят исходные данные в регистры

П1 - П3 - 0,24; П2 - 0,76; Па - n ; ПО - i ; П6 - $t_{\text{д}}$; П9 -

$t_{\text{ц}}$. Если расчет проводят сразу после 1 программы, то значения n ; i ; $t_{\text{д}}$; $t_{\text{ц}}$ в регистры памяти можно не вводить. После расчета по 2 программе на индикаторе высвечивается значение $t_{\text{ср.бзб}}$ в мин.

3 программа - расчет h .

00 ИП d 01 ИПс 02 $\times$ 03 ИП6 04 $\times$ 05 6 06 ВП 07 1 08 $\div$ 09 ИП 8
10 $\div$ 11 ИП 9 12 $\div$ 13 ИП а 14 $\div$ 15 с/п.

После набора программы вводят исходные данные в регистры:

Па - $W_{\text{ср.бзб}}$; Пс - $\chi_{\text{ср}}$; П6 - $t_{\text{д}}$; П8 - $q_{\text{д}}$; $t_{\text{ц}}$ - П9;

n - Па.

Если расчет ведут непосредственно после программ 1 и 2, то вводят только $W_{\text{ср.бзб}}$.

Если в результате расчета h 1, то значит, что длина добега за n циклов меньше длины борозды (в программе 1 n округляется до целого в меньшую сторону). В этом случае надо n увеличить на 1 и сделать пересчет h .

По найденным значениям n и t_u формируют рабочую часть поливного шланга установок (рис.2), для этого определяют число переключений генератора за один цикл полива:

$$n_{\text{пер}} = \frac{a}{0,15}, \quad (13)$$

где 0,15 – шаг сдвига шланга за один поворот барабана;
время одного переключения:

$$t_{\text{пер}} = \frac{t_u}{n_{\text{пер}}}. \quad (14)$$

Количество водовыпусков равно количеству циклов, а расстояние между ними равно:

$$A = \frac{2t_0}{t_{\text{пер}}} 0,15, \quad (15)$$

где t_0 – длительность перерыва между циклами водоподачи, мин.

Подбор технологии дискретного полива по бороздам проводят для первого полива и для последующих поливов в соответствии с изменениями от полива к поливу зависимости $W/t_u = f(t_u)$.

В условиях опытно-производственного участка полива комплектом АШУ-32 в хозяйстве АКО КазНИИВХ технология полива в 1987 году была принята следующей: длина борозды – 300 м, схема расстановки поливных устройств – поперечная, длительность цикла – 45 мин; длительность перерыва между циклами – 4 мин; количество циклов – 6, поливная струя – 0,75 л/с, поливная норма – 560 м³/га, КПД техники полива – 0,81.

Урожайность пожнивной после озимой ржи кукурузы на силос составила 500 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершунов Э.В. О производительности, нормировании и оплате труда поливальщика // Гидротехника и мелиорация. – 1967. – С.49-52.
2. Лакшаев Н.Т. Полив хлопчатника. – М.: Колос, 1978.
3. Разумовский А.А. Технология полива по бороздам дискретной струей // Гидротехника и мелиорация. – 1986. – № 1. – С.35-37.

4. А.с. 2536461/30-15 Способ полива по бороздам// В.Д.Носенко, М.П.Пензин, С.А.Петренко.- Заявл.20.10.77. Опубл. 1979, Бюл.№ 12.- С.31-33.
5. Гершунов Э.В., Цой Э. Технология полива по бороздам комплектами АШУ-32 // Гидротехника и мелиорация.- 1986.- № 12.- С.31-33.
6. Чичасов В.Я., Изюмов В.В., Носенко В.Д., Штокалов Д.А. Техника полива сельскохозяйственных культур.- М.: Колос, 1970.- С.287.

Р.И.Вагапов
кандидат технических наук

А.С.Пак
инженер
(КазНИИВХ)

МЕТОД ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Гидравлический расчет тупиковой сети с нефиксированными расходами вызывает определенное затруднение, связанное со сложной функциональной зависимостью между расходом и напором в узлах сети. Нефиксированный расход в узлах определяется существующим в узле напором, а пьезометрическая напорная линия, в свою очередь, сама зависит от расхода в узлах. Поэтому для расчета тупиковых сетей с нефиксированными расходами применяются графоаналитические методы.

Графоаналитические методы обладают рядом серьезных недостатков (сложность, значительная погрешность), но самым значительным является невозможность автоматизировать процесс расчета, с которым связаны значительная экономия труда и времени.

Для описания предлагаемого нами метода гидравлического расчета тупиковых сетей с нефиксированным расходом предварительно рассмотрим возможность аппроксимации $n \sum_{i=1}^n x_i^2$ выражением $\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2$. Следует отметить, что существует следующее неравенство:

$$n \sum_{i=1}^n x_i^2 \geq \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2, \quad x_i > 0, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

которое является частным случаем более общего неравенства Коши-Буняковского / 1 /:

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 \sum_{i=1}^n x_i^2 \geq \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)^2, \quad x_i > 0, y_i > 0, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Относительная погрешность при аппроксимации определяется следующим образом:

$$\varrho = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (1)$$

Определим зону варьирования параметров X_i следующим образом:

$$1 \leq x_i \leq p, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Можно доказать, используя метод неопределенных множителей Лагранжа / 2 /, что максимальное значение относительной погрешности ϱ_{max} определяется следующим образом:

$$\varrho_{max} = \frac{(p-1)^2}{4p}, \quad (2)$$

так при $p = 2$,

$$\varrho_{max} = \frac{(2-1)^2}{4 \cdot 2} = 0,125.$$

Теперь рассмотрим возможность аппроксимации $n \sum_{i=1}^n x_i^2$ следующим выражением:

$$\frac{n \sum_{i=1}^n m_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n m_i \right)^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 = n \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad (3)$$

где $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ - произвольные числа, выбранные с предположением о значениях $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ - таким образом, чтобы $\sum_{i=1}^n |m_i - x_i| \rightarrow 0$. В частном случае, если $m_i = x_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, тогда

$$\frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \cdot n \left(\sum_{i=1}^n m_i^2 \right)}{\left(\sum_{i=1}^n m_i \right)^2} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \cdot n \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right)}{\left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} = n \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right).$$

Введем величину b_i , характеризующую степень отклонения m_i от X_i следующим образом:

$$b_1 = \frac{m_1}{X_1}; \quad b_2 = \frac{m_2}{X_2}; \quad b_3 = \frac{m_3}{X_3}; \quad \dots \quad b_n = \frac{m_n}{X_n}.$$

Обозначим $b_0 = \min(b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$ и введем величины по такой зависимости:

$$\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_n$$

$$\mu_1 = \frac{b_1}{b_0}; \quad \mu_2 = \frac{b_2}{b_0}; \quad \mu_3 = \frac{b_3}{b_0}; \quad \dots \quad \mu_n = \frac{b_n}{b_0}.$$

Далее

$$\mu_0 = \max(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_n) \text{ и } k = \frac{n \sum_{i=1}^n m_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n m_i\right)^2} \quad (4)$$

Можно показать, что

$$1 \leq k \leq \frac{n \left(\sum_{i=1}^n b_i X_i^2\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n X_i^2\right) \left(\sum_{i=1}^n b_i X_i\right)^2} \cdot \frac{(\mu_0 + 1)^2}{4\mu_0}. \quad (5)$$

Соотношение (5) служит оценкой поправочного коэффициента k в аппроксимирующем выражении и показывает зону варьирования k в зависимости от истинных значений X_i и значений m_i , взятых наудачу в качестве первого приближения. Следует отметить: если $m_i = b_0 X_i$, b_0 - любое число, $i = 1, 2, 3, \dots, n$, тогда $\mu_0 = \mu_i = 1$ и

$$\begin{aligned} \frac{n \left(\sum_{i=1}^n b_i X_i^2\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n X_i^2\right) \left(\sum_{i=1}^n b_i X_i\right)^2} \cdot \frac{(\mu_0 + 1)^2}{4\mu_0} &= \frac{n b_0^2 \left(\sum_{i=1}^n X_i^2\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^n X_i^2\right) b_0^2 \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2} \cdot \frac{(1+1)^2}{4 \cdot 1} = \\ &= \frac{n \left(\sum_{i=1}^n X_i^2\right)}{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2} = k. \end{aligned}$$

При подстановке поправочного коэффициента в зависимость $n \sum_{i=1}^n X_i^2 = k \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2$ имеем:

$$n \sum_{i=1}^n X_i^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2}{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2} \cdot \left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2,$$

т.е. получили полное тождество.

Информация о величине поправочного коэффициента λ необходима для расчета тупиковых сетей с нефиксированными расходами методом замещения участков сетей обобщенными участками. Как известно, тупиковая сеть описывается в виде связанного граф-дерева.

Корнем граф-дерева будет являться водопитатель, ребрами — участки сети, вершинами — узлы вододеления, висящими вершинами — нефиксированный водопотребитель. В качестве нефиксированного водопотребителя может быть дождевальная машина, струйный аппарат, задвижка и т.д. Рассмотрим граф тупиковой сети (рис.1). Первоначально произведем нумерацию вершин графа. Нумерацию вершин производим по уровням начиная с I-ого, а в самом уровне слева направо подряд до конца данного уровня. К I-ому уровню отнесем вершину (1), которая является корнем дерева. Ко 2-ому уровню отнесем вершины, смежные вершине (1) — это будут вершины (2), (3), (4). К третьему уровню отнесем вершины, смежные вершинам 2-ого уровня. Это будут вершины (5), (6), (7), (8), (9); продолжая процесс далее, можно отметить: данный граф имеет 5 уровней, и в 5-ый входят вершины (18), (19), (20). Рассмотрим фрагмент тупиковой сети, приведенный на рис.1, и представим отдельным рисунком (рис.2а)

Введем понятие обобщенного участка тупиковой сети. Обобщенный участок сети — это искусственно введенный фиктивный участок, расходно-напорная характеристика которого, приведенная к определенному узлу (например, (9)), эквивалентна расходно-напорной характеристике тупиковой сети, приведенной к тому же самому узлу (9). Это означает: при одном и том же напоре H в узле (9) расход на участке (9) — (15) и на участке (9) — (15) один и тот же.

Приведем способ получения расходно-напорной характеристики обобщенного участка.

Пусть $\alpha_{15}, \alpha_{18}, \alpha_{19}, \alpha_{20}$ — гидравлические сопротивления участков (9) — (15), (15) — (18), (15) — (19), (15) — (20). Расходно-напорная характеристика висящих узлов имеет вид:

$$H = \beta_i \cdot Q_i^2$$

В узле (18) $\beta_i = \beta_{18}$; в узле (19) $\beta_i = \beta_{19}$; в узле (20) $\beta_i = \beta_{20}$. Узел (15) транзитный. H_{18}, H_{19}, H_{20} — геодезические отметки узлов. Тогда расходно-напорная характеристика

участка (I5) - (I8) имеет вид:

$$H = H_{r,18} + \alpha_{18} Q_{18}^2 + \beta_{18} Q_{18}^2 = H_{r,18} + (\alpha_{18} + \beta_{18}) Q_{18}^2.$$

Введем обозначение:

$$S_i = \alpha_i + \beta_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

тогда:

$$S_{18} Q_{18}^2 = H - H_{r,18}.$$

Аналогично для участков (I5) - (I9), (I5) - (20) получим:

$$S_{19} Q_{19}^2 = H - H_{r,19}$$

$$S_{20} Q_{20}^2 = H - H_{r,20}$$

откуда получаем:

$$Q_{18}^2 + Q_{19}^2 + Q_{20}^2 = H \left(\frac{1}{S_{18}} + \frac{1}{S_{19}} + \frac{1}{S_{20}} \right) - \left(\frac{H_{r,18}}{S_{18}} + \frac{H_{r,19}}{S_{19}} + \frac{H_{r,20}}{S_{20}} \right),$$

согласно формуле (3) получаем:

$$\frac{m_{18}^2 + m_{19}^2 + m_{20}^2}{(m_{18} + m_{19} + m_{20})^2} \frac{(Q_{18} + Q_{19} + Q_{20})^2}{\left(\frac{1}{S_{18}} + \frac{1}{S_{19}} + \frac{1}{S_{20}} \right)} = H - \frac{\left(\frac{H_{r,18}}{S_{18}} + \frac{H_{r,19}}{S_{19}} + \frac{H_{r,20}}{S_{20}} \right)}{\frac{1}{S_{18}} + \frac{1}{S_{19}} + \frac{1}{S_{20}}}.$$

Вводим обозначение:

$$\beta'_{15} = \frac{(m_{18}^2 + m_{19}^2 + m_{20}^2)}{(m_{18} + m_{19} + m_{20})^2 \left(\frac{1}{S_{18}} + \frac{1}{S_{19}} + \frac{1}{S_{20}} \right)}; \quad S'_{15} = \beta'_{15} + \alpha_{15};$$

$$H_{r,15} = \frac{\frac{H_{r,18}}{S_{18}} + \frac{H_{r,19}}{S_{19}} + \frac{H_{r,20}}{S_{20}}}{\frac{1}{S_{18}} + \frac{1}{S_{19}} + \frac{1}{S_{20}}}; \quad Q_{15} = Q_{18} + Q_{19} + Q_{20},$$

тогда расходно-напорная характеристика обобщенного участка (9) - (I5), приведенная к узлу (9), имеет вид:

$$S'_{15} Q_{15}^2 = H - H_{r,15}.$$

Полученная характеристика обобщенного участка по структуре записи ничем не отличается от характеристики (I5) - (I8) и других, и в дальнейшем с ним можно работать как с обычным участком с висячим узлом. Заменяя участок тупиковой сети обобщенным участком, получим следующий граф (рис. 26), эквивалентный предыдущему. Производя последовательно замену тупиковых участков обобщенными, получим последовательность графов с замещенными участками. Замеще-

ние будем производить до тех пор, пока не останется один единственный обобщенный участок, который несет в себе всю информацию о гидравлических параметрах тупиковой сети с нефиксированными расходами. Получив характеристику: $H = S'_1 Q_1^2 + H'_{r1}$, и разрешая ее совместно с характеристиками водопитателя, определим рабочую точку их совместной работы, т.е. определим расход и напор в узле (0), являющемся корнем графа-дерева. Определим напор в узле (I) по зависимости:

$$H_1 = H_0 - \alpha_1 Q_1^2.$$

Ранее по методу замещения были получены расходно-напорные характеристики обобщенных участков (I) - (2), (I) - (4);

$$H = S'_2 Q_2^2 + H'_{r2},$$

$$H = S'_4 Q_4^2 + H'_{r4},$$

и незамещенного участка (I) - (3):

$$H = S_3 Q_3^2 + H_{r3}.$$

Зная напор в узле (I), определим расходы Q_2, Q_3, Q_4 :

$$Q_2 = \sqrt{\frac{H_1 - H'_{r2}}{S'_2}}; \quad Q_4 = \sqrt{\frac{H_1 - H'_{r4}}{S'_4}}; \quad Q_3 = \sqrt{\frac{H_1 - H_{r3}}{S_3}}.$$

Далее определим напоры в узлах (2), (4), (3):

$$H_2 = H_1 - \alpha_2 Q_2^2;$$

$$H_4 = H_1 - \alpha_4 Q_4^2;$$

$$H_3 = H_1 - \alpha_3 Q_3^2.$$

Вычисленные напоры H_2 и H_4 являются основанием для вычисления расходов Q_5, Q_6, Q_7 и Q_8, Q_9 , а также напоров H_5, H_6, H_7 и H_8, H_9 аналогичным способом. Применяя многократно вышеприведенный способ, определяем расходы Q и напоры H на всех участках и узлах. При таком расчете не соблюдаются балансы расходов в узлах. Это вызвано погрешностью аппроксимации $H \sum_{i=1}^n Q_i^2$ выражением $(\sum_{i=1}^n Q_i)^2$, которая привела к неточному определению расходно-напорной характеристики обобщенного участка. Уровень невязки узловых расходов является критерием точности гид-

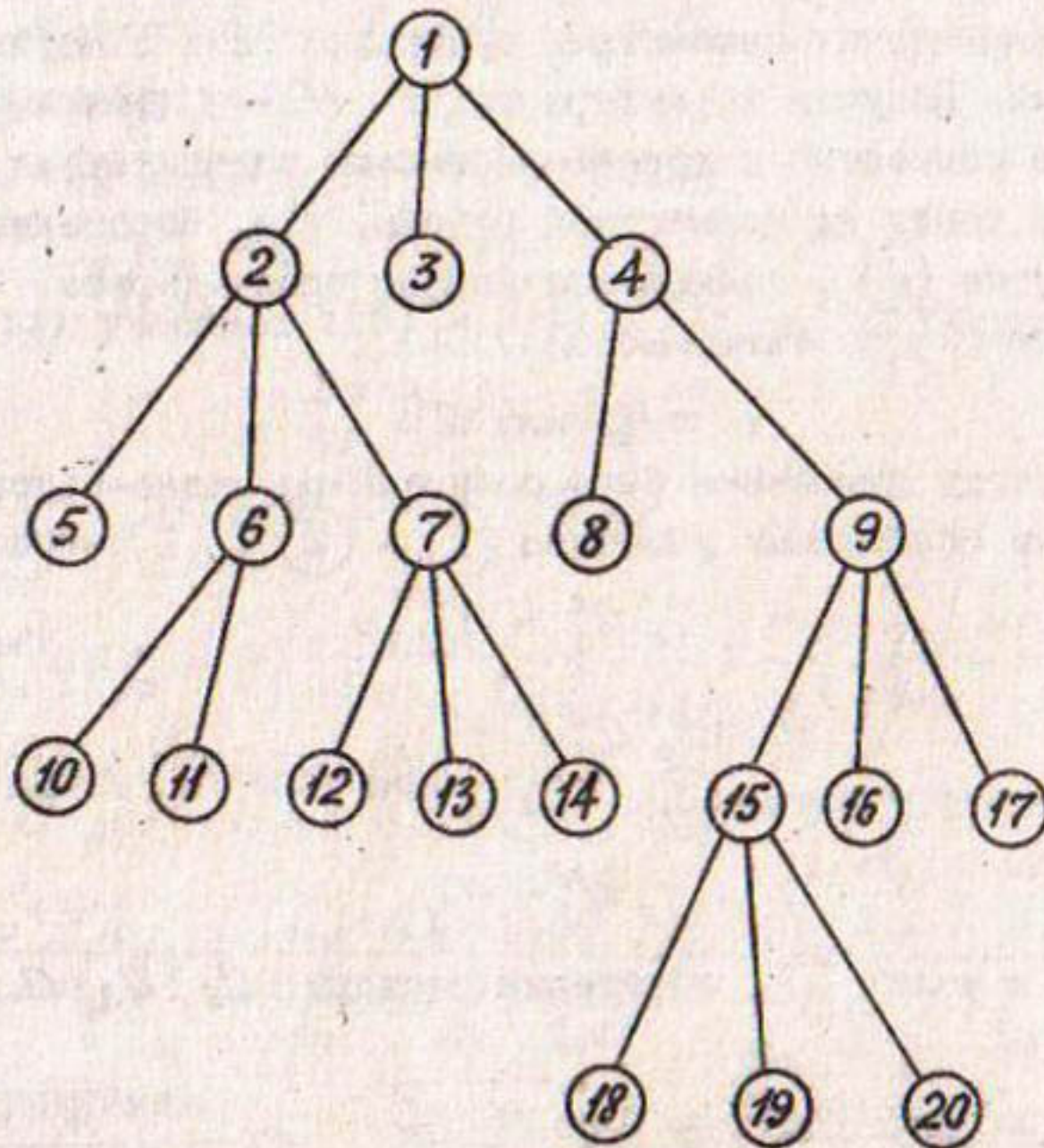


Рис.1. Граф - дерево тупиковой сети

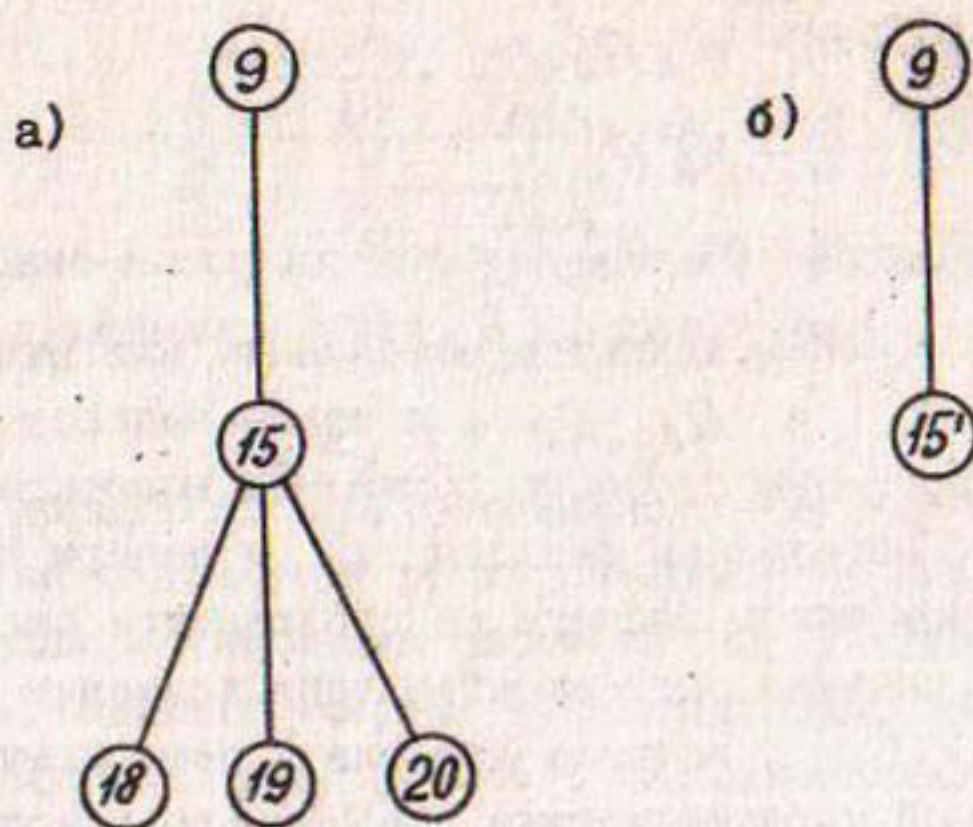


Рис.2. а) фрагмент тупиковой сети, б) обобщенный участок

равлического расчета тупиковых сетей с нефиксированным расходом.

Для иллюстрации использования метода обобщенных участков был произведен гидравлический расчет закрытой оросительной системы с дождевальными машинами для орошения земель в совхозе "Нурлы" Чиликского района Алма-Атинской области. Схема сети и ее необходимые гидравлические параметры приведены на рис. 3. Первоначально предположим, что распределение расходов на участках, инцидентных данному узлу, имеющих одинаковое направление потока, одинаковое. Рассматриваемое ЗОС является самонапорной с напором в узле (1) $H = 678,81$.

Расходы на участках, определенные после I-го расчета, л/с:

$$Q_2 = 147,65; Q_3 = 188,37; Q_4 = 231,2; Q_5 = 27,66; Q_6 = 130,2; \\ Q_7 = 151,43; Q_8 = 61,52; Q_9 = 27,42; Q_{10} = 87,88; Q_{11} = 22,63; \\ Q_{12} = 37,14; Q_{13} = 27,57; Q_{14} = 55,53; Q_{15} = 27,7; Q_{16} = 27,82;$$

Невязка в узле (3) равна: $\varepsilon_3 = |Q_3 - Q_5 - Q_4| = 30,51$; в узле (6): $\varepsilon_6 = |Q_6 - Q_9 - Q_{10}| = 14,9$; в узле (10): $\varepsilon_{10} = |Q_{10} - Q_{13} - Q_{14}| = 4,78$; в узле (14): $\varepsilon_{14} = |Q_{14} - Q_{15} - Q_{16}| = 0,01$; в узле (4): $\varepsilon_4 = |Q_4 - Q_7 - Q_8| = 18,25$; в узле (8): $\varepsilon_8 = |Q_8 - Q_{11} - Q_{12}| = 1,75$.

Суммарный уровень невязок составил $\varepsilon_{\Sigma} = 70,2$.

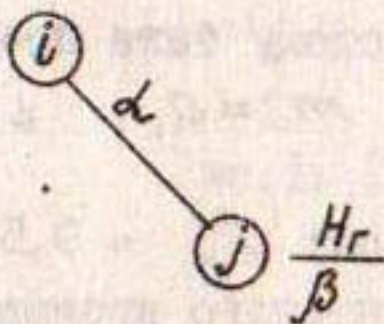
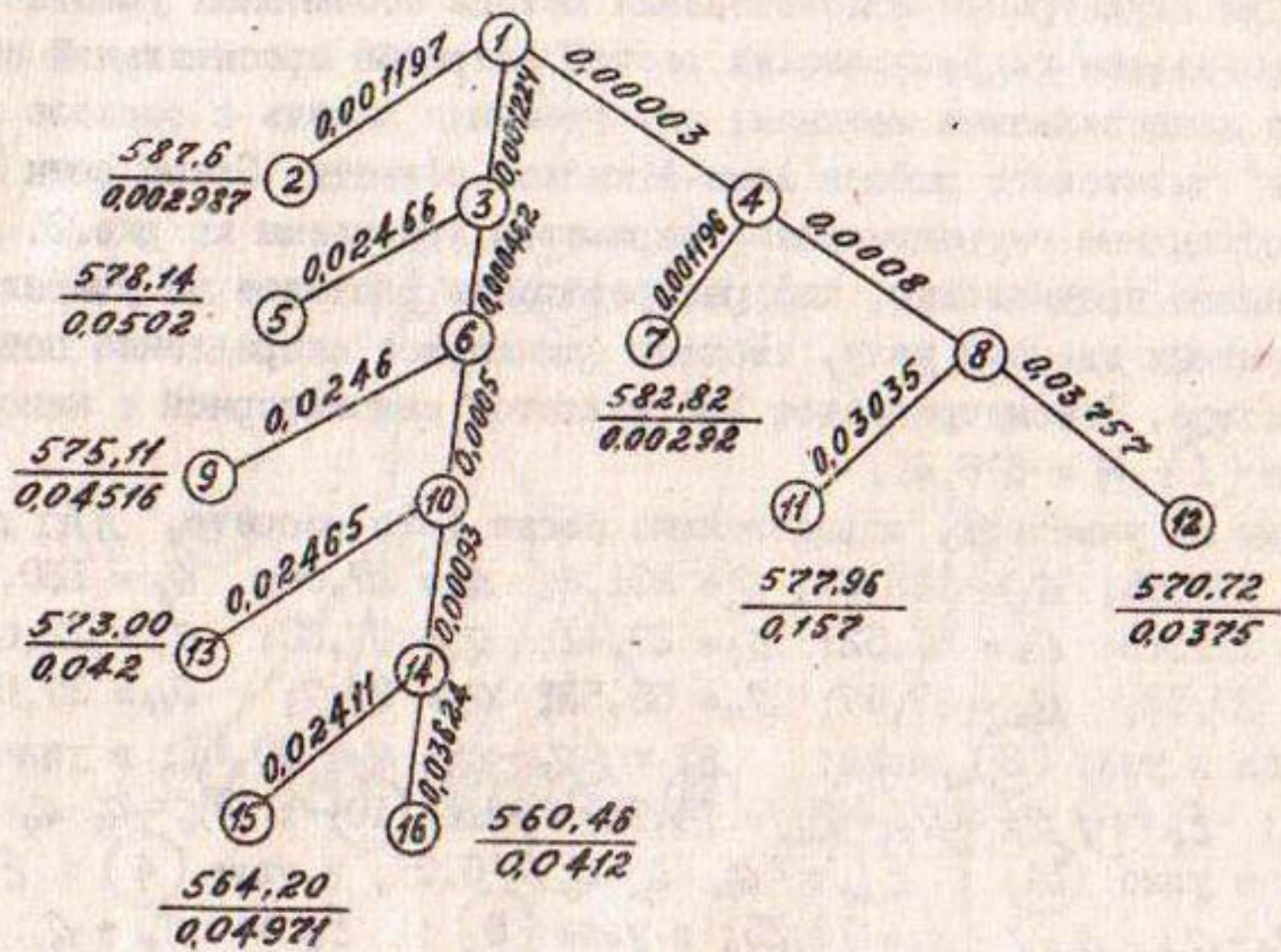
Полученный уровень невязок довольно высок, потому была произведена 2-ая итерация. При второй итерации уже $m_i = Q_i$, $i = 1, 2, 3, \dots, n$.

Вторая итерация дала следующий уровень невязок: $\varepsilon'_{\Sigma} = 9,5$, но и этот уровень посчитали недостаточным. После этого произвели 3-й окончательный пересчет с условием $m_i = Q'_i$, $i = 1, 2, \dots, n$, где Q'_i — расход на i -ом участке после 2-ой итерации.

Пересчитанные в 3-й раз расходы оказались следующие:

$$Q_2 = 147,65; Q_3 = 151,68; Q_4 = 211,44; Q_5 = 31,14; Q_6 = 122,53; \\ Q_7 = 151,64; Q_8 = 59,9; Q_9 = 31,36; Q_{10} = 93,75; Q_{11} = 22,71; \\ Q_{12} = 37,22; Q_{13} = 31,53; Q_{14} = 62,25; Q_{15} = 31,3; Q_{16} = 31,17.$$

Суммарный уровень невязок после 3-ей итерации равен: $\varepsilon''_{\Sigma} = 4,78$ (л/с), что вполне приемлемо для наших условий.



- i, j - номера узлов
 α - гидравлическое сопротивление трубопровода
 H_r - геодезические отметки конечных узлов
 β - коэффициент расходно-напорной характеристики конечного узла

Рис.3. Граф - дерево тупиковой оросительной сети с нефиксированными расходами на площади 406 га в совхозе "Нурлы" (Алма-Атинской области)

ВЫВОДЫ

1. Гидравлический расчет тупиковой сети с нефиксированными расходами можно вести методом замещения участков сети обобщенными участками.

2. Показан способ получения расходно-напорной характеристики обобщенного участка через характеристики участков ее составляющих.

3. Произведенный гидравлический расчет конкретного объекта показал целесообразность расчета по предлагаемому методу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике – М.: Наука, 1981.
2. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.
3. Орошение участка кормового севооборота площадью 406 га в совхозе "Нурлы" Чимкентского района Алма-Атинской области: Из архива Казгипроводхоза. – А-Ата, 1985.

А.Г.Рау
кандидат с.-х. наук
(КазНИИВХ)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Современная рисовая оросительная система представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных единым технологическим процессом звеньев в виде оросительных и водоотводящих каналов, гидросооружений на них, поливных карт и др. элементов. Однако на каждой карте, на каждом поле создаются различные условия для выращивания риса, которые в значительной мере предопределяются действием дренажа, оказывающим существенное влияние на водно-солевой, пищевой и газовый режимы почв под слоем воды. По этой причине разница в урожайности риса, выращенного на различных

участках карты, поля, составляет 10 и более центнеров с гектара.

Почвообразовательный процесс на рисовых оросительных системах связан с длительным затоплением, которые вызывают, в зависимости от дренированности, различные скорости фильтрации воды. Величина фильтрации с рисовых чеков (в пределах 4...6 мм/сут для слабосоленых почв и 8...12 мм/сут для сильнозасоленных) благоприятно влияет на водно-солевой, пищевой и газовый режимы почв рисовых полей под слоем воды, способствует повышению урожайности риса, с увеличением или уменьшением указанных величин фильтрации урожайность риса снижается.

В настоящее время разработаны (а в отдельных районах уже введены в эксплуатацию) новые, перспективные инженерные конструкции рисовой оросительной системы, способы регулирования и технические средства управления водораспределением на ней. Широкомасштабные теоретические и экспериментальные исследования позволили описать почвообразовательные процессы и возможности управления ими на протяжении всего вегетационного периода. В то же время проектирование ведется давно устаревшими методами, без достаточного научного обоснования метода расчетов и выбора оптимального варианта проекта. При этом совершенно не учитывается скорость фильтрации воды из рисовых чеков, оказывающая существенное влияние на водно-солевой, пищевой, газовый и температурный режимы почв и воды рисовых чеков, урожай риса и оросительную норму. Для учета этих факторов разработана математическая модель и расчетные уравнения, описывающие величину фильтрации воды из рисовых чеков в зависимости от водно-физических свойств почвогрунта, гидрогеологических условий массива орошения, высотного положения рисовых чеков, действия дренажа и т.д. Все эти требования могут быть выполнены только при применении автоматизированной технологической линии проектирования рисовой системы (АТЛП), устанавливающей оптимальный мелиоративный режим и параметры рисовой системы, при минимальных удельных приведенных строительно-эксплуатационных затратах.

АТЛП при реконструкции рисовой системы предусматривает замену горизонтального дренажа вертикальным, устанавливает границы и площади рисовых полей, карт, чеков, определяет место размещения скважины, объемов земляных и строительно-монтажных работ.

При выборе оптимального варианта проекта рисовой системы,

обеспечивающей минимум удельных приведенных затрат на строительство и максимум жизненных факторов растениям риса, с созданием высокого уровня плодородия почв, использован динамический метод программирования. Исходными материалами являются топографическая съемка поверхности земли, водно-физические и химические свойства почвы, гидрогеологические условия массива орошения, требования рисовой системы к внешним факторам и др.

Схематически рисовое поле можно описать как массив (площадь не менее 40 га), разделенный на прямоугольные горизонтальные участки (карты, чеки), в одном из которых расположена скважина вертикального дренажа. За исходную поверхность рисовой системы, подлежащей реконструкции, принимается съемка поверхности земли, выполненная по квадратам со стороной 20 м. Квадрату, расположенному на пересечении i -го столбца и j -ой строки соответствует отметка H_{ij} - расстояние от поверхности земли в центре квадрата до водоупора.

Численные значения правой границы участка (поля, карты, чека) определены как номер крайнего правого столбца, входящего в участок (поле, карту, чек). Значения остальных границ определяются аналогично. Рассмотрим пример построения АТЛП.

Пусть под реконструкцию рисовой системы отведен участок, левая граница которого - GL , правая - GR , нижняя - GN верхняя - GV . Соответствующие границы K -го поля обозначим так: $N1^K, N2^K, N3^K, N4^K$. Не умоляя общности можно положить, что общая граница всех полей - левая, а нумерация ведется снизу вверх. Тогда для каждого поля должны выполняться соотношения:

$$N1^K = GL; GL < N2^K \leq GR. \quad (I)$$

Поля отделены друг от друга полосой, ширина которой - $LP = 20$ м. Этот промежуток необходим для дорог, водоотводящих каналов и других сооружений.

На нижней и верхней границах полей задаются ограничения:

$$N3^K = GN; N3^{K+1} = N4^K + LP + 1; N3^K \leq N4^K \leq GV. \quad (2)$$

Вводятся также ограничения на размеры полей. Пусть $N3$ - минимальная, а $N4$ - максимальная ширина поля. Тогда:

$$N3 \leq N2^K - N1^K + 1 \leq 4; N3 \leq N4^K - N3^K + 1 \leq GV - N4^K \text{ послед.} \quad (3)$$

Соотношения (1...3) полностью определяют возможные разбиения рисовой системы на поля и карты, карты, в свою очередь, — на прямоугольные участки: чеки. Минимальные и максимальные размеры карт и чеков заданы. Поверхность чеков должна быть горизонтальной. Обозначим границы L -ой карты K -ого поля и M -ого чека L -ой карты K -ого поля следующим образом: левая JL_L^K, JL_M^K ; правая JR_L^K, JR_{LM}^K ; нижняя IN_L^K, JL_{LM}^K ; верхняя IV_L^K, IV_{LM}^K ; а $M1$ — минимальный, $M2$ — максимальный размер чека.

Условия совпадения левых и правых границ карты с соответствующими границами поля записываются в виде:

$$JL_L^K = M1; JR_L^K = M2^K. \quad (4)$$

Для нижних и верхних границ карт должны выполняться условия:

$$IN_L^K = M3^K; IV_{\text{посл.}}^K = M4; IV_{L+1}^K = IN_L^K + 1 \quad (5)$$

$$M1 \leq IV_L^K - IN_L^K + 1 \leq M2,$$

которые означают, что поле делится на карты без разрывов и перекрытий, нижняя граница первой карты и верхняя граница последней совпадают с нижней и верхней границей поля.

Аналогичные условия должны выполняться при делении карты на чеки. Их можно записать в следующем виде:

$$IN_{LM}^K = IN_L^K; IV_{LM}^K = IV_L^K; JL_{L+1}^K = JL_L^K; JR_{\text{посл.}}^K = JR_L^K \quad (6)$$

$$JL_{LM+1}^K = JR_{LM}^K + 1; M1 \leq JR_{LM}^K - JL_{LM}^K + 1 \leq M2.$$

Технология выращивания риса требует, чтобы поверхность чека была горизонтальной, так как для равномерного роста растений уровень воды на всем чеке должен быть одинаковым. Выравнивание исходной поверхности производится так, чтобы не нужно было ввозить или вывозить дополнительный объем земли. Для каждого чека объем срезов равен объему насыпей.

Обозначим уровень (отметку) выравненного чека через H_{ij} , а объем земляных работ — через V_{LM}^K . Тогда:

$$Z_{LM}^K = \frac{\sum_{i,j} H_{ij}}{(JR_{LM}^K - JL_{LM}^K + 1) \cdot (IV_{LM}^K - IN_{LM}^K + 1)}, \quad (7)$$

$$V_{LM}^K = \frac{1}{2} \sum_{ij} |H_{ij} - Z_{LM}^K| \quad \text{где: } i = IV_{LM}^K, IN_{LM}^K; j = J_{LM}^K, JK_{LM}^K \quad (8)$$

На каждом севооборотном поле должна быть расположена одна скважина. Ее координаты удовлетворяют условиям:

$$N1^K \leq JSKV^K \leq N2^K; N3^K \leq ISKV^K \leq 2^K \quad (9)$$

Расстояние от скважин P -ого поля до центра чека K -ого поля равно:

$$R_{LM}^{KP} = \sqrt{\left(\frac{JR_{LM}^K - JL_{LM}^K}{2} - JSKV^P\right)^2 + \left(\frac{IV_{LM}^K - IN_{LM}^K}{2} - ISKV^P\right)^2} \quad (10)$$

На фильтрацию воды из чеков (A_{LM}^K) влияют их отметки, расстояния до скважины R_{LM}^{KP} , отметка чека, в котором расположена скважина $ZSKV^P$. При наличии нескольких скважин их влияние складывается. Эта зависимость выражается формулой:

$$A_{LM}^K = \sum_P \left(\frac{\frac{a}{w} + \frac{K_P \left(\frac{R}{a} + Z_{LM}^K - ZSKV^P \right)}{Z_{LM}^K}}{L_M \frac{R_{LM}^{KP}}{Z_{LM}^K - Z_0}} \right), \text{ мм/сут} \quad (11)$$

Если фильтрация меньше 2 мм/сут. происходит засоление земель. Высокие величины (более 12 мм/сут) вызывают значительный вынос из почвенного слоя питательных элементов. Выход фильтрации за пределы интервала 2 и 12 мм/сут. нежелателен.

На этом отрезке приведенную зависимость очень хорошо описывает функция:

$$U_{LM}^K = 70 - (A_{LM}^K - 7)^2 \cdot 0,7, 4/29 \quad (12)$$

На каждом чеке часть площади отторгается для строительства вспомогательных сооружений. Вдоль правой границы стоит чековый валик шириной $L_{CH} = 20$ м, вдоль верхней – полевая дорога или картовый ороситель шириной $L_K = 20$ м. Таким образом, на каждом чеке рис выращивают на площади:

$$S = (JR_{LM}^K - JL_{LM}^K + 1 - L_{CH}) \cdot (IV_{LM}^K - IN_{LM}^K + 1 - L_K) \cdot 0,04 \quad (13)$$

Для рисовой системы устанавливается срок эксплуатации T лет. Обычно $T = 25$. За это время на каждом чеке будет выращен урожай $U_{LM}^K \cdot S_{LM}^K \cdot T$, стоимость которого равна $U_{LM}^K \cdot S_{LM}^K \cdot T \cdot C1$, где $C1$ — закупочная цена одного центнера риса. Затраты на эксплуатацию этого чека составят $S_{LM}^K \cdot T \cdot C2$, где $C2$ — затраты на эксплуатацию одного гектара поля.

Затраты на строительство рисовой системы определяются как сумма стоимости всех затрат с устройством рисовой системы. Если $C3$ — стоимость работ, а $C4$ — стоимость гидротехнических сооружений, скважин, то затраты на строительство K -ого поля составляют:

$$C4 + C3 \cdot \sum_{LM} U_{LM}^K. \quad (14)$$

При наличии данных о стоимости строительства каналов, дорог, чековых валиков и других возможных сооружений можно уточнить затраты на строительство. Вводить всевозможные изменения и уточнения в данную модель достаточно легко.

За прибыль принимается разность между стоимостью урожая, выращенного за T лет, и затратами на строительство и эксплуатацию. Поле номер K за время эксплуатации обеспечивает прибыль:

$$P = \sum_{LM} ((U_{LM}^K \cdot C1 \cdot C2) \cdot T \cdot S_{LM}^K - C3 \cdot U_{LM}^K) - C4. \quad (15)$$

Прибыль рисовой системы есть сумма прибылей со всех полей:

$$P = \sum_K (\sum_{LM} (U_{LM}^K \cdot C1 \cdot C2) \cdot T \cdot S_{LM}^K - C3 \cdot U_{LM}^K) - C4. \quad (16)$$

Определение совокупной прибыли завершает построение модели рисовой системы. Для каждого проекта можно вычислить предполагаемую прибыль. Однако задача состоит в том, чтобы найти такой проект рисовой системы, который бы обеспечивал получение максимально возможной прибыли.

Решить эту задачу в полном объеме при произвольных значениях фиксируемых величин чрезвычайно сложно. Для ее решения потребуются слишком большие затраты машинного времени. Задача значительно упрощается, если учесть реальный диапазон изменения параметров элементов рисовой системы. Так, например, колебания H_{ij} не превышают нескольких метров, $M1 \geq 5$, $M2 \leq 10$, $C1 = 30$. Искомые переменные $N2$, $N4$, T_{LM} , T_{RM} , I_{LM} , I_{VM} , $ISKV$, $JSKV$

могут принимать только целые значения. Для M_1 и M_2 устанавливаются границы $5 \leq M_1 \leq M_2 \leq 10$. Наиболее предпочтительным вариантом является $M_1 = 7$, $M_2 = 9$. В этом случае все чеки будут иметь приблизительно одинаковые размеры площадью от 2 до 3 гектаров. Ширина поля находится в пределах:

$$25 \leq M_3 \leq M_4 \leq 100.$$

При таких диапазонах задача может быть решена одним из самых универсальных методов - перебором. Для того, чтобы решение выполнялось в пределах приемлемых затрат машинного времени, из перебора необходимо исключить заведомо плохие варианты. В алгоритме программы это достигается за счет построения оценок и использования штрафов.

Блок-схема расчета включает четыре подпрограммы, которые последовательно вычисляют: элементы массива поля, карт, чеков; определяют отметки чеков, место размещения скважины, величину фильтрации из каждого чека рисового поля, объемы земляных и строительных работ, прибыль и др.

Программа написана на языке ФОРТРАН. Она может быть использована при разработке проекта рисовых систем и их реконструкции на машинах серии ЕС ЭВМ. Выдача результатов организована в удобной для проектировщиков форме.

Программа АТЛП методом перебора из множества технических решений выбирает оптимальный вариант конструкции рисовой системы, обеспечивающей минимум удельных приведенных строительно-эксплуатационных затрат (40...45 руб/ц), максимум жизненных факторов растений риса (урожайность 60...70 ц/га), благоприятный мелиоративный режим почв рисовых полей (равномерную фильтрацию воды со всех чеков, с колебанием не более ± 1 мм/сут, своевременное снижение уровня грунтовых вод до глубины, позволяющей проводить механизированную уборку риса и преотвращающей вторичное засоление земель). По сравнению с традиционным методом проектирования, АТЛП позволяет снизить трудозатраты на разработку проекта в 2,5...3 раза, сократить сроки составления проекта в 4...5 раз, капитальные вложения - на 8...12%, повысить урожайность риса на 7 ц/га и снизить его себестоимость на 2,7 руб/ц.

С.Д. Магай
кандидат технических наук
Л.В. Круглов
кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

РЕКОНСТРУКЦИЯ РИСОВОЙ СИСТЕМЫ НА КЗЫЛКУМСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

В "Продовольственной программе СССР на период до 1990 года и мерах по ее реализации", принятой на майском (1982 г) Пленуме ЦК КПСС, намечено дальнейшее увеличение производства риса в стране с доведением его валового сбора в 1990 году до 3,3... 3,5 млн.т. Увеличение производства риса предусматривается в основном за счет повышения эффективности использования орошаемых земель и продуктивности мелиорируемого гектара.

Значительный вклад в достижение поставленной цели должен внести Казахстан, где посевные площади под рисом занимают свыше 130 тыс.га, а ежегодный валовой сбор зерна превышает 600 тыс.т. Основные посевы риса в Казахстане расположены на инженерных рисовых системах в среднем и нижнем течении р.Сырдарьи, где в настоящее время ощущается острый дефицит оросительной воды. Одной из таких систем является Кзылкумская, площадь посевов риса на которой составляет 21,0 тыс.га. Данная система, как и большинство остальных в республике, из-за отсутствия собственного опыта проектирования построена на основании технических норм, разработанных для условий Краснодарского края, из так называемых карт "Краснодарского типа". Строительство рисовых оросительных систем связано с большими затратами, причем в Казахстане они значительно превышают нормативные. Так удельные капитальные вложения на строительство рисовых систем в республике согласно "Укрупненным нормативам удельных капвложений в водохозяйственное строительство" утверждены в размере 2,7 тыс.руб. Проектная же стоимость Кзылкумского рисового массива превысила нормативную на 1,2 тыс.руб. Высокая удельная стоимость капитальных вложений объясняется тем, что строительство и освоение массива происходило в необжитых районах на целинных землях. Это говорит о том, что освоение и строительство новых рисовых систем связано с большими капитальными вложениями и лимитируется возрастающим дефицитом оро-

сительной воды и трудовых ресурсов.

Поэтому основным направлением дальнейшего увеличения производства риса является повышение технического уровня существующих рисовых систем путем их реконструкции. Работы по реконструкции не требуют больших дополнительных затрат на освоение реконструируемых систем. Кроме того, их освоение производится в кратчайшие сроки и без привлечения дополнительных трудовых ресурсов, что имеет особое значение для условий Южного Казахстана.

Несмотря на достаточно высокую эффективность работ по техническому совершенствованию существующих рисовых систем и ряд преимуществ, по сравнению с новым водохозяйственным строительством, работам по реконструкции до настоящего времени не уделяли должного внимания. Одной из причин, сдерживающих реконструкцию рисовых систем, являлось отсутствие научных разработок и рекомендации по этому вопросу.

В этой связи на Кзылкумском массиве были проведены многолетние комплексные исследования по изучению работы существующей конструкции рисовой оросительной системы, выявлению ее слабых сторон и разработки на этой основе первоочередных мероприятий по техническому ее совершенствованию, позволяющих интенсифицировать производство риса в рисосеющих хозяйствах.

Кзылкумский массив расположен в сложных почвенно-гидрогеологических условиях. Почвенный покров представлен лугово-сероземными почвами, сложенными в основном суглинками с незначительными прослойками супесей, глин и песков. Мощность покровной толщи изменяется от 0,5 до 3,0 м. Подстилающими породами служат мелкозернистые пески мощностью 20...80 м. Оросительная, дренажно-сбросная и коллекторная сеть на системе выполнена в виде открытых каналов в земляном русле.

Эксплуатация системы показала, что в последние годы отмечается активизация процессов выпада земель из сельскохозяйственного оборота вследствие их мелиоративного ухудшения, снижение урожайности риса на отдельных участках. Причем основное влияние на мелиоративное ухудшение земель, как показали исследования, оказывают большие фильтрационные потери из оросительной сети и недостаточная дренированность почв рисовых полей, обусловленная ненадежной работой открытой дренажно-сбросной сети.

Характерной особенностью Кзылкумской системы является

большая удельная протяженность оросительной сети, особенно последнего ее звена – картовых оросителей – до 25 п.м. (погонный метр) на 1 га. Фильтрационные потери из них составляют значительную величину, поскольку в большинстве случаев оросители своим дном вскрывают водопроницаемые грунты, по которым профильтровывавшаяся вода движется в сторону дренажно-сбросных каналов / 1,2 /, о чем свидетельствуют и наши наблюдения за уровнем грунтовых вод в створе картовый ороситель – дренажно-сбросной канал, показывающие, что горизонт воды в наблюдательных скважинах находится в прямой зависимости от уровня воды в оросителе. К тому же на рисовой карте вдоль ее длинной стороны, примыкающей непосредственно к оросителю, наблюдается восходящий фильтрационный поток из канала, ширина которого достигает 30...40 м. На этой полосе создаются неблагоприятные условия для роста и развития растений риса, урожайность здесь снижается на 10...40%. Таким образом, значительная фильтрация из картовых оросителей нецелесообразна. Она увеличивает нагрузку на дренаж, создает неблагоприятную в мелиоративном отношении обстановку на части рисовой карты.

Кроме этого, оросители в аридной зоне при поливе осветленной водой из водохранилищ сильно зарастают сорной растительностью, снижая их пропускную способность, и затрудняют подачу требуемого объема воды на рисовые чеки. Периодически проводимое окашивание для поддержания каналов в рабочем состоянии требует больших денежных затрат и отвлекает поливальщиков от их основной работы.

Устранение вышеперечисленных негативных явлений возможно путем строительства картовых оросителей в лотках. Многолетние наблюдения за работой таких каналов на опытном участке в рисовом совхозе "50 лет Октября" на Кылкумском массиве показали, что качественно построенная и правильно эксплуатируемая лотковая сеть практически ликвидирует фильтрационные потери из них, повышает эффективность использования оросительной воды, снижает эксплуатационные расходы и не ухудшает мелиоративное состояние почв на рисовых картах в прилегающей полосе.

Наиболее нуждающимся в реконструкции элементом Кылкумской рисовой системы является открытая дренажная сеть, которая из-за ряда объективных причин не справляется с возложенными на

нее обязанностями поддержания благоприятного мелиоративного состояния почв на полях, занятых культурами рисового севооборота, вследствие снижения их дренажного действия. Основными причинами снижения дренажного действия является выполнение систематическими дренами функций и сбросной сети, обрушение на отдельных участках откосов, заиление дна и зарастание сорной растительностью.

Для поддержания в работоспособном состоянии дренажной сети на Кылкумской рисовой системе приходится очищать более 230 км каналов, затрачивая свыше 315 тыс.руб., (табл.).

Затраты на очистку коллекторно-дренажной сети в рисоводческих хозяйствах Кылкумского массива

Наименование хозяйств	Протяженность очистки, км	Объем очистки, тыс. м ³	Объем очистки I п.м. ³ , м ³	Общая стоимость очистки, тыс. руб.	Стоимость очистки I м ³ , руб.	Стоимость очистки I п.м., руб.
Восход	36,6	142,0	3,88	53,9	0,38	1,47
50 лет Октября	26,3	111,0	4,22	38,9	0,35	1,48
Комсомольский	37,7	150,0	3,98	53,0	0,35	1,40
Казахстан	51,7	186,0	3,60	59,6	0,32	1,15
Целинный,	50,4	157,0	3,12	52,8	0,34	1,04
Кылкумский	29,7	198,0	6,67	57,6	0,29	1,94
По массиву	232,4	944	4,25	315,8	0,34	1,41

Удельные показатели очистки в разрезе хозяйств колеблются от 3,12 до 6,67 м³/п.м., стоимость очистки I м³ — от 0,29 до 0,38 руб., I п.м. — 1,04...1,94 руб. Ежегодные эксплуатационные затраты на очистку, как правило, превышают 12% их строительной стоимости. Механизированная очистка с доведением глубины открытых дрен до проектных отметок не везде дает желаемый результат, так как на многих участках, после затопления рисовых чеков, очищенные каналы вновь оплывают и заиливаются. Дренажный модуль их уменьшается с 0,36...0,40 л/с га до 0,20...0,22 л/с га.

Такой дренаж не создает требуемой дренированности почв рисовых полей в течение вегетационного периода и своевременного снижения грунтовых вод для проведения механизированной уборки риса, а в межвегетационный период и при возделывании сопутствую-

щих культур не поддерживает уровень грунтовых вод на глубине, предотвращающей вторичное засоление и обеспечивающей оптимальный мелиоративный режим почв для благоприятного протекания окислительно-восстановительных процессов в зоне аэрации, в результате чего снижаются урожаи риса и сопутствующих культур / 3,4,5 /.

Для получения высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур рисового севооборота на Кзылкумском массиве необходимо повысить степень дренированности земель и оптимизировать водоотведение с полей орошения. Исследования в этом направлении показывают, что одним из путей выполнения указанных требований является сокращение междренних расстояний существующей сети, что приведет к целому ряду нежелательных явлений: снизится производительность сельскохозяйственных машин, увеличатся непроизводительные потери воды, уменьшится коэффициент земельного использования системы, возрастут затраты на эксплуатацию. Другой и наиболее рациональный путь создания необходимой дренированности почв на рисовой системе – это применение более совершенных видов дренажа (закрытого горизонтального или вертикального): их строительство не потребует переустройства существующей оросительной сети, рисовых карт и чеков.

При обосновании параметров дренажа основное значение имеет вопрос обоснования требуемой дренированности почв рисовых полей и соответствующего ей модуля дренажного стока, оптимальной величиной которого следует считать минимальный объем дренажных вод, при котором обеспечивается создание благоприятных водного, солевого, питательного, воздушного и теплового режимов почвогрунтов, что в конечном итоге гарантирует получение планируемых урожаев / 4,5 /.

Установленная на опытно-производственных участках закрытого горизонтального и вертикального дренажа зависимость между рассолением почвогрунтов зоны аэрации и дренажным модулем показывает, что его оптимальные значения лежат в диапазоне 0,5... 0,7 л/с га (рис. I). При уменьшении модуля дренажного стока относительно указанных пределов происходит недостаточное рассоление почвогрунтов, а при увеличении – перерасход поливной воды и необоснованный рост оросительной нормы риса.

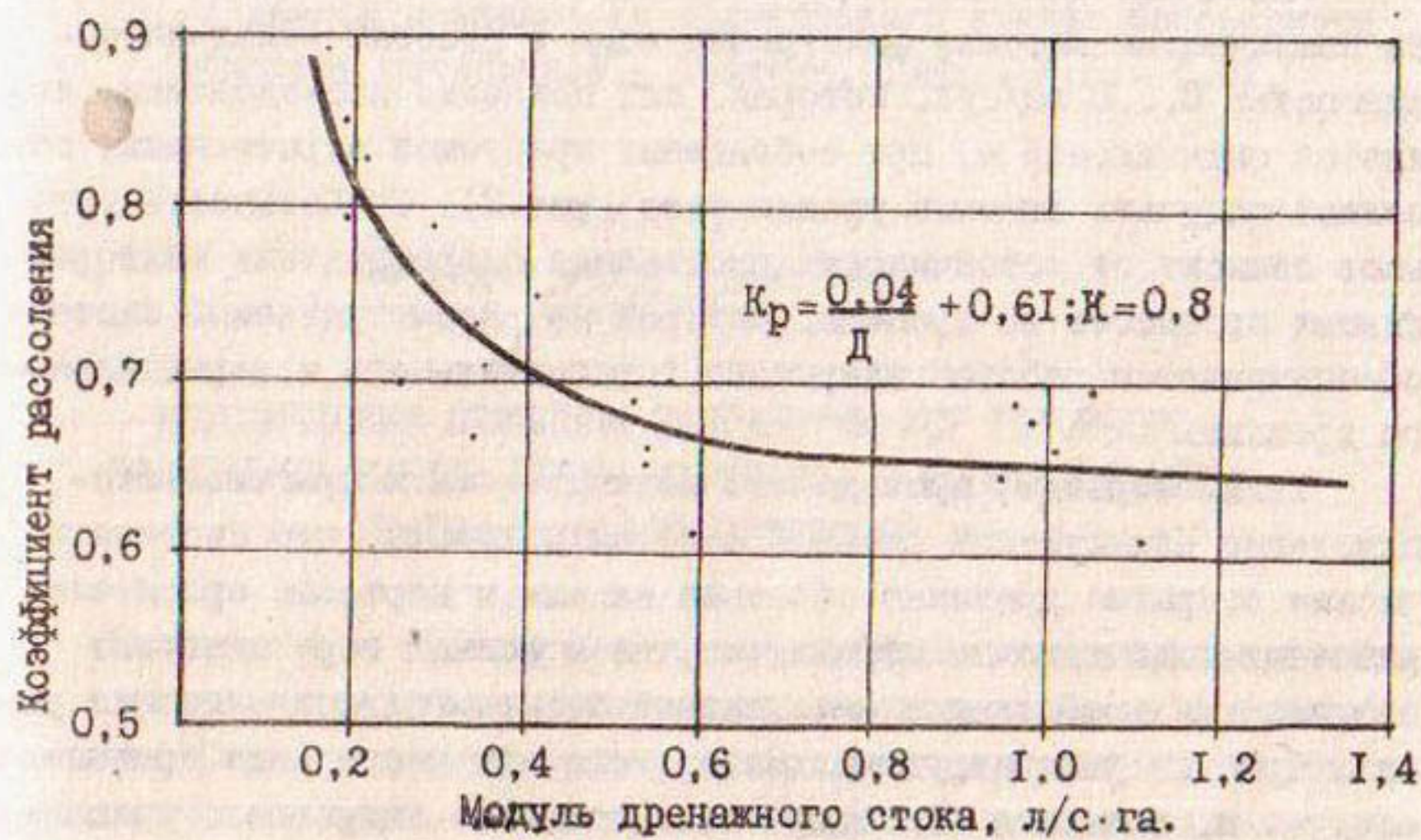


Рис.1. Зависимость коэффициента рассоления почв от модуля дренажного стока

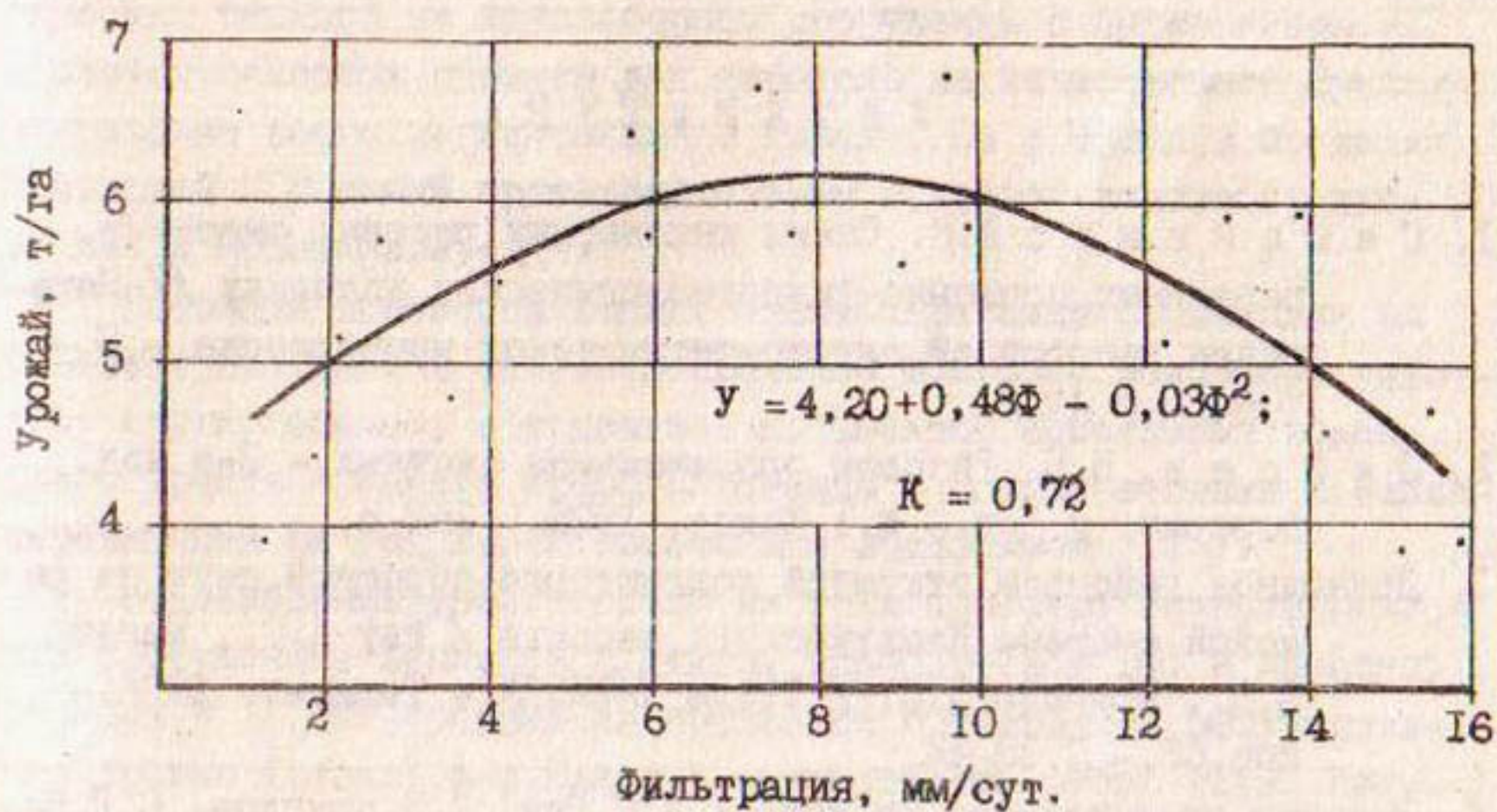


Рис.2. Зависимость урожая риса от расхода воды на фильтрацию

Указанные значения модуля дренажного стока обеспечивают на Кылкумском массиве фильтрацию воды в рисовых чеках интенсивностью 6...8 мм/сут, которая, как показали исследования, является оптимальной и, при соблюдении требуемой агротехники, позволяет получать высокие урожаи риса (рис.2). Стабильность урожаев зависит от устойчивости протекания благоприятных мелиоративных процессов во времени, которая на рассматриваемой системе обеспечивается работой закрытого горизонтального и вертикального дренажа.

Таким образом, проведенные исследования и практика эксплуатации Кылкумской рисовой системы показали, что систематические открытые дренажно-сбросные каналы и картонные оросители работают недостаточно эффективно, не в полной мере отвечают современным требованиям интенсивной технологии возделывания риса и требуют реконструкции. Выбор того или иного вида дренажа следует проводить в зависимости от почвенно-гидрогеологических условий реконструируемых участков системы, а выбор оптимального варианта реконструкции в целом — на основе технико-экономического расчета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А.И. Схемы инженерных рисовых систем в различных почвенно-гидрогеологических условиях // Материалы всесоюзной научно-технической конференции. — М., 1964. — С.47-51.
2. Зайцев В.Б. Рисовая оросительная система. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1975. — 352 с.
3. Дренажное действие открытой коллекторно-сбросной сети на рисовой системе Кылкумского массива / Рау А.Г., Магай С.Д., Круглов Л.В. // Труды ТИИМСХ. — Ташкент, 1974. — Вып.66. — С.38-44.
4. Рисовая оросительная система / А.Г.Рау, Л.В.Круглов, С.Д.Магай и др. — Джабул: Облтипография, 1982. — II с.

5. Магай С.Д. Критерий оценки мелиоративного состояния почв рисовых полей и получения высоких урожаев риса // Тезисы докладов УП делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. - Ташкент, 1985. - 4.5. - С.82.

С.И.Купц

кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ АСУ ГОЛОВНОГО ВОДОЗАБОРА КАНАЛА ИРТЫШ-КАРАГАНДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

Надежность и эффективность эксплуатации головных водозаборов определяет заданную ритмичность водоподачи по магистральным каналам. Система диспетчерского управления комплексом гидротехнических сооружений, каковым является крупный машинный канал, выполняет основные задачи по разработке режимов транспорта воды. На современном этапе она немыслима без применения электронных вычислительных машин. Оперативная разработка и контроль технологических режимов на водозаборном сооружении с применением АСУ является исходным рубежом для перехода на качественное функционирование всего магистрального канала. На р.Иртыш в пределах Казахской ССР самый производительный головной водозабор имеет канал Иртыш-Караганда.

Головной водозабор канала Иртыш-Караганда расположен на р.Белая, являющейся основной протокой р.Иртыш. Водозабор действует круглогодично, обеспечивая постоянное наполнение водой всего тракта - канала Иртыш-Караганда - в соответствии с запланированными на год характеристиками водоподачи / I /.

Водозаборный узел состоит из трех основных гидротехнических сооружений: земляной плотины, водосброса № 106 и насосной станции № 1. Эти сооружения позволяют производить регулирование уровня (стока) в р.Белая и осуществлять отбор воды. Величина расхода воды, забираемой насосной станцией, в годовом цикле меняется от 16...19 до 48...57 м³/с. Она зависит от плановых характеристик на требуемый календарный период, от техни-

ческого состояния насосного оборудования, от специальных эксплуатационных режимов. Градации забираемого расхода воды определяются количеством работающих насосов: на насосной станции № I установлено 4 агрегата с производительностью каждого 16... 19 м³/с.

Водность подводящей протоки у головного водозабора довольно изменчивая. В естественных условиях, до создания водозаборного узла, минимальный расход протоки в осенне-зимнюю межень составлял 4...6 м³/с. В эксплуатационных условиях (путем регулирования стока и выполнения комплекса дноуглубительных работ по повышению пропускной способности русла) минимальный расход повысился до 27 м³/с (в зимний период) и 40 м³/с в летний период. В условиях прохождения минимального стока водоотбор головным водозабором лимитируется фактическими расходами воды в реке.

Расходы воды р.Белая находится в прямой зависимости от водности основной реки (Иртыш), расходные характеристики которой определяются величиной сбросов из Бухтарминского водохранилища и некоторым увеличением стока по длине реки за счет впадения горных алтайских рек на участке между Усть-Каменогорской ГЭС и г.Семипалатинск. Располагая сведениями о фактических расходах р.Иртыш по верхним гидрометрическим створам, можно осуществлять прогнозирование водности р.Белая с заблаговременностью 5...7 суток, что позволяет рационально планировать и оперативно управлять работой головного водозабора. Решение этих вопросов позволит получить значительный эффект за счет рационального использования всех сооружений водозаборного узла, более оптимального отбора воды из протоки, снижения количества переключений насосов и снижения амплитуды изменений уровней в отводящем канале № 32.

Методика прогнозирования стока р.Белая в створе головного водозабора базируется на расчетах неустановившегося движения воды. Исходной информацией в данном случае будут: а) уровни (расходы) по гидрометрическим и водомерным постам на р.Иртыш (Шульба, Семипалатинск, Семейское); б) расходы сбросов из Усть-Каменогорского водохранилища; в) уровни (расходы) по постам на крупных реках, впадающих в Иртыш (р.Уба, р.Ульба); г) уровни

(расходы) р.Белая (посты Кызылкураминский и нижний бьеф водосброса № 106).

Расчеты поступления воды к головному водозабору могут быть выполнены по методам Калинина-Милокова, Маскингам и другим упрощенным методам / 2 /. Применительно к конкретному створу - насосной станции № I канала Иртыш-Караганда - они будут вполне удовлетворять эксплуатационную организацию (Предприятие по эксплуатации канала), так как полученные результаты в целом могут иметь высокую оценку оправданности. Что касается всех водопотребителей по Иртышу в границах Павлодарской области, то, несомненно, качественней будет методическая база расчетов движения воды на основе полных уравнений Сен-Венана. Строгие методы расчета позволяют оценивать характер трансформации попусков для каждого водозабора, для каждого конкретного створа / 3 /.

В процессе подготовки АСУ надлежит произвести выбор и обоснование наиболее рационального и точного варианта прогнозирования расходов и уровней воды в р.Белая. Водность Белой определяется расходами (уровнями) воды в р.Иртыш, которые, в свою очередь, находятся в зависимости от поступления воды из верхнего бьефа Усть-Каменогорского водохранилища (сбросы) и увеличения стока за счет боковой приточности. На формирование волн попусков оказывают влияние случайные и планируемые расходы воды. Кроме указанных причин, водность протоки Белая во многом определяется эффективностью ежегодных дноуглубительных работ на истоке протоки, проводимых с целью повышения ее пропускной способности. Следовательно, при составлении методики прогнозирования стока р.Белая необходимо руководствоваться данными о фактическом распределении стока между рукавами р.Иртыш (на истоке Белой) и пропускной способности протоки.

Разработка мероприятий по поддержанию оптимальных режимов работы головного водозабора (второе направление исследований) может быть осуществлена лишь при условии создания качественной и надежной методики прогнозирования расходов, а также в результате тщательного изучения и анализа существующих эксплуатационных режимов работы канала. При этом за основу принимаются конкретные цели, такие, как повышение водоотбора, срезка пика половодья, снижение динамических нагрузок на нижний бьеф и т.д. Выполнение этих работ проходит через следующие этапы: изучение и

обоснование мероприятий, апробация разработанного режима (мероприятия), внедрение разработанного режима. Конечный продукт исследований – диспетчерский график на реализацию конкретной оптимальной операции – разрабатывается и планируется на основе прогнозируемой величины водности реки, заданного режима (лимита) электроснабжения, плана водоподачи и состояния гидромеханического оборудования.

Примерные составные элементы задачи: прогноз притока воды к головному водозабору на конкретный срок, наиболее оптимальный режим работы насосной станции № I, принцип водорегулирования, продолжительность работы сооружений головного водозабора в заданном режиме, дополнительные операции для достижения побочного эффекта (рис. I).

Разработку модели оперативного управления головным водозабором целесообразно вести в двух направлениях, скомбинированных в одну математическую модель. Краткая логическая схема построения расчетов будет выглядеть в форме "прогноз-выполнение операции". Помимо этого, следует рассчитать обратную схему "планируемая операция – прогноз" и схему "прогноз – комплексное оптимальное управление работой головного водозабора". Программа должна быть содержательной, но, наряду с этим, упрощена для удобства в оперативном применении при управлении головным водозабором.

При реализации разработки АСУ головного водозабора канала Иртыш-Караганда с использованием гидрологических прогнозов достигается завершение и внедрение основных целевых вопросов:

1. Разработка методики прогнозирования расходов (уровней) р. Иртыш в условиях боковой приточности, потерь и перераспределения потока в протоках и на пойме.
2. Оценка водорегулирования головным водозабором.
3. Теоретическая схема оптимизации управления головным водозабором.

Значение разработок возрастает при решении АСУ следующих технологических задач: а) оптимальный пропуск весеннего половодья сооружениями головного водозабора; б) повышение качества водорегулирования по уточненным гидравлическим характеристикам водосброса № IO6 и тарифованным расходомерам; в) повышение эффективности использования и качества планирования электромеханического оборудования насосной станции; г) предупреждение за-

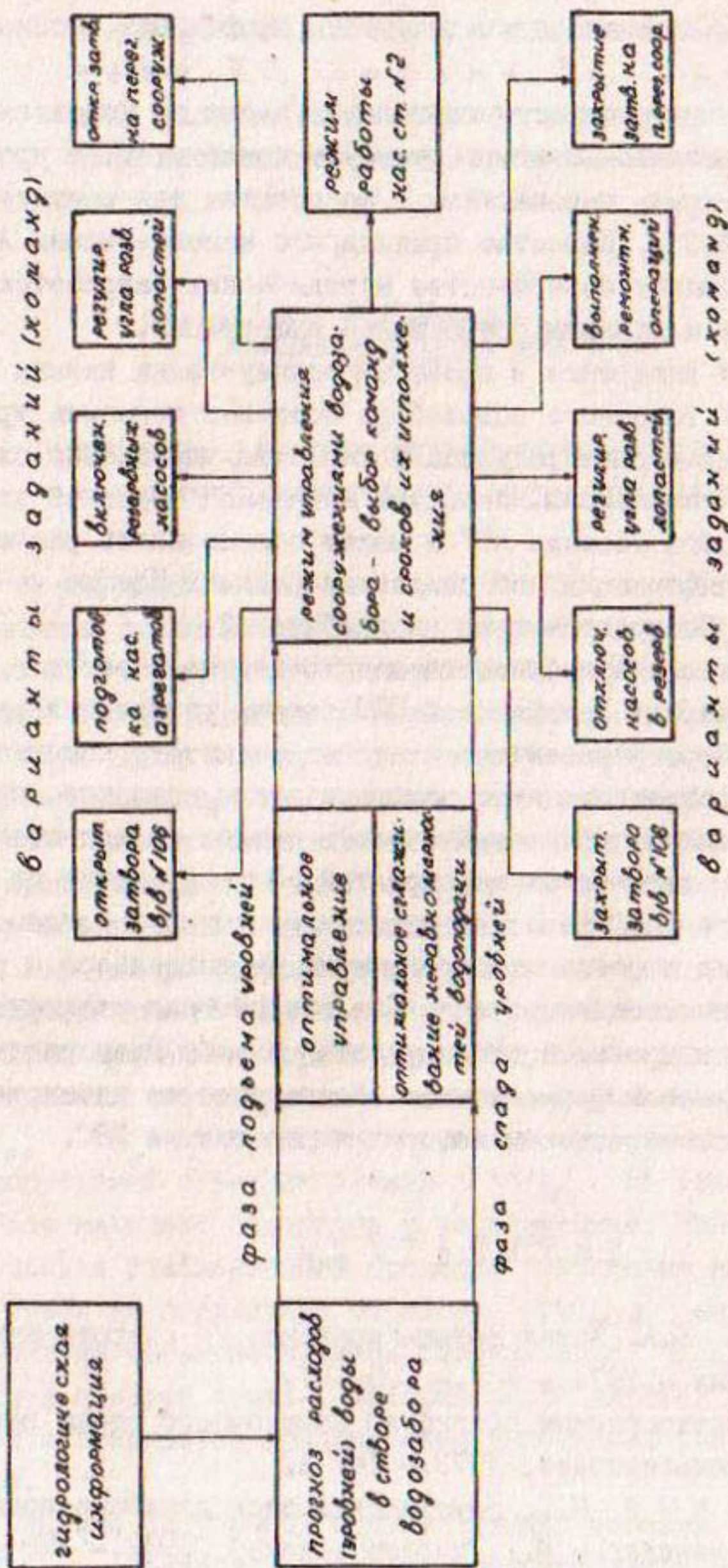


Рис. I. Фрагмент общей схемы оптимального управления работой головного водозабора канала Иртыш-Караганда

качки случайных загрязненных вод из р.Белая в канал. Для внедрения в АСУ перечисленных задач требуется проведение специальных исследований.

Постановка и решение оптимизационных задач по управлению Сырдарьинским ирригационно-энергетическим комплексом на уровне проектирования открыла перспективы и недостатки для эксплуатационных целей / 4,3 /. Качество прикладного использования АСУ зависит как от степени совершенства методических разработок, так и от качества и полноты оперативной информации.

Разработка и внедрение в практику эксплуатации канала Иртыш-Караганда АСУ головного водозабора позволит повысить уровень использования водных ресурсов и качество управления сложным водозаборным комплексом, послужит начальной позицией для полного охвата всего каскада АСУ и может обеспечивать расчетной оперативной информацией об ожидаемых режимах Иртыша всех заинтересованных Павлодарских водопотребителей.

После заполнения Шульбинского водохранилища и ввода в эксплуатацию I-ой очереди Шульбинской ГЭС задача управления работой головного водозабора упростится: качество расчетов, несомненно, возрастет из-за сокращения пути движения волны пусков, правда, при этом снизится заблаговременность сроков на подготовку и проведение технологических мероприятий. В этом случае на передний план обеспечения качества управления выходит согласованность планирования и реальных мероприятий на водозаборе с режимом работы Шульбинского гидроузла. Для обеспечения указанной согласованности центральной диспетчерской службе Предприятия потребуется надежное информационное обеспечение по планируемым и фактическим характеристикам водорегулирования на ГЭС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнов Е.А. Канал Иртыш-Караганда // Гидротехника и мелиорация. - 1974. - № 7. - С.54-57.
2. Пособие по краткосрочным прогнозам паводочного стока рек. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 147 с.
3. Грушевский М.С. Неустановившееся движение воды в реках и каналах. - М.: Гидрометеиздат, 1982. - 288 с.

4. Архангельский Ю.А., Дунин-Барковский Л.В., Борщевский М.З., Гофштейн Л.С., Зорина Э.С., Сирота А.И. Методика расчета оптимального режима управления Сырдарьинским ирригационно-энергетическим комплексом // Водные ресурсы. - 1975. - № 1. - С.20-29.

Р.К.Кромер
кандидат технических наук
(ДГМСИ)

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ДЕФИЦИТЕ ВОДЫ

В условиях постоянного роста орошаемых площадей в Южном Казахстане усложняется работа водозаборных гидротехнических сооружений горно-предгорной зоны, что связано с резким повышением степени отбора воды из источников питания. Отсутствие соответствующего опыта эксплуатации гидротехнических сооружений в условиях периодической аккумуляции наносов в верхнем бьефе побудило провести данные эксперименты. Опыты проводились на модели Нижне-талгарского водозаборного сооружения по специальной методике, общие положения которой излагались в работе / 1 /.

Как уже ранее было установлено лабораторными и натурными исследованиями / 2 /, весь процесс занесения подпорных бьефов делится по времени на три стадии. Первая стадия характеризуется безнаносным забором воды в течение допустимого времени занесения $t_{дон}$. За этот промежуток времени в верхнем бьефе накапливается допустимый объем занесения $W_{дон}$. Во второй стадии часть наносов начинает поступать в водоприемник. Конец данной стадии отмечается стабилизацией процесса накопления наносов в подпорном бьефе до предельных объемов $W_{пред}$ за период времени, получивший название времени стабилизации $t_{стаб}$. За второй стадией следует третья, которая может длиться неограниченное время и отличается прекращением накопления наносов в верхнем бьефе.

Анализ полученных опытных данных показал, что величина $W_{дон}$, являющаяся главной характеристикой заносимого бьефа,

зависит в общем случае от расхода воды в реке Q , концентрации донных наносов в естественном русловом потоке ρ и коэффициента водозабора α_s , причем с увеличением указанных параметров величина допустимого объема неуклонно растет.

Коэффициент водозабора оказывает определяющее влияние на величину подпора от сооружения в створе плотины. Поэтому интерес представляет оценка влияния величины подпора ΔH на характеристику $W_{дон}$. Для изучения этого вопроса были проведены специальные серии опытов при постоянном расходе воды в подводящем русле. Величина подпора ΔH определялась в створе оголовков бычков плотины как $\Delta H = H - h$, где H — рабочий напор на перегораживающей плотине; h — средняя глубина потока в естественном русле реки. Графическая интерпретация результатов этих опытов показана на рис. 1. Из графика хорошо видно, что с ростом концентрации донных наносов в русловом потоке аккумулярующая способность верхнего бьефа по характеристике $W_{дон}$ значительно улучшается. Так, например, при возрастании концентрации донных наносов в русловом потоке всего на 0,5 г/л объем накопленных в верхнем бьефе наносов увеличивается почти в два раза (при $\Delta H = 2$ см). Помимо этого, из рисунка также видно, что с повышением величины подпора приращение объемов отложений в гряде интенсивно нарастают. Это позволяет сделать важный для практики эксплуатации гидроузла вывод о том, что в период прохождения по горной реке паводка, когда концентрация донных наносов в русловом потоке резко возрастает, в подпорном бьефе задерживается, при всех прочих равных условиях, большее количество наносов.

Результаты лабораторных экспериментов показали, что высота гребня, по мере занесения подпорного бьефа, растет в первой стадии занесения и достигает своего максимального значения к моменту начала поступления донных наносов в водоприемник, т.е. к времени допустимого из условия безнаносного водозабора. После этого момента, за счет массового завлечения наносов в магистральный канал либо в промывные отверстия плотины, происходит усиленная сработка фронта гряды, и высота ее резко уменьшается, образуя на графике зависимости характерный скачок (рис. 2).

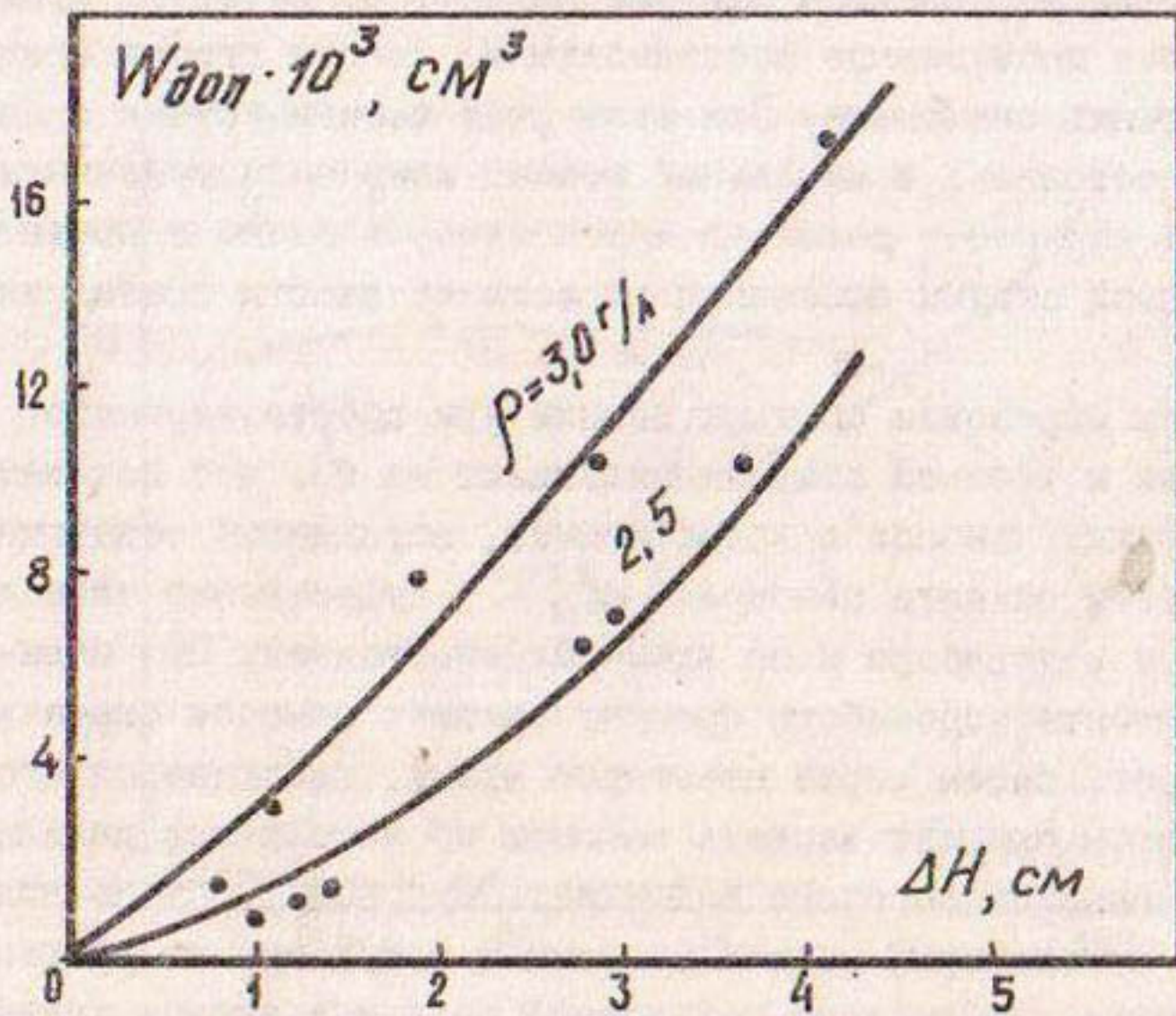


Рис. 1. График зависимости $W_{дон} = f(\Delta H)$

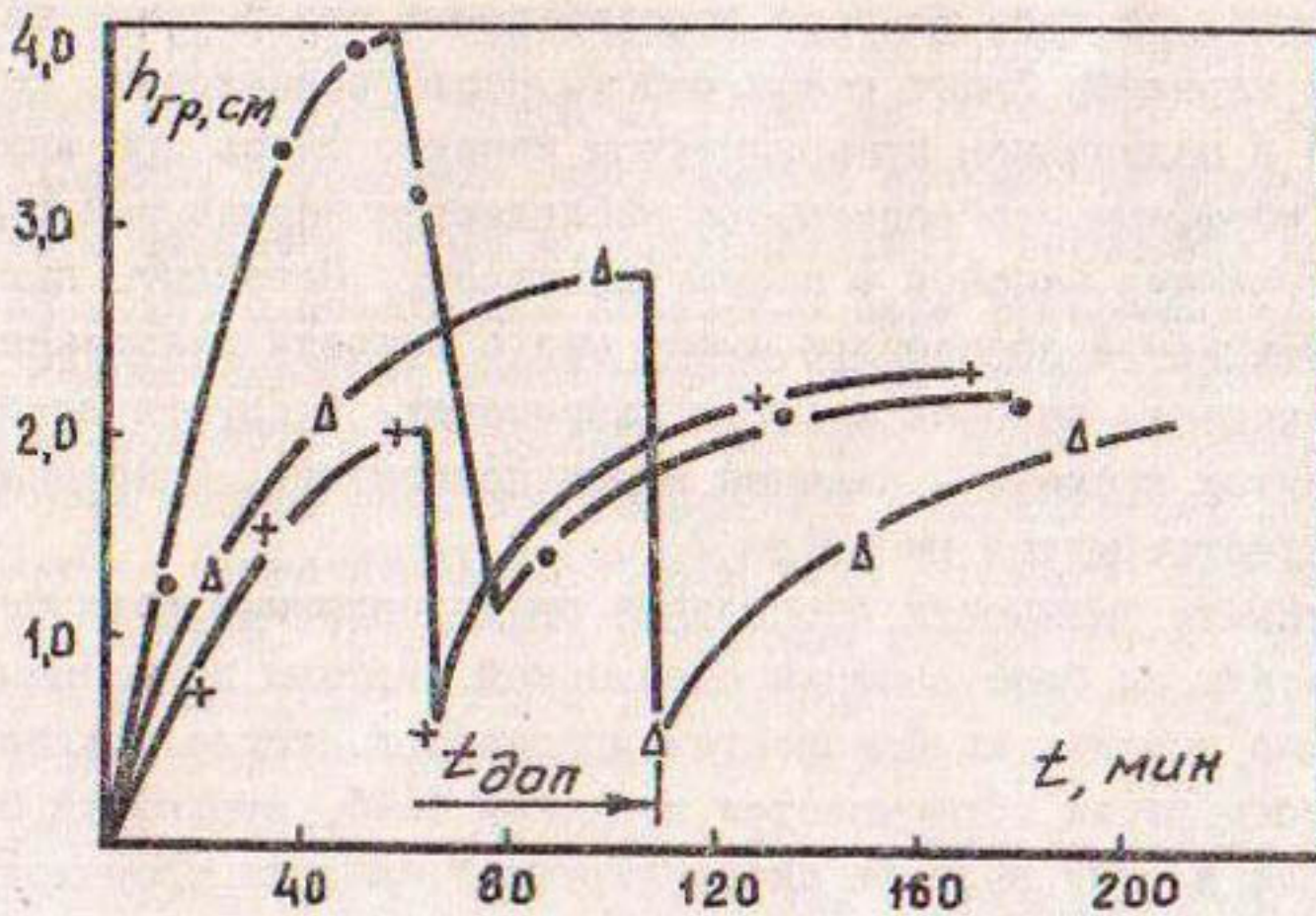


Рис. 2. Изменение высоты фронта гряды по времени занесения

Однако вследствие постоянного притока наносов из бытового русла реки наблюдается постепенное восстановление высоты гребня гряды примерно в прежних значениях. При этом рост высоты гребня гряды по времени непостоянен: в начальный момент занесения указанная характеристика нарастает довольно интенсивно, а ближе к моменту завершения первой стадии занесения нарастание высоты гребня затухает.

Результаты обработки опытных данных при работе верхнего бьефа во второй и третьей стадиях указывают на то, что показатель поступления донных наносов в водоприемник, выражаемый общепринятым коэффициентом захвата наносов α_n , существенно зависит от коэффициента водозабора и по времени непостоянен. При повышенном коэффициенте водозабора процент захвата наносов сначала резко возрастает, затем через некоторое время, наблюдается его падение. При этом процент захвата наносов по абсолютной величине достигает довольно высокого значения: 30...40%. Попутно надо отметить, что в некоторых опытах указанное затухание отсутствовало, и, напротив, наблюдался неуклонный рост завлечения донных наносов в магистральный канал.

При малых коэффициентах водозабора была зафиксирована в подводящем русле в подавляющем большинстве случаев тенденция падения процента захвата наносов водозаборными отверстиями во времени. Иной характер имеет режим работы пескогравиеловки, расположенной в подводящем криволинейном канале. Здесь при высоких величинах коэффициента водозабора наблюдается неуклонный прирост поступления наносов в пескогравиеловку. Наоборот, при снижении коэффициента водозабора имеет место сначала стабильная величина завлечения наносов в пескогравиеловку, а спустя некоторый промежуток времени — падение этого показателя. Описанная картина иллюстрируется рисунком 3.

Попытаемся физически обосновать представленные количественные результаты на базе анализа физической картины занесения. При недостаточно высоких коэффициентах водозабора, когда большая часть речного стока сбрасывается в нижний бьеф, занесение подводящего русла в силу малости аккумулирующей емкости происходит чрезвычайно скоротечно во времени. Как только гряда наносов подойдет к порогу криволинейного канала, происходит поступление в него донных наносов. Начиная с данного момента времени, как об

этом уже указывалось выше, наступает вторая стадия занесения.

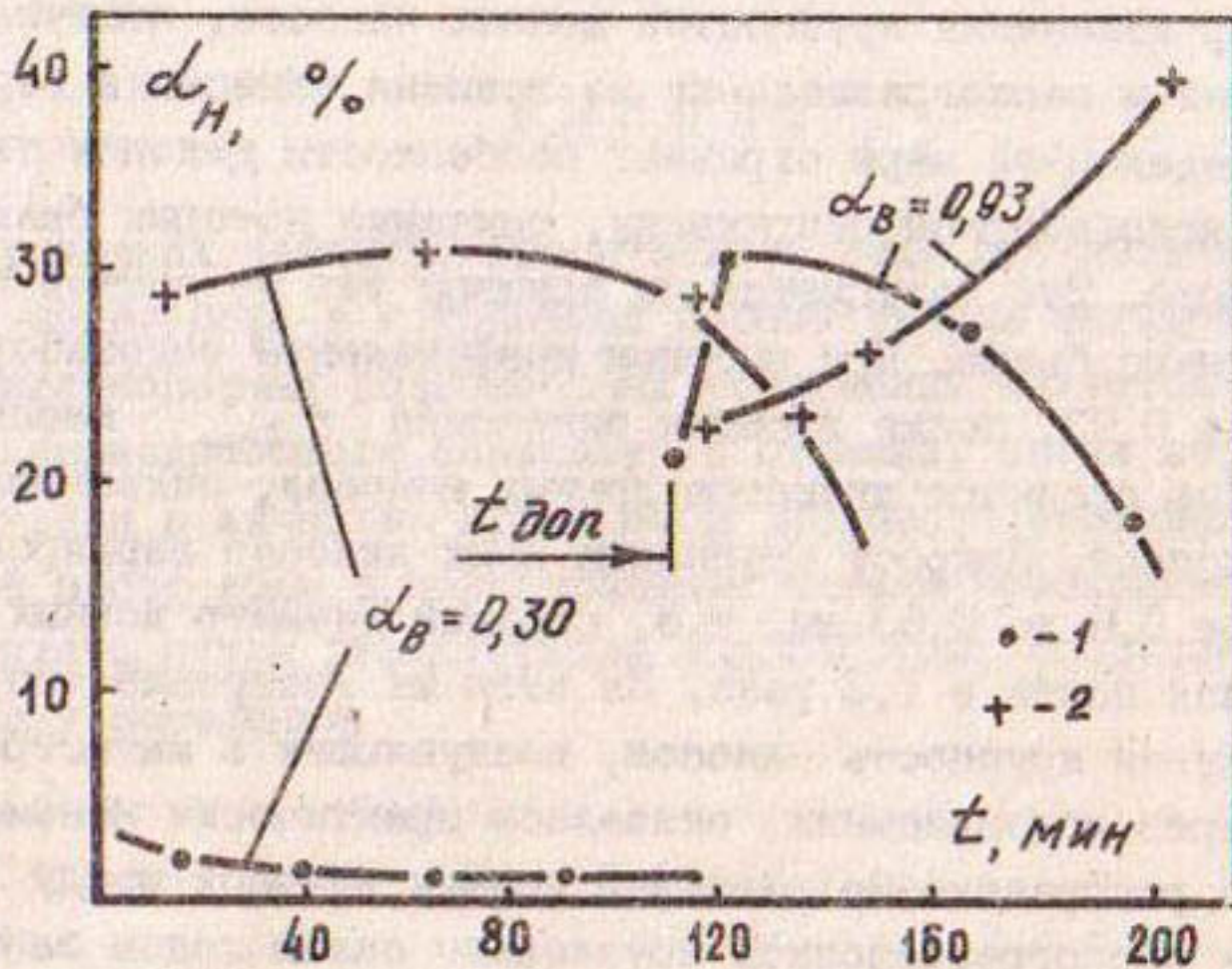


Рис.3. График изменения коэффициента захвата наносов водоприемника и пескогравиеловки:

I — водоприемник; 2 — пескогравиеловка

По мере накопления наносов в верхнем бьефе усиливается и промывающая способность открытых сбросных отверстий перегораживающей плотины. В условиях непрерывного сокращения аккумулирующей емкости верхнего бьефа и, следовательно, повышения местных скоростей водного потока эти отверстия сами превращаются в своего рода наносозахватную конструкцию: донные слои потока при истечении из-под затвора отвлекают наносы от порога водоприемника. Особенностью забора воды при повышенных коэффициентах водозабора являются незначительные сбросы воды в нижний бьеф или их полное отсутствие. Только что описанный донный поток, отвлекающий наносы от входного порога водоприемника, отсутствует. Поэтому в этих условиях практически все наносы, при работе во второй и третьей стадиях, поступают в магистральный канал. Однако положение изменяется в связи с наличием в криволинейном подводящем канале пескогравиеловки. Ею перехватывается большая часть транспортируемых водным потоком донных наносов. Последним и

объясняется рост коэффициента захвата наносов для пескогравиеловки во временном интервале.

Характер изменения крупностей донных наносов, поступающих в водоприемник и пескогравиеловку во времени занесения верхнего бьефа, в определенной мере отражает особенности деления твердого стока на водозаборном сооружении, описание которых было подробно дано выше. Это поясняется на примере тех же опытов по занесению верхнего бьефа. При высоком коэффициенте водозабора, в данном случае 0,93, после времени занесения $t_{дон}$ имело место наращивание среднего диаметра донных наносов, захватываемых пескогравиеловкой. Прирост крупности этих наносов варьировал в пределах от 0,5 до 0,63 мм, т.е. средний диаметр донных наносов увеличился почти в 1,3 раза. На этом же интервале второй стадии занесения крупность наносов, поступающих в магистральный канал через водоприемник, оказалась практически неизменяющейся. Такое распределение размеров донных наносов между водоприемником и пескогравиеловкой обусловлено самим ходом занесения: как только в верхнем бьефе саккумулировался объем наносов

$W_{дон}$, в криволинейный канал, а следовательно, и в пескогравиеловку, начинают попадать наносы. Дальнейшее накопление наносов в подпорном бьефе приводит к повышению здесь транспортирующей способности речного потока, что в условиях отсутствия сбросов в нижний бьеф дает начало усиленному поступлению донных наносов в водоприемные отверстия. Пескогравиеловка, устроенная в виде траншеи, способствует попаданию в нее наносов из придонных слоев, содержащих более крупные фракции, и поэтому кривая зависимости средних диаметров наносов растет по времени.

При незначительной величине коэффициентов водозабора, для условий рассматриваемого опыта — 0,30, аналогично, по той же причине, наблюдается увеличение среднего диаметра донных наносов во временном интервале, попадающих в пескогравиеловку. Прирост крупности, как и в предыдущем опыте, составлял около 1,3, однако в абсолютном выражении средние диаметры наносов оказались несколько меньшими, в среднем, в 1,2 раза. Средний диаметр наносов, увлекаемых в магистральный канал через отверстия водоприемника, уменьшается по времени. Последнее предопределяется тем обстоятельством, что при сбросе части водного потока в нижний бьеф вместе с ним смываются более крупные фрак-

ции донных наносов, в то время как в отверстия водоприемника попадает мелкофракционная часть твердого стока.

ВЫВОДЫ

В условиях дефицита оросительной воды при высоких коэффициентах водозабора в источниках перспективным методом эксплуатации низконапорных водозаборных сооружений является перевод их в режим периодического занесения и промыва, когда верхний бьеф используется в качестве временного руслового отстойника. Безнасосный забор воды в магистральные каналы необходимо при этом обеспечивать путем эксплуатации водозаборных сооружений в первой стадии занесения.

ЛИТЕРАТУРА

1. К р о м е р Р.К. Некоторые результаты лабораторных исследований процесса занесения низконапорных подпорных бьефов. — М., 1979. — (Сб. науч. тр./МГМИ, т.62, с.61-66).
2. К р о м е р Р.К. Кинематика гряды занесения в верхнем бьефе водозаборного гидроузла. — М., 1981. — (Сб. науч. тр. МГМИ, т.69, с.66-72).

С.К.Карлыханов
инженер
(ДГМСИ)

О.Б.Шевченко
кандидат физико-математических наук
(Союзгипроводхоз)

ВОПРОСЫ ТРАНСПОРТА НАНОСОВ НА КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ ЗЕМЛЯНЫХ КАНАЛОВ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

Одна из проблем эксплуатации мелиоративных каналов – это обеспечение транспорта наносов по каналу, борьба с заилением, в результате которого может произойти обмеление канала, его расширение, потеря пропускной способности, нарушение устойчивости и пр.

Обычно при расчете канала скорость потока в нем назначается такой, которая обеспечивает ограниченный транспорт наносов. Однако возможны случаи поступления в канал избыточного количества наносов, которого поток не может транспортировать, что приводит к необходимости проведения очистных работ. Один из источников поступления наносов в канал – размыв берегов, связанный с воздействием волнения или деформациями проектного сечения под действием поступательного потока, происходящими в начальный период эксплуатации канала или после его реконструкции. Источником поступления наносов может также являться водоток, пересекающий его. Для каналов, проходящих через пустынные и полупустынные зоны, нужно принимать во внимание также поступление в канал золотого переноса.

Каналы обычно проектируются прямолинейными. Наличие криволинейного участка допускается при необходимости поворота трассы, на угол поворота накладываются определенные ограничения. Однако еще давно было отмечено, что поток в криволинейном русле может транспортировать большее количество наносов, чем в прямолинейном, благодаря наличию в нем циркуляционных течений. Метод увеличения расхода переносимых потоком наносов путем создания искусственной поперечной циркуляции подробно рассматривался в трудах А.И.Лосиевского, Н.С.Лелявского, М.В.Потапова / I /. Конструкции для создания искусственной поперечной циркуляции испытывались в натурных условиях и давали положительный эффект. Приме-

нение ВНИИГимом на канале Таш-Сака поверхностных щитов для регулирования режима наносов дало эффект увеличения концентрации наносов в канале ниже щитов, в первое время после их установки, до 12% / 2 /.

В настоящей работе сделана попытка использовать криволинейный канал для транспортирования наносов при их избыточном поступлении в некоторый створ канала. Для этого была проведена серия опытов, в которых исследовались русловые деформации в канале при избыточном поступлении наносов, а также некоторые черты механизма транспорта наносов в криволинейном русле.

Опыты проводились в лаборатории, в лотке размером 23 x 4 м, заполненном мелким песком со средней крупностью частиц 0,2 мм. В песке, уложенном с уклоном $i = 0,0011$, было проложено криволинейное русло трапециевидального сечения, которое после пропуска в течение 58 часов постоянного расхода воды $Q = 8,9$ л/с приняло форму с характерным асимметричным сечением на криволинейных участках. Уклон поверхности воды поддерживался постоянным. Опыт продолжался до тех пор, пока не сформировалось устойчивое русло, которое характеризовалось затуханием размыва в ширину и стабилизацией поперечных сечений (рис. I). Радиус кривизны русла на поворотах составлял $r = 7B$, B — ширина устойчивого русла, а расстояние между вершинами излучин $l = 9B$. Русло характеризовалось следующими параметрами: $B/h_{cp} = 13,3$, $B/h_{max} = 7,6$, коэффициент гидравлического сопротивления $\lambda = 8 g/c^2 = 0,21$, коэффициент шероховатости $n = 0,033$, где h_{cp} и

h_{max} — соответственно средняя и максимальная глубины потока. В канале имелся развитый грядовой рельеф. Отношение средней скорости к неразмывающей V/V_0 составляло 1,26; неразмывающая скорость рассчитана с учетом грядового рельефа по формуле Г.И. Шамова $V_0 = 3,83 d^{1/3}/h_{cp}^{1/6}$, где d — средний диаметр частиц грунта. Сравнение с параметрами прямолинейного устойчивого русла, сформированного при том же расходе и уклоне, показывает, что ширина криволинейного канала меньше ($B_{кр}/B_{пр} = 0,95$), а гидравлическое сопротивление больше ($\lambda_{кр}/\lambda_{пр} = 1,3$).

Измерение расхода донных наносов производилось с помощью специальных ловушек, установленных в конце модели. Расход наносов несколько изменялся в течение опыта. Среднее его значение при режиме, который характеризовался медленным расширением русла

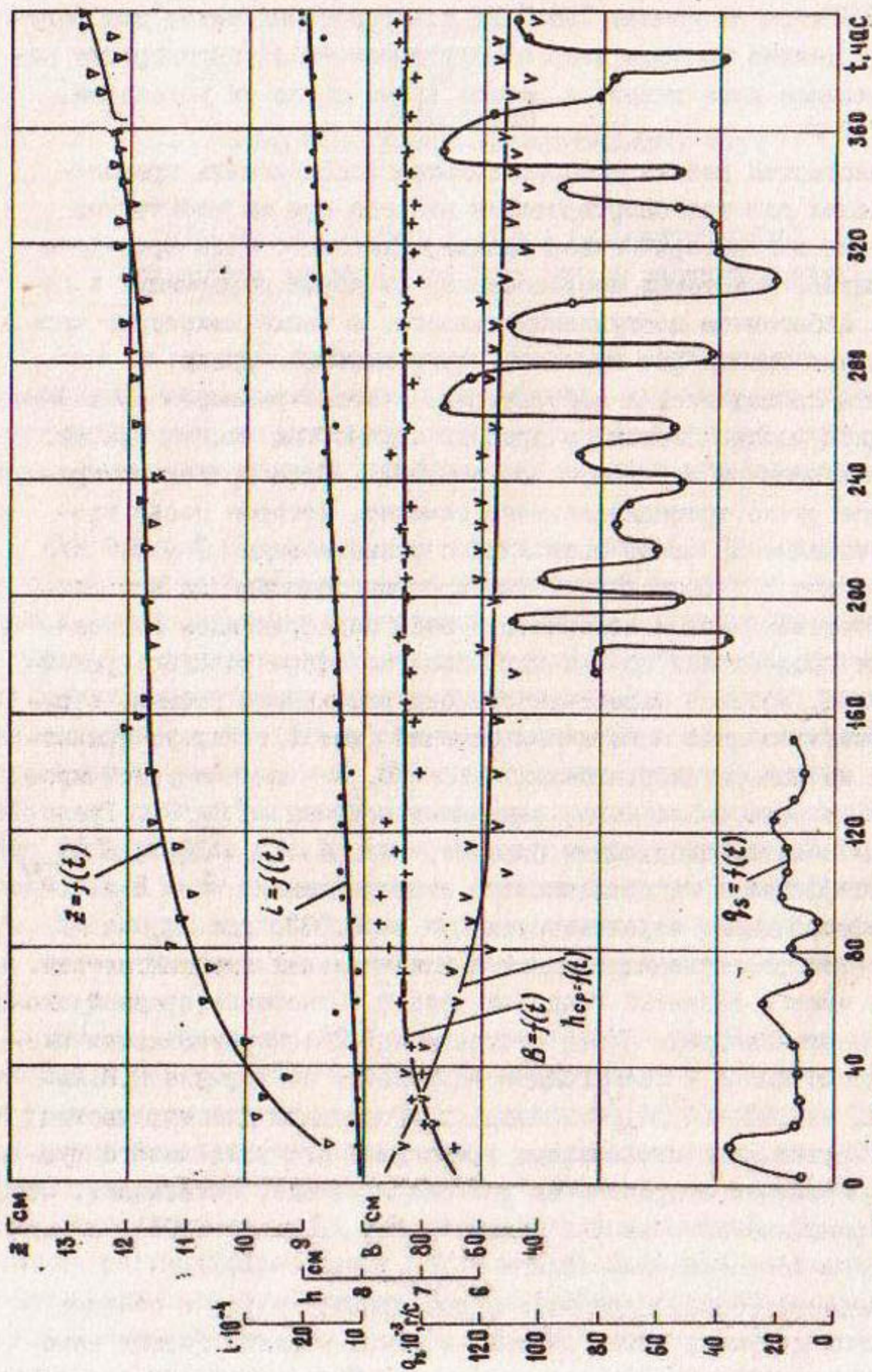


Рис. I. Изменение ширины русла (B), средней глубины потока (h_{cp}), уклона водной поверхности (l), средней отметки дна (z) и расхода донных наносов (Q_s) во времени

и слабым изменением гидравлических характеристик, т.е. при условиях, близких к стабилизации, составило $q_{s.0} = 0,018$ г/с. Наносы, скопившиеся в ловушках, возвращались в начало модели.

В дальнейшем откосы канала были закреплены, а в начальный створ подавался дополнительно из дозатора сухой песок. Общая продолжительность опыта составила 400 часов. Расход подаваемых дополнительно наносов в период с 58 до 240 часов от начала опыта был равен $1,7 q_{s.0} = 0,030$ г/с. Кроме того, при каждом осушении русла в начало модели непосредственно в русло укладывался во влажном состоянии песок, вынутый из ловушек. Поскольку расход наносов увеличивался после начала дополнительной подачи песка, увеличивалось и количество наносов, подаваемое в верховой створ русла. После увеличения расхода наносов произошла его стабилизация около среднего уровня $0,075$ г/с. Таким образом, максимальный суммарный расход наносов, подаваемый на модель, составлял $0,105$ г/с, т.е. $5,8 q_{s.0}$.

Сухие наносы подавались сосредоточенно в одном створе полосой шириной $0,3B$. Отметка воды в нижнем бьефе этой части опыта поддерживалась постоянной.

При дополнительной подаче наносов в русле начали образовываться крупные русловые формы, происходило увеличение уклона свободной поверхности, достигнувшее в описываемой части опыта значения на 45% больше начального. Прохождение крупных русловых форм через створ донных ловушек отражается на графике (рис.2) как значительные колебания расхода донных наносов.

Во время всего опыта велось наблюдение за уровнем дна канала. Для этого при каждом осушении русла снимались мерной иглой отметки по его оси с шагом 25 см по всей длине канала. За критерий, характеризующий способность потока транспортировать подаваемые в верхний створ наносы, была принята средняя отметка дна по оси канала. Постоянство этой отметки говорит об отсутствии заиления канала. Начавшееся в первый период времени после начала подсыпки поднятие средней отметки дна затем стабилизировалось. Время стабилизации этой отметки соответствует стабилизации среднего значения расхода донных наносов. И так, можно сказать, что русло "приспособилось" к транспортированию большего количества наносов.

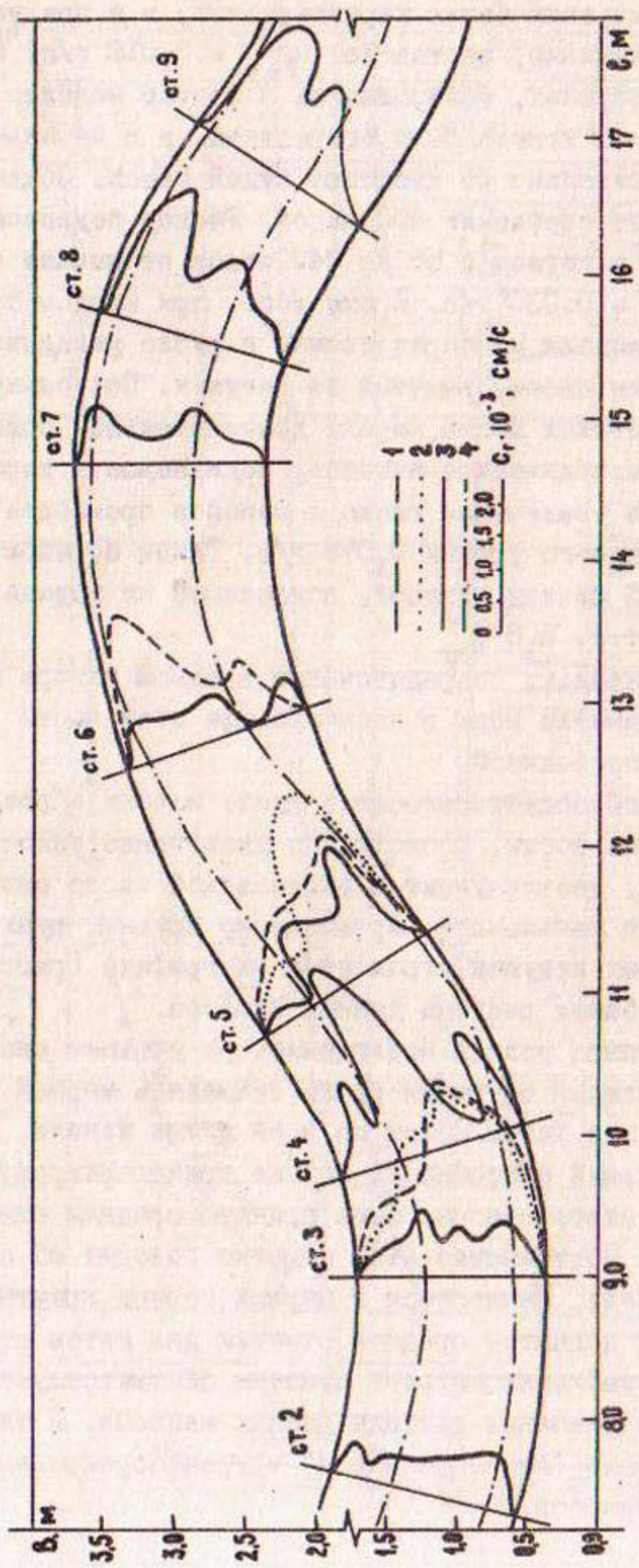


Рис.2. Плановые эпюры скорости гряд в характерных створах:

- 1 - 18 ч. 05 мин.
- 2 - 32 ч. 40 мин.
- 3 - 134 ч. 10 мин.
- 4 - полоса активного движения наносов

При дальнейшем увеличении расхода подаваемого в начало модели сухого песка до 0,059 г/с, начиная с 240 часов после начала опыта, наносы скапливались в месте подсыпки. Поток не справлялся с их переносом. В дальнейшем до конца опыта дополнительная подача производилась рассредоточенно на участке длиной 1 м вдоль берега канала. Суммарный расход сухого песка 0,050 г/с. После этого, так же, как и в предыдущем случае, произошла "подстройка" русла к переносу большего количества наносов. Происходило дальнейшее увеличение уклона поверхности воды (рис.2), незначительное, стабилизовавшееся затем, повышение средней отметки дна, увеличение расхода выносимых наносов. Причем, оно сопровождалось увеличением амплитуды изменений расхода, что свидетельствует о еще большем укрупнении донных русловых форм.

Характер движения донных наносов в криволинейном русле рассматривался в опыте, проведенном при том же расходе воды и начальном уклоне, что описан выше. Различие заключалось в том, что радиусы излучин были переменными по длине. Входная часть излучины (с углом разворота 30°) имела радиус $r = 7B$, выходная (с углом разворота 19°) — $r = 3,5B$. Подобное очертание криволинейного русла описано С.Т.Алтуниным / 3 / как свойственное для устойчивой формы излучины.

На рис.3 приведены результаты измерений скорости гряд по створам, расположенным на разных участках вдоль излучины. Прослеживается резкое увеличение скорости гряд на выходном участке излучины. Такая же картина наблюдалась и на второй излучине.

Оконтурив эпюры скорости гряд на некотором постоянном уровне (например $0,5 \cdot 10^{-3}$ см/с, что показано пунктирной линией на рис. 3) можно заметить, что движение наносов происходит по полосе, имеющей несколько меньшую кривизну, чем границы русла.

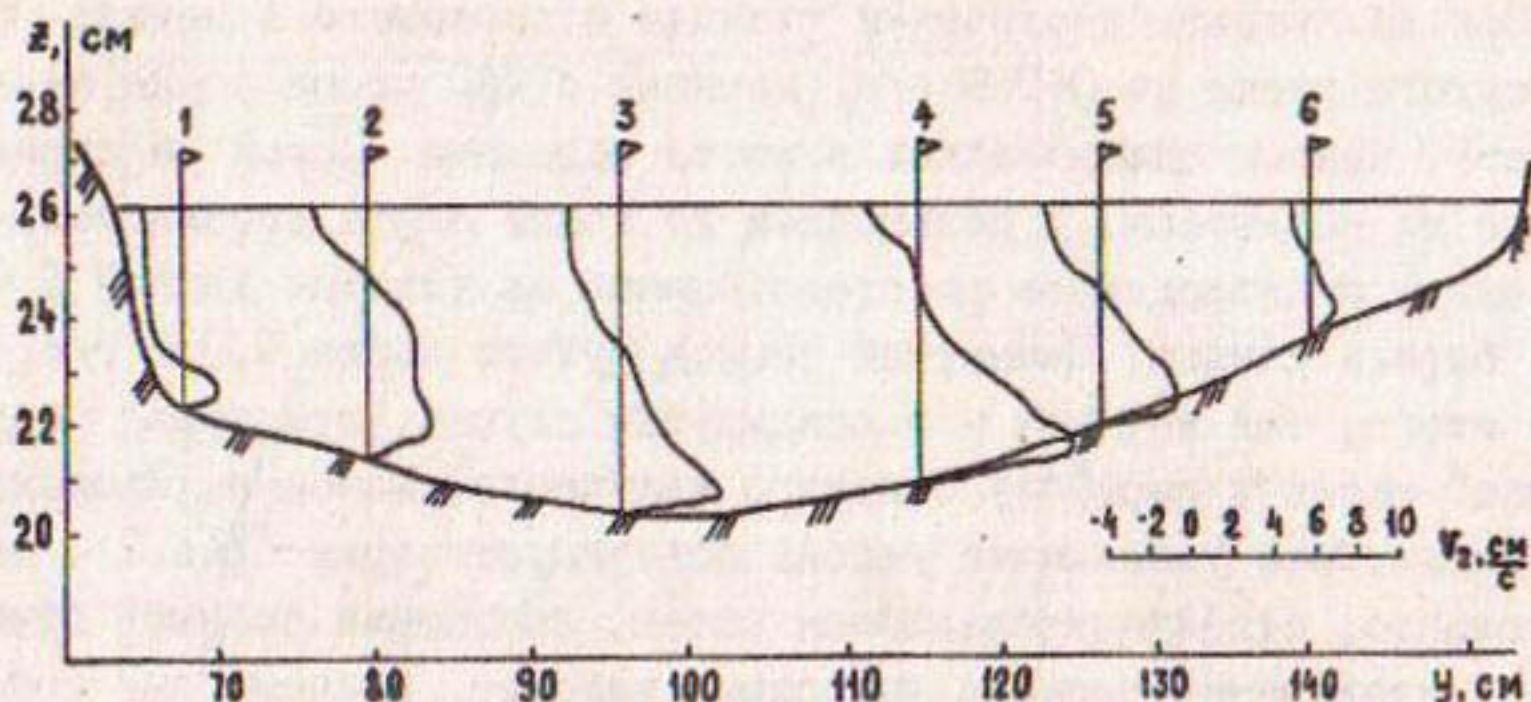


Рис. 3. Распределение поперечной составляющей скорости в вершине излучины (створ 3)

Для измерения скорости течения в криволинейном русле микровертушка была снабжена пластинкой, свободно вращающейся по оси, к которой крепится рамка вертушки. Пластинка показывала направление потока, что давало возможность ориентировать вертушку по потоку. Таким образом измерялся модуль скорости. Направление потока в точке измерения скорости определялось отдельно по направлению нити, закрепленной на стержне, к которому был прикреплен также прозрачный лимб, позволяющий измерять угол между направлением течения и осью лотка. В результате проведенных измерений на каждой промерной вертикали было известно распределение по глубине вектора скорости, по которому анализировалось распределение продольной и поперечной составляющих вектора скорости. При наличии в русле грядового рельефа картина этого распределения была очень сложной, т.к. на поперечное циркуляционное течение, обусловленное кривизной русла, накладывались вихревые движения в подвальях гряд. Для того, чтобы оценить величину поперечной циркуляции в русле данной кривизны, измерения вектора скорости были проведены при сглаженном рельефе и закрепленной цементной коркой поверхности русла.

ВЫВОДЫ

1. Криволинейное русло является более устойчивым, по сравнению с прямолинейным, сформированным в аналогичных условиях. Соотношение параметров криволинейного и прямолинейного русел:

$$B_{кр}/B_{пр} = 0,95, \lambda_{кр}/\lambda_{пр} = 1,3.$$

2. При подаче избыточного количества наносов в некоторый створ криволинейного русла происходит "приспособление" устойчивого сечения путем укрупнения донных русловых форм. При этом обеспечивается транспорт наносов с расходом, более чем в 5 раз превышающим бытовой расход наносов в криволинейном русле, т.е.

$q_{s, max} = 5 q_{s, 0}$. Аналогичный показатель для прямолинейного русла, сформированного при том же расходе воды и уклоне

$$q_{s, max} = 2 q_{s, 0}.$$

3. На характер распределения поперечных скоростей в придонной области потока существенное влияние оказывают параметры потока и форма поперечного сечения, сформированная под действием поперечной циркуляции и поперечного уклона. Максимальное значение донной поперечной скорости в 2-2,5 раза больше, чем поперечная скорость на поверхности, что является одним из факторов повышения транспортирующей способности придонного слоя криволинейного русла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Потапов М.В. Сочинения, т. II. - М.: Сельхозгиз, 1951.
2. Шапиро Х.Ш. Поперечная циркуляция как метод повышения взвешивающей способности потока в открытых руслах. - Москва, 1958. - (Сб. науч. тр. ВНИИГИМ, т. XXVIII).
3. Алтунин С.Т. Регулирование русел. - М.: Сельхозгиз, 1962.

С.А.Сарсекеев
кандидат технических наук
(ДГМСИ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКОМОЙ ШЕРОХОВАТОСТИ ПО СМОЧЕННОМУ ПЕРИМЕТРУ КАНАЛА ПРИ НАЛИЧИИ ТРЕХ РАЗНОРОДНЫХ ШЕРОХОВАТОСТЕЙ ПО ПЕРИМЕТРУ, КОГДА ДВА ИЗ НИХ НЕИЗВЕСТНЫ

Решения XXУП съезда КПСС и принятая на майском (1982 г) Пленуме ЦК КПСС Продовольственная программа страны предусматривают дальнейшее повышение роли мелиорации, удовлетворение потребностей населения в продовольствии и обеспечение промышленности страны сельскохозяйственным сырьем. Ставится задача комплексного использования водных и земельных ресурсов на основе реконструкции существующих и строительства новых оросительных систем.

При выполнении этих планов водообеспечения большую роль играют прогнозирование и определение пропускной способности канала на всем его протяжении по участкам. Особого внимания заслуживают участки канала, имеющие различную шероховатость по периметру, и его гидравлический расчет. Как известно, основной формулой прикладной гидравлики открытых русел является формула Шези, и все исследователи, рассматривающие движение потока в русле с неоднородной шероховатостью, исходят также из этого закона. С применением формулы Шези связано установление соответствующего данной расчетной схеме среднего коэффициента шероховатости, характеризующего совместное влияние на поток ложа и откосов каналов с различной степенью шероховатости. Поэтому правильная оценка приведенного коэффициента шероховатости явится основой для определения пропускной способности канала по всей его длине. Все авторы, принимая за основу расчетной зависимости формулу Шези, рассматривают живое сечение потока, состоящим из частей, скоростной режим в каждой из которых формируется под воздействием соответствующей части смоченного периметра. Однако по вопросу о разделении всего живого сечения на части существуют различные мнения и предложения / 1 /. Одни считают, что живое сечение необходимо делить пропорционально соответствующим частям смоченного периметра, другие предполагают линию раздела проходящей в плоскостях максимальных скоростей, различным образом выражая за-

кон изменения скорости по глубине. Незнание места нахождения линии раздела приводит к субъективному подходу при назначении расчетных элементов живого сечения.

В работе / 2 / делением потока на части, находящиеся под влиянием одной шероховатости по линии наибольших скоростей или нулевых касательных напряжений, достигнуто решение задачи об определении приведенного коэффициента шероховатости. Полученное уравнение имеет вид:

$$n_{пр} = n_2 \left[\frac{x_2}{x} \left(1 + \frac{x_1}{x_2} \alpha^{3/2} + \frac{x_3}{x_2} \beta^{3/2} \right) \right]^{2/3}, \quad (I)$$

где x_1 - смоченный периметр с шероховатостью n_1 ; x_2 - смоченный периметр с шероховатостью n_2 ; x_3 - смоченный периметр с шероховатостью n_3 ; $x = x_1 + x_2 + x_3$ - общий смоченный периметр; $n_{пр}$ - приведенный коэффициент шероховатости.

$$\alpha = \frac{n_1}{n_2} \quad \text{и} \quad \beta = \frac{n_3}{n_2}.$$

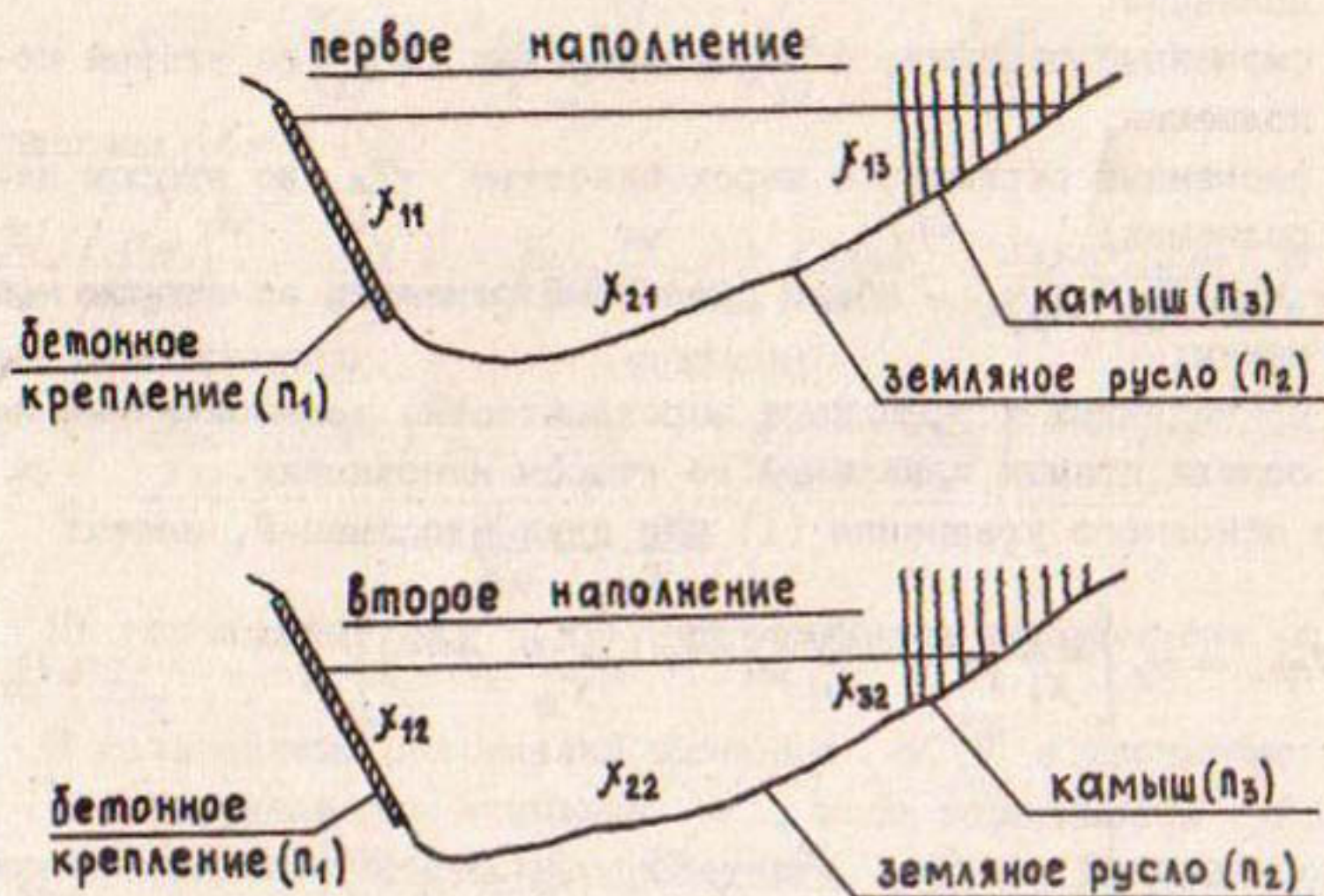


Рис. I. Расчетная схема

Расчетную схему представим как на рис. I. По условию задачи предполагаем, что шероховатость русла n_2 задана, надо определить шероховатость берегов n_1 и n_3 .

Рассмотрим два различных наполнения канала. При этом, естественно, будут меняться смоченные периметры, прилегающие к заданным (искомым) шероховатостям.

Первое наполнение:

χ_H - смоченный периметр с шероховатостью n_1 в первом наполнении;

χ_{21} - смоченный периметр с шероховатостью n_2 в первом наполнении;

χ_{31} - смоченный периметр с шероховатостью n_3 в первом наполнении;

$\chi_1 = \chi_H + \chi_{21} + \chi_{31}$ - общий смоченный периметр в первом наполнении;

n_{np1} - приведенный коэффициент шероховатости, установленный на основе прямых измерений в первом наполнении.

Второе наполнение:

χ_{12} - смоченный периметр с шероховатостью n_1 во втором наполнении;

χ_{22} - смоченный периметр с шероховатостью n_2 во втором наполнении;

χ_{32} - смоченный периметр с шероховатостью n_3 во втором наполнении;

$\chi_2 = \chi_{12} + \chi_{22} + \chi_{32}$ - общий смоченный периметр во втором наполнении;

n_{np2} - приведенный коэффициент шероховатости, установленный на основе прямых измерений во втором наполнении.

Из основного уравнения (I) для двух наполнений, имеем:

$$n_{np1} = n_2 \left[\frac{\chi_{21}}{\chi_1} \left(1 + \frac{\chi_H}{\chi_{21}} \alpha^{3/2} + \frac{\chi_{31}}{\chi_{21}} \beta^{3/2} \right) \right]. \quad (2)$$

$$n_{np2} = n_2 \left[\frac{\chi_{22}}{\chi_2} \left(1 + \frac{\chi_{12}}{\chi_{22}} \alpha^{3/2} + \frac{\chi_{32}}{\chi_{22}} \beta^{3/2} \right) \right]. \quad (3)$$

Из уравнения (2) получим:

$$\left(\frac{n_{np1}}{n_2}\right)^{3/2} = \frac{\chi_{21}}{\chi_1} \left(\frac{\chi_{21} + \chi_{11} \alpha^{3/2} + \chi_{31} \beta^{3/2}}{\chi_{21}} \right). \quad (4)$$

Произведя алгебраические преобразования, имеем:

$$\chi_1 \left(\frac{n_{np1}}{n_2}\right)^{3/2} - \chi_{21} - \chi_{11} \alpha^{3/2} = \chi_{31} \beta^{3/2} \quad (5)$$

Решая относительно искомой величины, получим:

$$\beta^{3/2} = \frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2}\right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} - \frac{\chi_{11}}{\chi_{31}} \alpha^{3/2}. \quad (6)$$

Из уравнения (3) имеем:

$$\left(\frac{n_{np2}}{n_2}\right)^{3/2} = \frac{\chi_{22}}{\chi_2} \frac{(\chi_{22} - \chi_{12} \alpha^{3/2} - \chi_{32} \beta^{3/2})}{\chi_{22}}. \quad (7)$$

Произведя алгебраические преобразования, получим:

$$\chi_2 \left(\frac{n_{np2}}{n_2}\right)^{3/2} - \chi_{22} - \chi_{12} \alpha^{3/2} = \chi_{32} \beta^{3/2}. \quad (8)$$

Решая относительно искомой величины, имеем:

$$\beta^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_{32}} \left(\frac{n_{np2}}{n_2}\right)^{3/2} - \frac{\chi_{22}}{\chi_{32}} - \frac{\chi_{12}}{\chi_{32}} \alpha^{3/2}. \quad (9)$$

Приравняем (6) и (9):

$$\frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2}\right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} - \frac{\chi_{11}}{\chi_{31}} \alpha^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_{32}} \left(\frac{n_{np2}}{n_2}\right)^{3/2} - \frac{\chi_{22}}{\chi_{32}} - \frac{\chi_{12}}{\chi_{32}} \alpha^{3/2} \quad (10)$$

Решая относительно получим:

$$\alpha^{3/2} = \frac{\frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2}\right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} - \frac{\chi_2}{\chi_{32}} \left(\frac{n_{np2}}{n_2}\right)^{3/2} + \frac{\chi_{22}}{\chi_{32}}}{\frac{\chi_{11}}{\chi_{31}} - \frac{\chi_{12}}{\chi_{32}}} \quad (11)$$

По назначению $\alpha = \frac{n_1}{n_2}$ определяется коэффициент шероховатости n_1 .

В дальнейшем, подставляя значение $\alpha^{3/2}$ в уравнение (6) или (9), определяется значение β , и по зависимости $\beta = \frac{n_3}{n_2}$ определяется коэффициент шероховатости n_3 . Полученное решение является общим. Имеются несколько характерных случаев, когда нельзя применять формулу (II), так как при определенных соотношениях знаменателя имеем неопределенность функции. Например, при:

$$\frac{\chi_{11}}{\chi_{31}} - \frac{\chi_{12}}{\chi_{32}} = 0. \quad (I2)$$

Это возможно тогда, когда имеем следующие равенства:

$$\frac{\chi_{11}}{\chi_{31}} = \frac{\chi_{12}}{\chi_{32}}; \quad \chi_{11} = \chi_{31} \text{ и } \chi_{12} = \chi_{32}.$$

Для этого случая, зависимость (II) превращается в следующее тождество:

$$\frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} = \frac{\chi_2}{\chi_{32}} \left(\frac{n_{np2}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{22}}{\chi_{32}} = const. \quad (I3)$$

Рассмотрим русло прямоугольной формы:

$$\beta^{3/2} = \frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} - \frac{\chi_{11}}{\chi_{31}} \alpha^{3/2}. \quad (I4)$$

По условию задачи: $\chi_{11} = \chi_{31}$.

Следовательно, уравнение (I4) принимает следующий вид:

$$\beta^{3/2} = \frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} - \alpha^{3/2}. \quad (I5)$$

Группируя члены уравнения (I5), получим:

$$\beta^{3/2} + \alpha^{3/2} = \frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} = const. \quad (I6)$$

Задача имеет простое решение для случая $\alpha = \beta$:

$$2\alpha^{3/2} = 2\beta^{3/2} = \frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} \quad (I7)$$

Решая относительно искомой величины, имеем:

$$\alpha = \beta = \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} \right] \right\}^{2/3} \quad (I8)$$

Решение можно представить в виде:

$$n_1 = n_3 = \alpha n_2 = \beta n_2.$$

$$n_1 = n_3 = n_2 \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{\chi_1}{\chi_{31}} \left(\frac{n_{np1}}{n_2} \right)^{3/2} - \frac{\chi_{21}}{\chi_{31}} \right] \right\}^{2/3} \quad (I9)$$

Следовательно:

$$n_1 = n_3 = n_2 \left(\frac{C}{2} \right)^{2/3} \quad (20)$$

Общее решение для прямоугольного канала при различных шероховатостях имеет вид:

$$\alpha^{3/2} + \beta^{3/2} = \text{const}. \quad (21)$$

Значение const определяется на основе постановки соответствующих экспериментов в натуре или в лабораторных условиях.

Величина постоянной, как видно из предыдущих наших выкладок, не зависит от наполнения канала. При рассмотрении движения потока в руслах с неоднородной шероховатостью были установлены следующие соотношения:

$$\alpha^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_1} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2}. \quad (22)$$

$$\beta^{3/2} = \frac{\chi_2}{\chi_3} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_2}. \quad (23)$$

Подставив значения $\alpha^{3/2}$ и $\beta^{3/2}$ в уравнение (21), имеем:

$$\frac{\chi_2}{\chi_1} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} + \frac{\chi_2}{\chi_3} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_2} = \text{const}. \quad (24)$$

По условию задачи $\chi_1 = \chi_3$ - наполнение канала одинаково, следовательно, имеем равенство:

$$\frac{\chi_2}{\chi_1} \cdot \frac{1}{\omega_2} (\omega_1 + \omega_3) = \text{const}. \quad (25)$$

В общем случае имеем: $\omega = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3$, (26)
где ω - площадь поперечного сечения канала при различных шероховатостях по периметру русла; ω_1 - площадь поперечного сечения, находящаяся под влиянием шероховатости Π_1 ; ω_2 - площадь поперечного сечения канала, находящаяся под влиянием шероховатости Π_2 ; ω_3 - площадь поперечного сечения канала, находящаяся под влиянием шероховатости Π_3 .

Из балансового уравнения (26) имеем $\omega_1 + \omega_3 = \omega - \omega_2$. Следовательно, зависимость (25) примет вид:

$$\frac{\chi_2}{\chi_1} \cdot \frac{\omega - \omega_2}{\omega_2} = \text{const}. \quad (27)$$

Решая уравнение (27) относительно ω_2 , находим площадь, находящуюся под влиянием шероховатости Π_2 :

$$\chi_2 \omega - \chi_2 \omega_2 = \chi_1 \omega_2 \cdot \text{const}.$$

Решая относительно искомой величины, получим:

$$\omega_2 = \frac{\chi_2}{\chi_1 \text{const} + \chi_2} \omega. \quad (28)$$

На основе расчетных формул, полученных ранее, имеем следующие зависимости для определения ω_1 и ω_3 :

$$\omega_1 = \frac{\frac{\chi_1}{\chi_2} \alpha^{3/2}}{1 + \frac{\chi_1}{\chi_2} \alpha^{3/2} + \frac{\chi_3}{\chi_2} \beta^{3/2}} \omega. \quad (29)$$

$$\omega_3 = \frac{\frac{\chi_3}{\chi_2} \beta^{3/2}}{1 + \frac{\chi_1}{\chi_2} \alpha^{3/2} + \frac{\chi_3}{\chi_2} \beta^{3/2}} \omega. \quad (30)$$

Почленно разделив и имея ввиду по условию задачи (χ_1, χ_3), получим:

$$\frac{\omega_1}{\omega_3} = \frac{\alpha^{3/2}}{\beta^{3/2}}. \quad (31)$$

Это равенство равносильно соотношению:

$$\frac{R_1}{R_3} = \left(\frac{\alpha}{\beta} \right)^{3/2} \quad (32)$$

На основе зависимости (24) можем получить дополнительное соотношение:

$$\frac{\omega_1}{\chi_1} + \frac{\omega_3}{\chi_3} = \text{const} \frac{\omega_2}{\chi_2} \quad (33)$$

$$R_1 + R_3 = \text{const} R_2, \quad (34)$$

где $R_2 = \frac{\omega_2}{\chi_2}$; const — определяется по данным натурных измерений по зависимости (13).

В дальнейшем задача решается графо-аналитическим методом. Надо построить поле скоростей в изотах и через характерные изгибы разделить на части и подсчитать по планшету ω_1 и ω_2 .

Построение изотак, т.е. линии равных местных скоростей, производится в следующей последовательности (рис.2): вычерчиваем в масштабе поперечное сечение канала с указанием местоположения скоростных вертикалей и границы зарастания; на каждой скоростной вертикали отмечаем точки, соответствующие глубинам $0,2 h$, $0,66 h$, $0,8 h$, и подписываем в каждой точке значения местных скоростей, включая значения донной и поверхностной скорости; точ-

ки между собой соединяем тонкими прямыми линиями и получаем сетку для интерполирования; изготавливаем палетку из куска провращной бумаги (обычно из кальки) и прочерчиваем на ней произвольные, с равными промежутками (1...5 мм), линии; отмечаем линии палетки таким образом, чтобы на ней были включены все значения местных скоростей, включая максимальное и минимальное; накладываем палетку на интерполируемый отрезок и поворачиваем ее таким образом, чтобы значения точек совместились с соответствующими значениями на линиях палетки; перекалываем точки пересечения отрезка с линиями палетки, имеющими отметки горизонталей, и около них подписываем отметки горизонталей; соединяя равнозначные отметки горизонталей плавными линиями, получаем изотакхи.

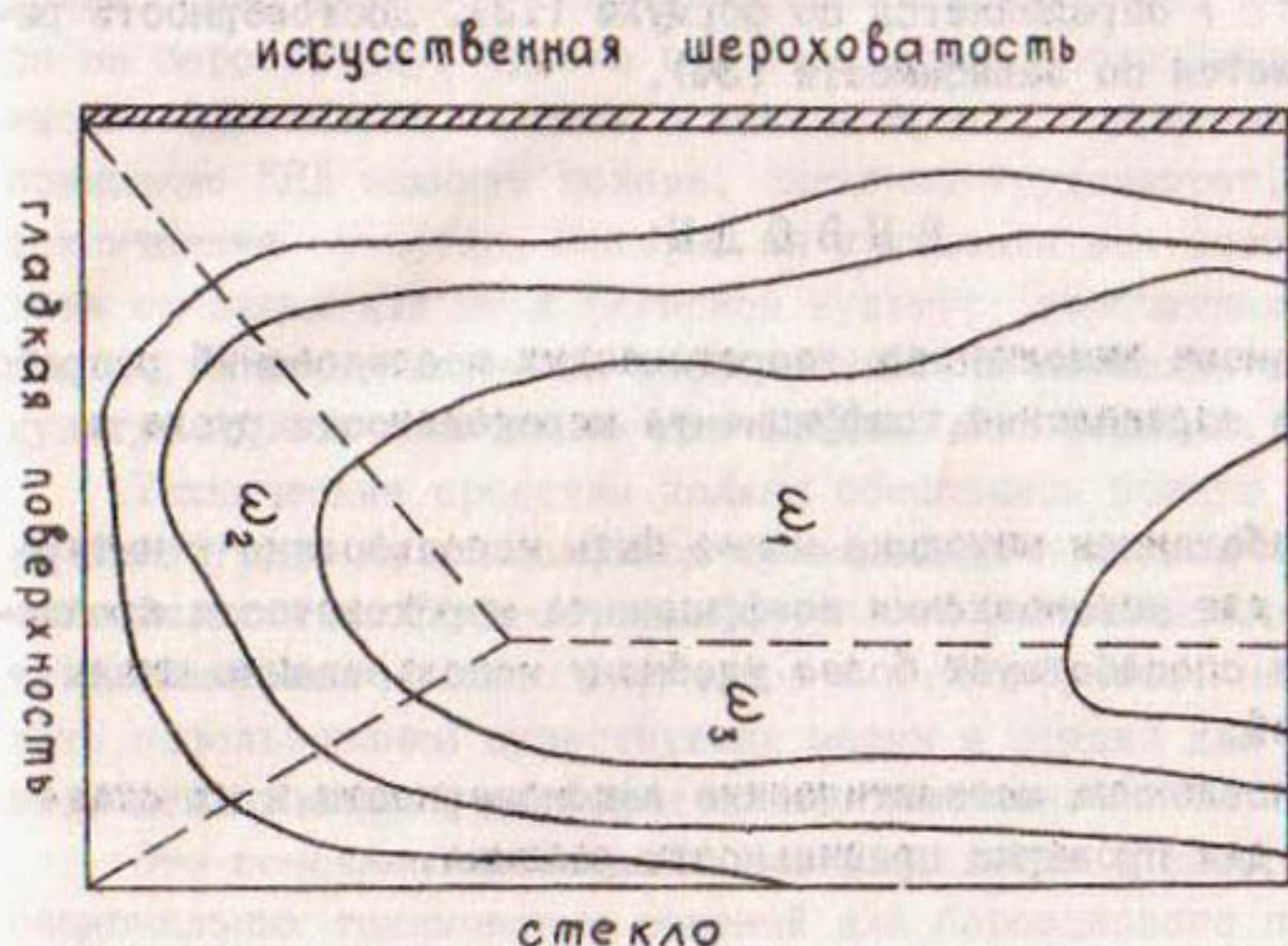


Рис.2. Деление потока на части, находящиеся под влиянием различных шероховатостей (по данным Е.Э.Шиперко)

В дальнейшем путем планиметрирования определяем искомые площади ω_1 , ω_2 и ω_3 / 3 /. Соответствующие смоченные периметры, примыкающие к расчетным шероховатостям, определяются из схемы как сторона, примыкающая к заданной шероховатости. В дальнейшем по зависимости (22) определяем значение α :

$$\alpha = \left(\frac{\chi_2}{\chi_1} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^{2/3}$$

Имея в виду, что $\alpha = n_1/n_2$, искомую шероховатость определяем по зависимости:

$$n_1 = n_2 \left(\frac{\chi_2}{\chi_1} \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^{3/2}$$

Аналогичными соображениями определяется значение шероховатости n_3 :

$$n_3 = n_2 \left(\frac{\chi_2}{\chi_3} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_2} \right)^{2/3}$$

Площадь ω_2 определяется по зависимости (28). Постоянная опыта (*const*) определяется по формуле (13). Достоверность решения проверяется по зависимости (34).

ВЫВОДЫ

1. На основе выполненных теоретических исследований разработана методика определения коэффициента шероховатости русла и крепления.

2. Разработанная методика может быть использована в натуральных условиях для установления коэффициента шероховатости крепления и русла и способствует более удобному использованию шкалы шероховатостей.

3. Установленные математические закономерности и их следствия служат для проверки правильности решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ч о у В.Н. Гидравлика открытых каналов. / Пер. с английского. — М.: Стройиздат, 1969. — 464 с.
2. С а р с е к е е в С.А. Пропускная способность больших земляных каналов. — Ташкент, 1986. — С.86. — (Сб. науч. тр. / ТИИИМСХ).
3. Ш и п е р к о Э.Е. Гидравлический расчет русел с неоднородной шероховатостью // Изв. ВУЗ (серия горная). — 1961. — № 7. — С.22-23.

Ж. А. Сандыбаев
инженер

А. А. Таттибаев
инженер
(КазНИИВХ)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ПРИ БОРОЗДКОВОМ ПОЛИВЕ ГИБКИМ ТРУБОПРОВОДОМ

Повышение эффективности использования оросительной воды является одной из основных и актуальных задач, стоящих перед орошаемым земледелием вообще. Эта проблема имеет особо острое значение для условий Юга Казахстана и Средней Азии, где бороздковый полив является основным способом орошения, и он сохранится на перспективу. Однако при этом трудно обеспечить проведение высокоэффективных поливов в ночное время, сокращение сброса, повышение КПД техники полива, снижение трудозатрат. Необходимы технические средства, которые бы учитывали все особенности полива основных для этих регионов культур: хлопчатника и сахарной свеклы, а также могли бы перестраиваться на полив сопутствующих культур и быть пригодными для проведения промывок.

Технические средства должны обеспечить полную ликвидацию ручного труда на поливе, выдачу заданных поливных норм, обеспечить высокий коэффициент равномерности увлажнения почвы, работать в широком диапазоне уклонов и почвогрунтов, не препятствовать использованию существующих машин и орудий для обработки почвы, быть простыми, удобными и экономичными.

Это основные требования, предъявляемые к выбору наиболее рациональных технических решений для бороздкового полива и совершенствования уровня их механизации и автоматизации.

Анализ большого числа предложенных для аридной зоны технических решений позволяет объединить их в три группы:

- средства для механизации полива из лотковой сети;
- средства автоматизации бороздкового полива из закрытой оросительной сети;
- средства механизации полива по бороздам с помощью передвижных трубопроводов / 1,2 /.

Перспективными для механизации полива из лотковой сети, с

учетом имеющейся плохо выравненной прилотовой полосы, могут считаться технические решения, обеспечивающие доставку к поливному участку поливных патрубков (шлангов), укладку их в каждую борозду через прилотовую полосу, присоединение к водовыпускам в данной части лотка, включение их для полива, выключение после полива, съём и доставку на другую поливную позицию.

Перспективными для автоматизации бороздкового полива из закрытой оросительной сети можно считать технические решения, в которых использованы гидранты, выдвигающиеся из-под почвы на время полива под напором воды, принудительно погружающиеся по окончании полива, оборудованные механизмами увлажнения почвы перед выходом, регулирования расхода и направления струи.

Механизация полива по бороздам с помощью передвижных поливных трубопроводов перспективна при условии обеспечения качественного полива без сброса и отсутствия глубинной фильтрации.

Из сформированных задач развития техники бороздкового полива видно, что основной упор делается на механизацию и автоматизацию процесса забора, доставки и распределения воды. Несомненно, новейшие достижения на этих направлениях позволят существенно сократить непроизводительные потери воды до поливных борозд. Но этим еще не ликвидируются потери из-за неравномерного распределения воды между бороздами. Эти потери, по приближенным оценкам специалистов, составляют 15...20%.

Как показывает многолетний опыт, достигаемый с применением современных средств техники бороздкового полива коэффициент равномерности увлажнения почвы не превышает 0,4...0,5, что далеко не отвечает агротехническим требованиям качественного полива / 3 /.

Следовательно, для реального повышения эффективности использования воды при бороздковом поливе на практике еще необходимо поднять степень равномерности ее распределения непосредственно на поле.

Это требует при поливе из лотковой сети с отбором воды в каждую отдельную поливную борозду или группу борозд необходимости повышения степени точности отбираемого расхода из водовыпусков, в увязке с изменяющимися во времени текущими параметрами потока в канале; при поливе из закрытой оросительной сети с помощью выдвигаемых гидрантов—необходимости повышения точности вы-

ходного параметра расхода перед тем, как он будет распределен и направлен в виде поливных струй в борозды; при орошении из передвижных трубопроводов — необходимости повышения точности расхода поливных струй, распределяемых непосредственно в борозды водовыпускными устройствами.

Основным и общим недостатком, присущим всем видам водораспределительных систем, является необходимость соблюдения при поливе рекомендуемых для них жестких условий применения. Любое отклонение от регламентируемых условий (расчетная длина, рабочий напор, уклон) приводит к существенным потерям их эксплуатационных качеств, в том числе, и главным образом, равномерности распределения воды между поливными бороздами, а следовательно, падению эффективности использования оросительной воды.

Главными причинами, приводящими к нарушению равномерности распределения воды, являются переменность напора в трубопроводе (канале) по его длине, неровность поверхности орошаемого поля, неравномерность подачи воды в голове системы и др.

Словом, способ бороздкового полива нуждается в более универсальных средствах механизации и автоматизации, не требующих жестких условий для их применения.

В целом совершенствование технического уровня водовыпускных устройств является актуальной задачей.

Механизация полива по бороздам с применением передвижных поливных трубопроводов, как показывает опыт последних лет, не получает должного развития / 4 /. Она, в основном, применяется на спланированных массивах с полами и средними уклонами и почвами низкой водопроницаемости, т.е. там, где нарезаются поливные борозды повышенной длины / 1,2,3 /.

Одним из факторов, сдерживающих широкое их применение в условиях, отличных от указанных, является несовершенство конструкции водовыпусков / 5,6 /.

В настоящее время применяются в основном нерегулируемые и регулируемые вручную водовыпускные устройства.

Равномерность распределения воды по длине передвижных трубопроводов с нерегулируемыми водовыпусками при соблюдении рекомендуемых условий дает более удовлетворительные результаты, чем водовыпуски, регулируемые вручную / 7 /. Применяемые поливные агрегаты типа ППА-165, где используются названные регулируемые

водовыпуски, по затратам труда и времени на поливе находятся примерно на одном уровне с ручным трудом.

В качестве объекта совершенствования нами выбран регулируемый водовыпуск, серийный выпуск которого осуществляет ГСКБ по ирригации (г.Ташкента). Для его замены в КазНИИВХ проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию автоматического водовыпуска стабилизированного расхода (ВСП).

На рис.1 представлены устройство и характеристика серийного водовыпуска.

Водовыпуск состоит из неподвижного корпуса 1 и установленного в ИВМ на резьбе дроссельного клапана (пробки) 2, выполненного в виде подвижного стакана. На клапане просверлены два сквозных, симметрично расположенных друг против друга эллипсообразных отверстия 3 одинакового размера. Крепление водовыпуска к шлангу 4 осуществляется при помощи специальной гайки 5.

При поливе вода, проходя через кольцевой зазор между корпусом и дроссельным клапаном, теряет часть своей энергии, затем делает поворот и входит в отверстие клапана. Входящие из отверстий дроссельного клапана навстречу друг другу струи гасят оставшуюся часть энергии воды и спокойно выходят из выпуска.

Водовыпуск позволяет производить плавное регулирование расхода воды путем поворота дроссельного клапана, гасит энергию вытекающей струи, обеспечивает полное закрытие отверстий в трубопроводе (шланге), не требует усилий для вращения дроссельных клапанов, обеспечивает возможность демонтажа (вывинчивания) клапана и очистки его при засорении.

Из анализа графиков (рис.2) следует, что для установления, например, расходов 0,5 или 1,2 л/с, при одних и тех же рабочих напорах, дроссельный клапан вращают относительно оси корпуса в пределах $50...80^\circ$ или $190...320^\circ$. Это делается несколько раз, пока не установят требуемый расход, оценивая его точность "на глаз". Так поступают для регулирования любого другого расхода. Поскольку регулирование одного водовыпуска приводит к изменениям гидравлики всего потока по длине трубопровода, а следовательно, расходов всех остальных водовыпусков, то добиться равномерности распределения поливных струй между бороздами практически невозможно / 4 /.

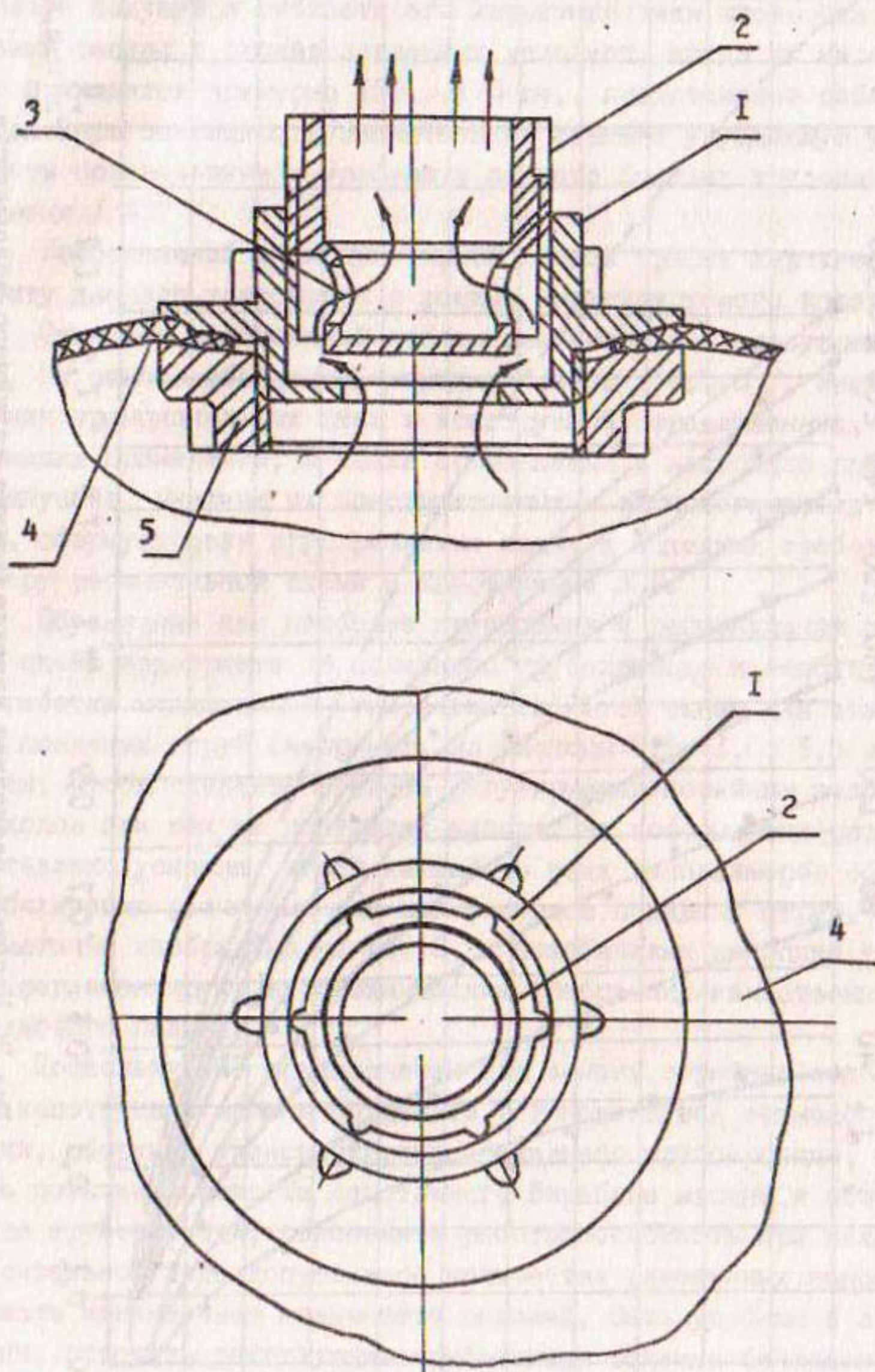


Рис. I. Серийный водовыпуск

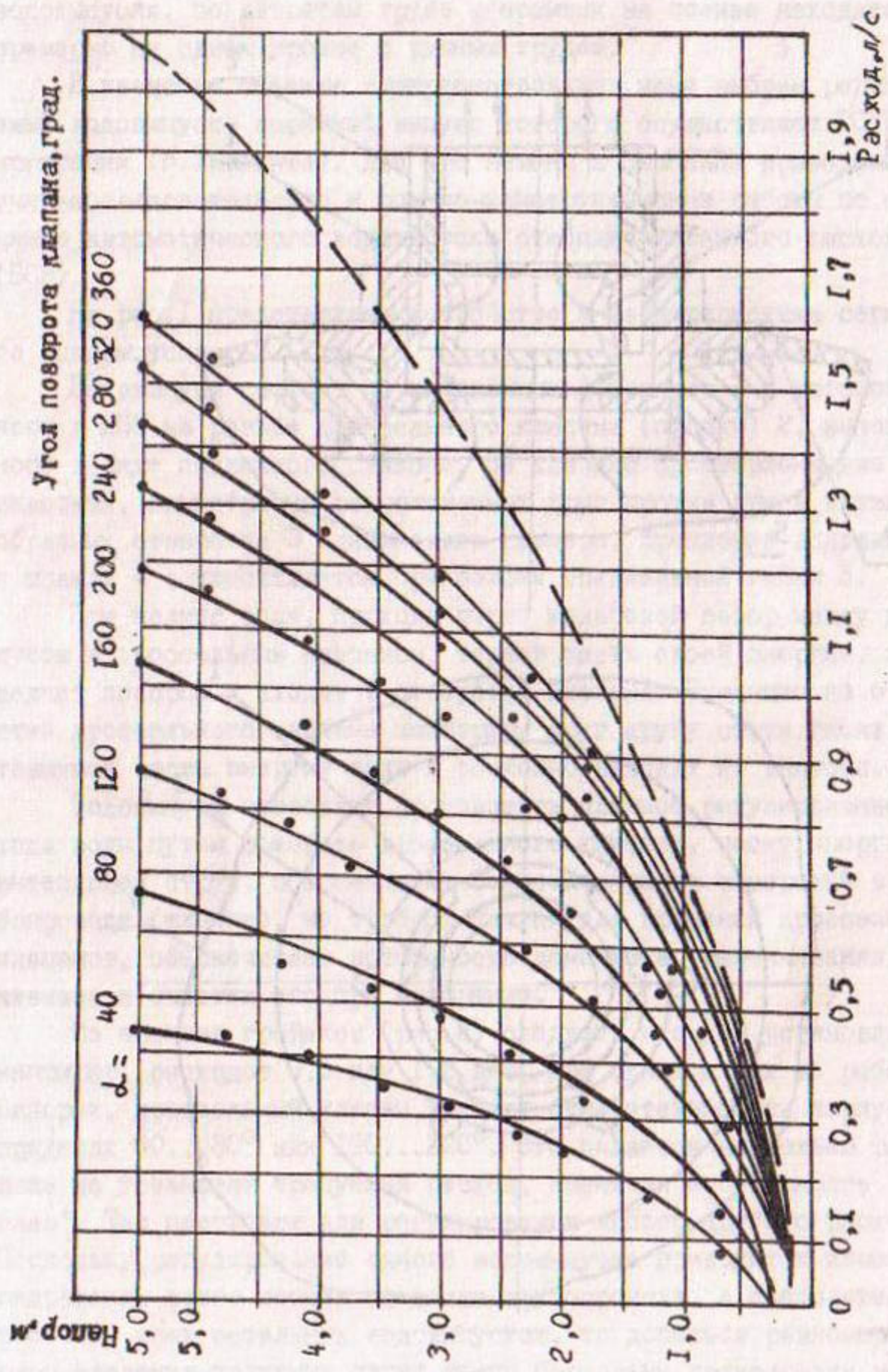


Рис. 2. Напорно-расходная характеристика серийного водовыпуска

Таким образом, при простоте конструкции серийного водовыпуска и кажущейся гибкости его характеристики настройка на требуемый расход в производственных условиях, когда их на один гектар приходится примерно 150...170 шт., представляет собой довольно сложную операцию, в значительной степени ухудшающую условия работы поливальщика и требующую от него больших трудозатрат и времени / 4,7 /.

Изображенный штрихпунктирной линией график характеризует работу данного устройства в режиме нерегулируемого водовыпуска.

Сущность выполненной работы заключается в следующем.

На основе обобщения имеющихся работ / 2,5,6 /, анализа и оценки принципиальных схем и конструкций, предложенных, но не нашедших применение, а также применяемых в настоящее время водовыпусков, анализа их конструктивных и технологических параметров, сформулирован круг решаемых задач и исходных требований к выбору рациональной схемы и конструкции ВСП.

Обоснована как наиболее приемлемая и рациональная поперечная схема водоприема из поливного трубопровода и необходимость разработки модификаций (типоразмеров) этой схемы для стабилизации поливных струй (например, на расходы 0,5; 1,0; 1,5 и 2,0 л/с) с тем, чтобы охватить область регулируемых серийным водовыпуском расходов при тех же перепадах напора, на которые они рассчитаны. Поставлено условие, чтобы каждый из этих типоразмеров обеспечил стабилизацию расчетных для них расходов поливных струй, как это схематично изображено на рис.3, с колебаниями не более $\pm 10\%$, как регламентируют агротехнические требования качественного бороzdкового полива.

Поскольку ВСП предназначен для замены серийных водовыпусков, его конструкция должна сохранить установившуюся технологию раскладки, сборки и транспортировки поливного трубопровода, исключить повышение емкости намоточного барабана машины и объема комплекта трубопровода, обеспечить работоспособность при наличии в оросительной воде допустимого количества взвешенных наносов, содержать минимальное количество деталей, быть удобным в эксплуатации, отвечать действующим требованиям техники безопасности.

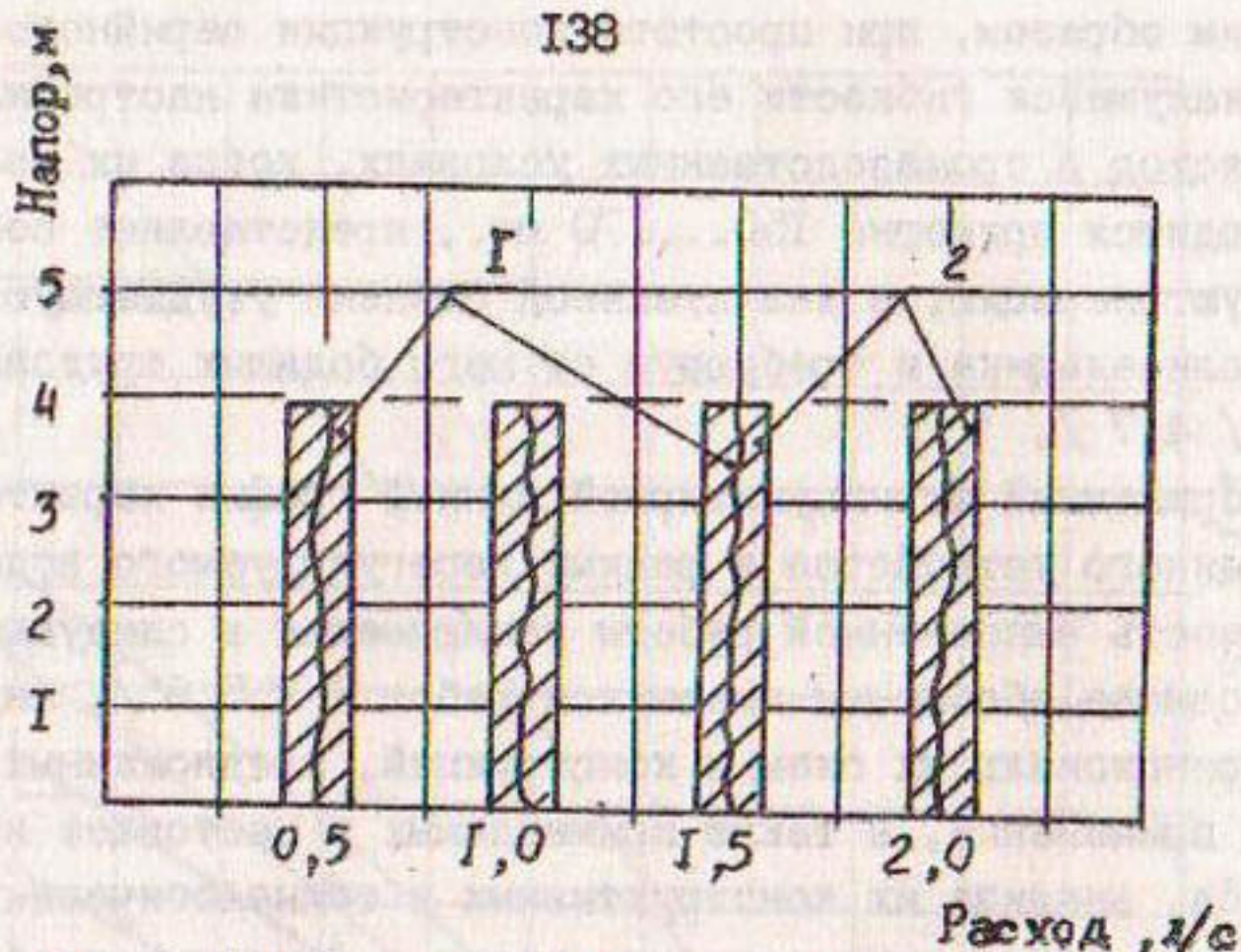


Рис.3. Требуемые напорно-расходные характеристики типоразмеров ВСП:

1 — стабилизируемые расчетные расходы;

2 — пределы отклонения расчетных расходов

Разработана методика расчета параметров и характеристики ВСП. Разработан специальный стенд для отработки конструкции и требуемой характеристики водовыпуска.

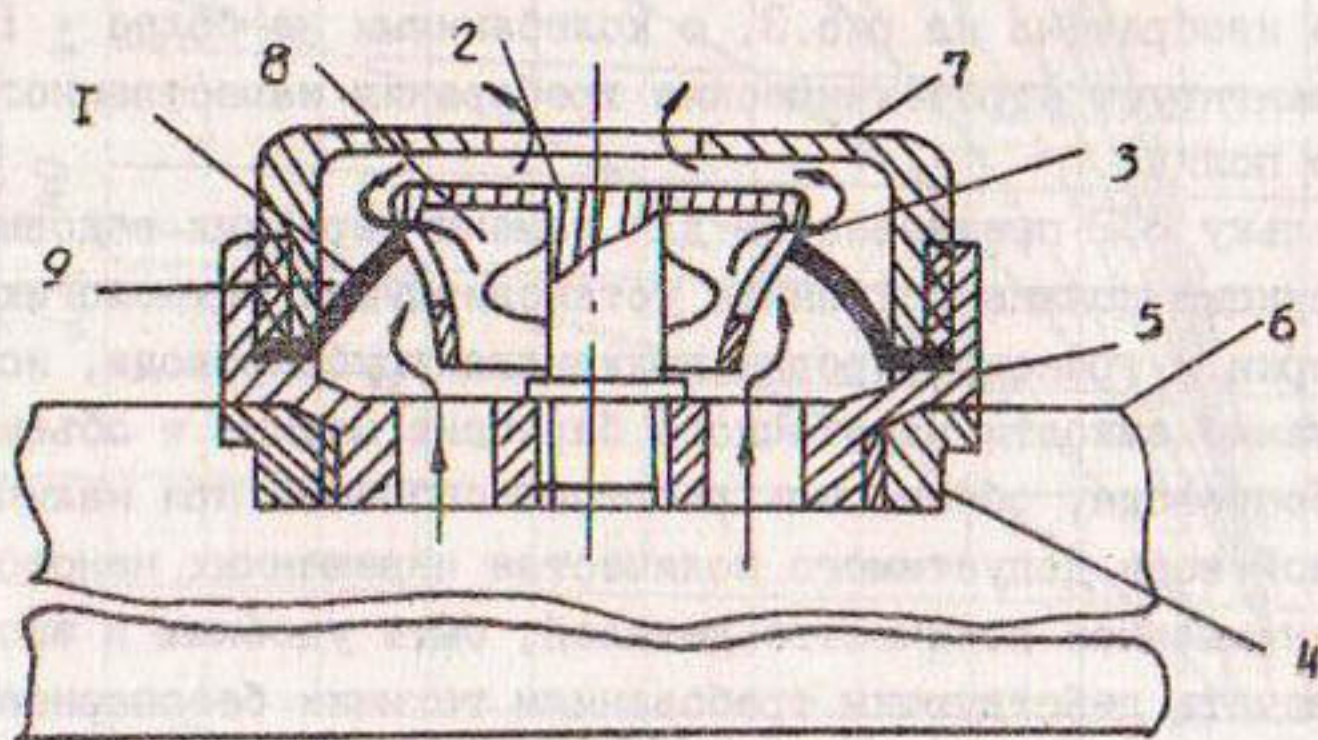


Рис.4. Принципиальная конструктивная схема ВСП

На рис. 4 представлена принципиальная конструктивная схема ВСП. Устройство состоит из пяти деталей против трех, которые содержат серийный водовыпуск, и предусматривает переход от одного типоразмера к другому путем замены лишь регулирующего органа. Регулирующий орган состоит из клапана I, изготовленного из резины с высоким процентом содержания каучука, и полый пробки 2 со специальными боковыми отверстиями 3. Крепление клапана осуществляется между корпусом 5 и крышкой 7. Сам водовыпуск крепится к трубопроводу 6 с помощью контргайки 4, в качестве которой используется одноименная деталь из серийного водовыпуска (см. рис. I, поз. 5).

Подклапанное пространство совместно с внутренней полостью пробки образует напорную камеру 8, а надклапанное пространство совместно с выходным отверстием крышки — камеру 9 гашения напора воды.

Работа водовыпуска происходит следующим образом. При подаче воды в поливной трубопровод в начальном периоде напоры в напорной камере 8 и камере гашения 9 будут одинаковыми, т.е. перепада напора между этими камерами нет. По мере повышения напора в поливном трубопроводе и приближения расхода водовыпуска к расчетному значению начинает появляться перепад напора в узле "трубопровод-водовыпуск" за счет суженного сечения дросселируемого отверстия 3 в стенке пробки. Под воздействием усилия, полученного от перепада напора, клапан I, деформируясь, начинает подниматься вверх, одновременно увеличивая свое отверстие. При достижении нижнего значения рабочего диапазона перепада давлений расход водовыпуска приобретает расчетное значение. Клапан, деформируясь, занимает положение, в котором при дальнейшем повышении перепада напора начинает частично перекрывать дросселируемое отверстие 3 пробки 2, регулируя тем самым через него. При этом общее проходное сечение зазора между пробкой и стенкой отверстия клапана, по мере перемещения последнего вверх, увеличивается (ширина зазора постоянна), а дросселируемых отверстий — уменьшается. Постоянный расход через водовыпуск складывается соответственно из увеличивающегося и уменьшающегося расходов через эти сечения. При максимальном перепаде напора клапан полностью перекрывает отверстие пробки. При этом расход обеспечивается через зазор. При обратном процессе — уменьшении давления в трубопроводе —

за счет упругости материала клапан повторяет каждые предшествующие свои положения в соответствии с перепадами напора, чем сохраняется постоянство расхода.

Для закрытия водовыпуска пробка 2 откручивается до упора в стенки корпуса 6.

Для получения опытных материалов и уточнения методики обработки характеристики ВСП разработаны рабочие чертежи на водовыпуск с расходом 0,5 л/с. Изготовленные образцы после стендовой доводки были вмонтированы вместо снятых серийных водовыпусков в гибкий шланг от поливной машины ПИА-165У, и организованы их хозяйственные испытания в колхозе имени Свердлова Джамбулской области при бороздковом поливе сахарной свеклы и кукурузы на силос.

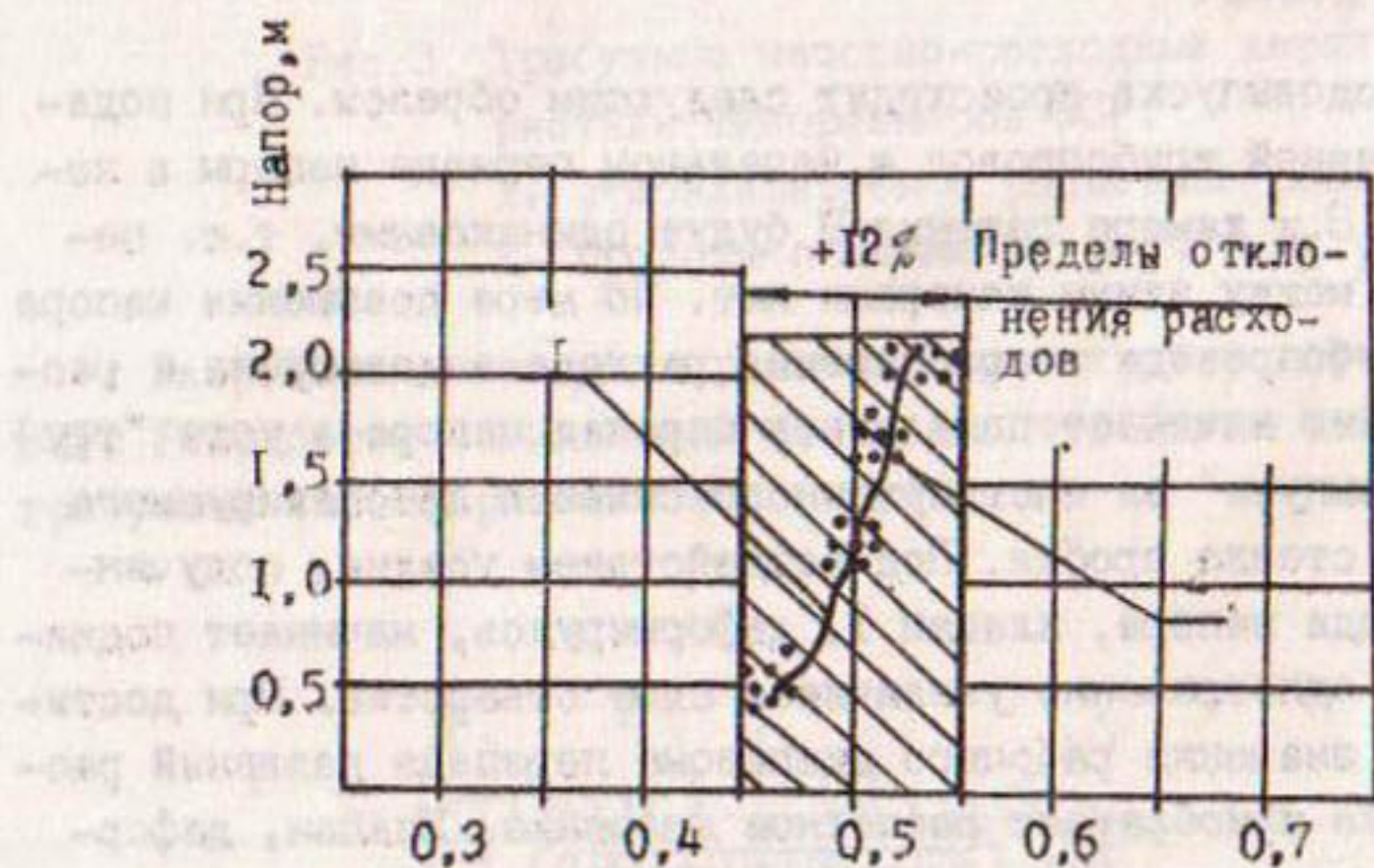


Рис.5. Напорно-расходная характеристика экспериментального образца ВСП:

- I — осредняющая кривая;
- 2 — опытные точки

Установлено, что отклонения расходов поливных струй от среднего их расчетного значения (0,5 л/с) не превышают $\pm 12\%$ (рис.5). При этом качество увлажнения почвы характеризуется коэффициентом эффективного полива, найденным по данным опыта, равным 0,85 против 0,5, достигаемого при тех же условиях с помощью серийных водовыпусков.

Серийный и новый образцы водовыпусков имеют приблизительно одинаковые габаритные размеры, но последний тяжелее первого на 15 г, что не приведет при применении ВСП к изменению весовой характеристики комплекта гибкого трубопровода (шланга) и не нарушит сложившийся режим его эксплуатации.

Из рис.5 видно, что данный образец позволяет стабилизировать расход поливной струи при перепаде напора от 0,5 до 2,4 м. Это на 0,6 м ниже требуемого верхнего предела рабочего напора для нормальной работы названного трубопровода.

Решено, в последующем при разработке остальных типоразмеров уровень допустимого перепада напора довести до 3...4 м.

Конструкция водовыпуска защищена авторским свидетельством за № 1311670 (опубликовано в Б.И. № 19, 1987 г.).

ВЫВОДЫ

Новый автоматический водовыпуск за счет стабилизации с необходимой степенью точности расходов поливных струй обеспечивает одновременно их нормированную и равномерную раздачу между бороздами и, в результате этого, реальную экономию воды на 10...15% от ее оросительной нормы и качественное увлажнение почвы с коэффициентом эффективного полива не ниже 0,8...0,85, что в 1,5...2 раза выше достигаемого серийными водовыпусками, а при замене ими последних - снижение трудозатрат и улучшение условий работы поливальщика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумаков Б.Б., Носенко В.Ф., Шейнкин Г.Ю. Основные направления совершенствования техники полива в СССР // Гидротехника и мелиорация. - 1975. - № 7. - С.43-50.

2. К о з и к о в В.Я., К а р и м о в Э.К., А л и м о в А.А. Технические средства для полива по бороздам // Гидротехника и мелиорация. - 1984. - № 8. - С.36-42.
3. О мерах по механизации и автоматизации поверхностного полива орошаемых земель в 1988...1990 годах и на перспективу до 2005 года. Приказ ММВХ СССР за № 332 от 12.10.87 г., с.1...3.
4. П а в л о в Г.И. Рекомендации по совершенствованию техники орошения в Среднеазиатском регионе до 2000 года. - Ташкент: 1987. - 48 с.
5. Т а т т и б а е в А.А., К р е к к е р Н.Ю. Водовыпуск постоянного расхода для поливных трубопроводов // Экспресс-информация. Сер. I. - 1978. - Вып. 3.
6. Т а т т и б а е в А.А. Выбор конструкции водовыпуска поливных трубопроводов // Совершенствование и техническая эксплуатация оросительных систем Казахстана. - Ташкент, 1984. - С.153-165. - (Сб. науч. тр./КазНИИВХ).
7. Ш е й н к и н Г.Ю. Техника и организация орошения в Таджикистане. - Душанбе: Ирфон, 1970. - 448 с.

А.В. Константинов
инженер

А.А. Калашников
инженер

В.А. Жарков
инженер

А.Я. Рабинович
кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

ВНЕДРЕНИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА В ПЛОДОВЫХ ПИТОМНИКАХ

Удовлетворение растущих потребностей совхозов, колхозов, садово-огороднических товариществ и индивидуального сектора республики в плодовых саженцах на карликовом подвое возможно только при внедрении ресурсосберегающей технологии возделывания маточников вегетативно размножаемых подвоев, обеспечивающей рациональное использование земельных, трудовых и водных ресурсов.

Анализ существующих средств полива и технологий показал, что технологически возможно и экологически целесообразно для орошения маточников в условиях предгорий применять импульсное дождевание. Этот способ позволяет поддерживать заданную влажность в активном слое почвы, обеспечивать нужный микроклимат в приземном слое воздуха, исключать водную эрозию почв. Водоподача при этом может осуществляться в режиме, близком к текущему водопотреблению растений и водопроницаемости почв. Системы синхронного импульсного дождевания (СИД), разработанные ВНПО "Радуга" и КазНИИВХ, сочетают положительные качества систем с дальнеструйными дождевальными аппаратами (радиус действия – до 30 м, протяженность трубопроводной сети – до 250 м/га) и систем медленного дождевания (незначительные подводимые расходы к дождевальным аппаратам – 0,05... 0,2 л/с, малая интенсивность дождя – 0,003...0,11 мм/мин, продолжительное время работы аппаратов – до 24 часов в сутки, минимальное число водооборотных зон или их отсутствие, например, при работе одного комплекта СИД). Оборудование для импульсного дождевания серийно выпускается ПО "Автополив" в виде комплектов КСИД-10.

Для установления основных параметров и последующего внедрения ресурсосберегающей технологии полива маточника нами в период 1984...1986 гг. проводились исследования в Меркенском плодоягодном совхозе Джамбулской области на опытном участке синхронного импульсного дождевания площадью 2,5 га.

Почвы маточника – сероземы обыкновенные. По результатам механического состава почвы идентичны и представлены тяжелыми суглинками. Объемная масса полуметрового слоя почвы составляет $1,5 \text{ т/м}^3$, а плотность твердой фазы – $2,7 \text{ т/м}^3$. Средняя величина наименьшей влагоемкости 22,2% к массе сухой почвы. Грунтовые воды в течение вегетационного периода за годы исследований залегали ниже 5 м и не оказывали влияния на водный режим корнеобитаемого слоя почвы. По данным метеостанции Мерке суммы температур за вегетационные периоды 1984...1986 гг. составили соответственно 3632, 3581 и 3348°C . Суммы осадков за эти же периоды составили соответственно 117,205 и 176 мм.

На участке маточника, занятом карликовыми подвоями М9 посадки 1982 года (схема посадки 1,8 x 0,2 м), были приняты следующие схемы (варианты) опыта из условия поддержания влажности почвы в слое 0...50 см в течение вегетации на уровне: 65...70% НВ (I ва-

риант), 75...80% НВ (II вариант) и 85...90% НВ (III вариант).

За контроль принимался вариант (IV) обычного периодического дождевания среднеструйными аппаратами "Роса-3" с поддержанием влажности почвы в слое 0...50 см на уровне 70...90% НВ.

Расчетный слой почвы 0...50 см принимался исходя из условий формирования в нем корневой системы основного корня и отводков (побегов).

Повторность опыта 4-х кратная. Во избежание влияния краевого эффекта размер опытных делянок (повторности) составлял 1300 м². Крайние 4 ряда, а также крайние 30 кустов каждого учетного ряда являлись защитными. На всех вариантах опыта принималась единая агротехника возделывания маточника.

Даты начала поливов на вариантах импульсного дождевания определялись по достижению влажности почвы в расчетном слое нижнего предела, принятого для каждого варианта. Потребные суточные поливные нормы определялись по испарителю ГГИ-3000. Продолжительность внесения суточной поливной нормы рассчитывалась по зависимости:

$$t_n = \frac{m_n \cdot T_u \cdot \omega_d}{3,6 \cdot V_d},$$

где t_n — продолжительность внесения поливной нормы, ч;

T_u — продолжительность рабочего цикла импульсного дождевателя, с; m_n — суточная поливная норма, установленная по испарителю, м³/га; ω_d — площадь, обслуживаемая импульсным дождевателем, га; V_d — объем выхлопа импульсного дождевателя за рабочий цикл, л.

На опытном участке проводились наблюдения за динамикой влажности почвы, климатическими условиями, фенологией и др. Работы проводились согласно существующих методик и требований, предъявляемых к полевому опыту / 1,2,3,4,5,6 /.

При отклонении влажности почвы на опытных делянках от принятого уровня поливные нормы корректировались по формуле А.Н. Костякова.

Выход стандартных отводков, балл окоренения и затраты воды на единицу продукции являлись основными критериями оценки различных вариантов опыта.

За вегетационные периоды исследуемых лет количество поливов на вариантах импульсного дождевания изменялось от 74 до 131

в зависимости от поддерживаемого уровня влажности корнеобитаемого слоя почвы. Суточные поливные нормы на вариантах импульсного дождевания составляли 10–110 м³/га. На контроле было проведено 11–13 поливов нормами 120–670 м³/га. Динамика влажности почвы на опытном участке за вегетационный период на примере 1986 года показана на рис. 1. При импульсном дождевании было достигнуто более равномерное увлажнение почвы на протяжении вегетационного периода. Отклонения от принятого уровня влажности до 10% НВ имели место в течение 5...10 дней в случае выпадения осадков, а также до и после проведения агротехнических мероприятий. Для создания или восполнения влагозапасов в почве при проведении таких мероприятий работа системы импульсного дождевания осуществлялась в асинхронном режиме, то есть водоподача превышала водопотребление растений. На контрольном варианте наблюдались резкие колебания влажности почвы (от 60 до 100% НВ).

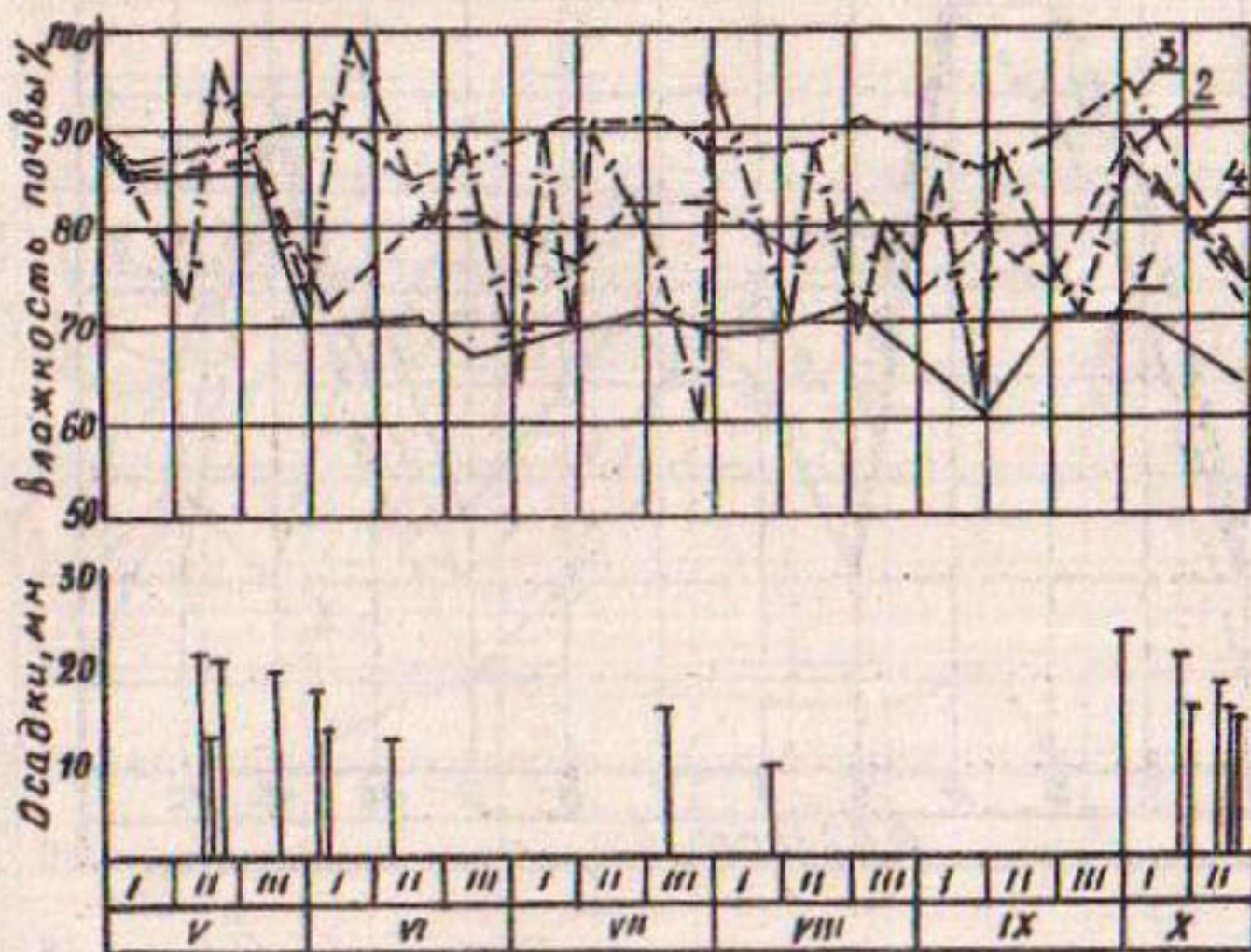


Рис. 1. Динамика влажности почвы на опытном участке (1986 г.):

I – I вариант; 2 – II вариант; 3 – III вариант;
4 – IV вариант

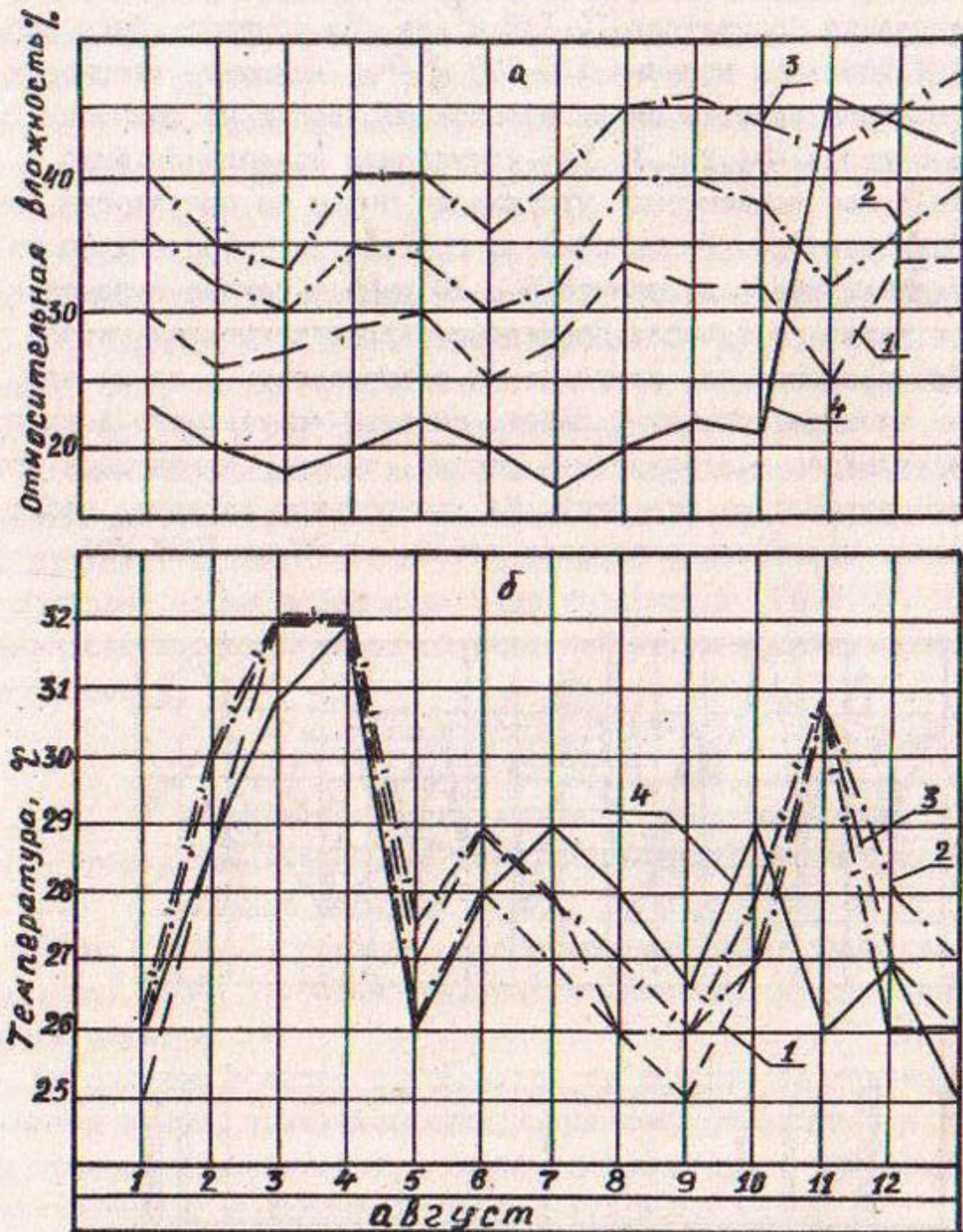


Рис. 2. Динамика относительной влажности (а) и температуры (б) воздуха в приземном слое в 13 часов

(1986 г.):
 I – I вариант; 2 – II вариант; 3 – III вариант; 4 – IV вариант

Анализ наблюдений за относительной влажностью воздуха в приземном слое показал, что на вариантах импульсного дождевания этот показатель был выше на 5...15%, чем на контроле. В отдельные дни (рис.2), перед поливом контрольного варианта, эта разница доходила до 25%. После полива контрольного варианта, значения относительной влажности воздуха на нем выравнивались со значениями влажности воздуха на вариантах импульсного дождевания.

Наблюдениями за температурой приземного слоя воздуха (рис.3) установлено, что на вариантах импульсного дождевания она была на 1...2⁰С ниже, чем на контроле в межполивной период. В день полива контрольного варианта температура приземного слоя воздуха здесь ниже, чем на вариантах импульсного дождевания. Затем, в течение 2...4 суток, она постепенно поднималась и до следующего полива имела значения выше, чем при импульсном дождевании.

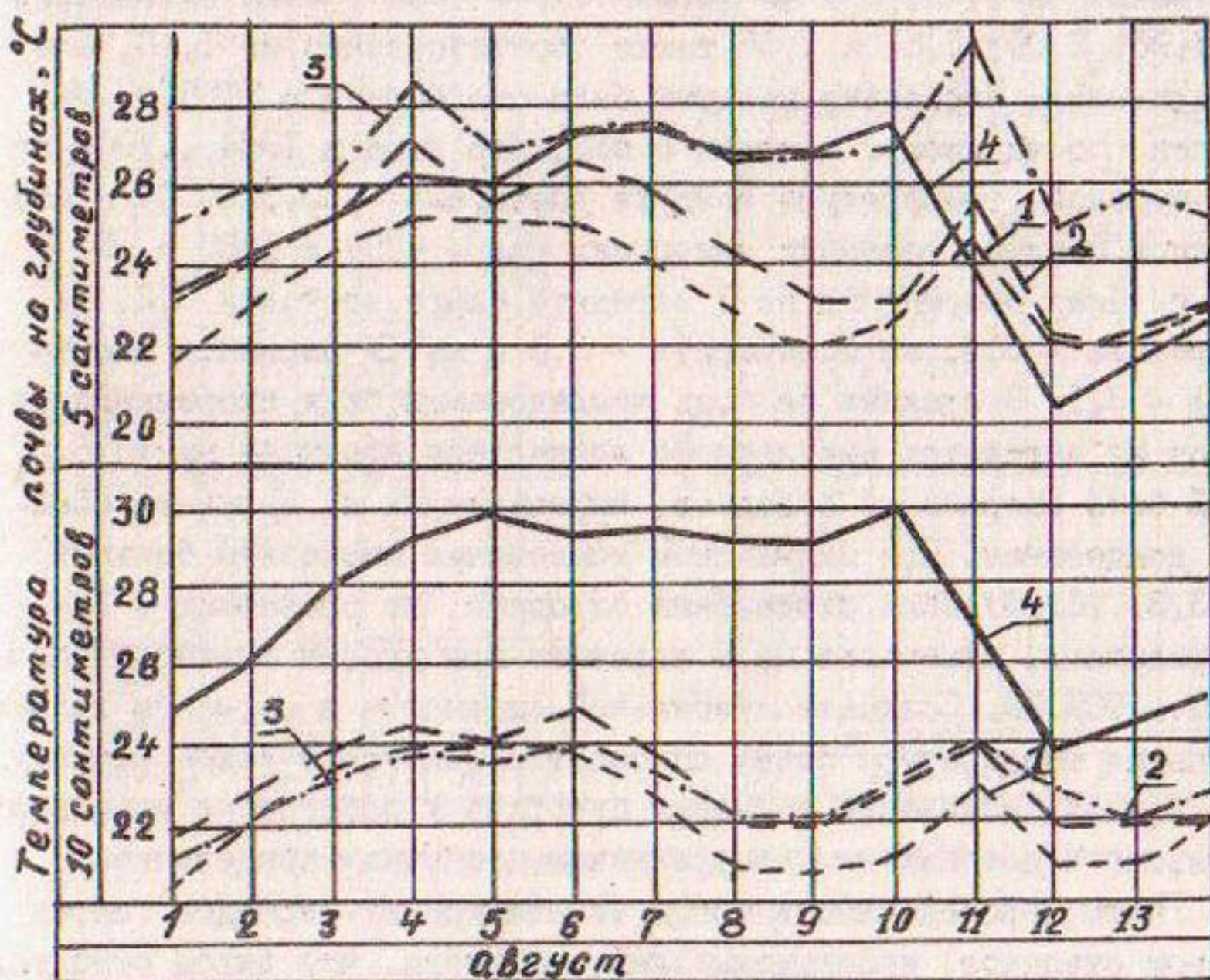


Рис.3. Температура почвы на вариантах опыта в 13 часов:
I - I вариант; 2 - II вариант; 3 - III вариант; 4 - IV вариант

Метеорологические наблюдения, проведенные на вариантах опыта, показали, что при импульсном дождевании развитие отводков протекает в более лучших микроклиматических условиях, чем при обычном дождевании. Это подтверждается и температурой почвы, измерявшейся на глубинах 5, 10, 15 и 20 см, непосредственно в холмике. Наибольшая разница температур почвы на вариантах импульсного дождевания, по сравнению с обычным дождеванием, наблюдалась на глубине до десяти сантиметров (рис. 3), где она достигала 9°C .

Результаты фенологических наблюдений за вегетационные периоды 1984...1986 гг. на участке маточника показали, что технологические схемы полива импульсным дождеванием оказали положительное влияние на качество корневой системы отводков (балл окоренения) и увеличили выход общего количества отводков, в том числе и стандартных, по сравнению с обычным дождеванием. Так балл окоренения в 1984 г. составил 3,0; 3,2; 3,3, и 2,5 соответственно на I, II, III и IV вариантах. В 1985 г балл окоренения был 1,96; 2,09; 1,61 и 1,58 также соответственно на I, II, III и IV вариантах. Несколько меньший балл окоренения в 1985 г. был получен, по-видимому, в связи с тем, что зима в 1984...1985 гг. была суровой (температура воздуха достигала $-25...30^{\circ}\text{C}$) и наблюдались поздние весенние заморозки (до -4°C) в 1985 г. В 1986 г. балл окоренения на I варианте опыта составил 3,2, на II варианте – 3,4, на III варианте – 3,5 и на IV варианте (контроль) – 3,1. В среднем за годы исследований балл окоренения отводков на вариантах импульсного дождевания превышал на 13,6...21,0% балл окоренения отводков, выращиваемых на варианте обычного дождевания. При импульсном дождевании несколько больший (на 3,3...6,5%) балл окоренения отводков, по сравнению с I и III вариантами, отмечался на II варианте при уровне влажности почвы 75...80% НВ. Создание стабильной влажности в насыпном холмике и меньшая температура почвы способствовали также более раннему (до 10 дней) появлению корневых бугорков у побегов на вариантах импульсного дождевания, по сравнению с обычным дождеванием.

Учеты, проведенные в конце вегетационных периодов (перед отъемом отводков) исследуемых лет, показали, что выход отводков с 1 га площади маточника составил в 1984 г. 90,1; 86,7; 83,4 и 81,2 тыс. шт. соответственно на I, II, III и IV вариантах опыта.

В 1985 г. было получено отводков с I га 92,3; 88,4; 60,3 и 48,6 тыс.шт., а в 1986 г. - 74,1; 95,3; 82,9 и 64,4 тыс.шт. соответственно на I, II, III и IV вариантах. В среднем за годы исследований выход отводков с вариантов импульсного дождевания превышал на 16,7...39,2% выход отводков с варианта обычного дождевания. Из сравниваемых вариантов импульсного дождевания выделялся II вариант, на котором количество отводков превышало в среднем за 3 года на 5,4% количество отводков на I варианте и на 19,3% - на III варианте.

Согласно статической обработки, лучшими вариантами, достоверно превышающими по выходу стандартных отводков контроль, оказались варианты I и II. Отводки с делянок этих вариантов имели умеренный рост (рис.4) и наибольший процент стандартных отводков от общего числа отросших побегов: 88% в 1984 г., 70% в 1985 г. и 62% в 1986 г.

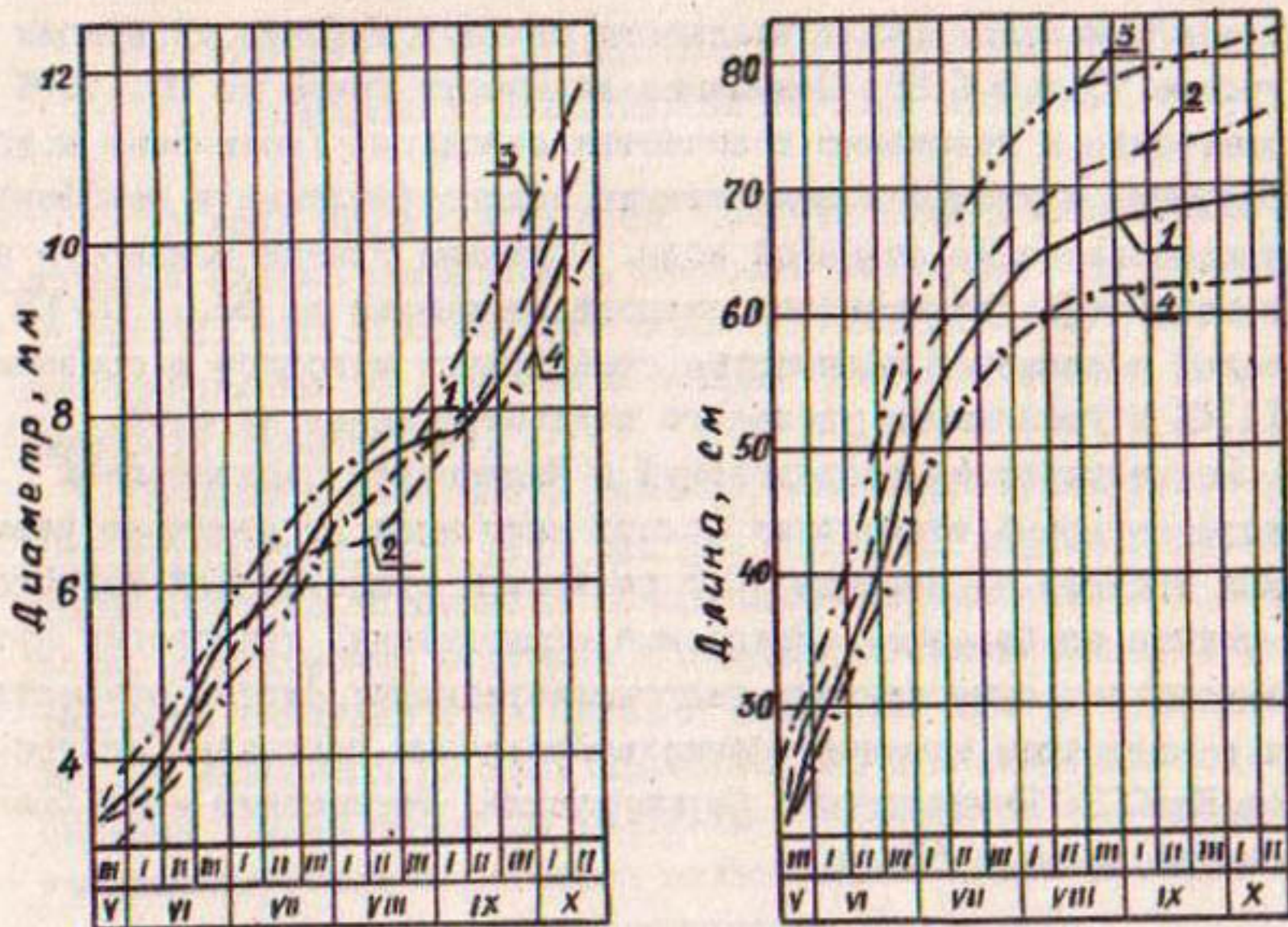


Рис.4. Динамика роста побегов (1986 г):
I - I вариант; 2 - II вариант; 3 - III вариант; 4 - вариант

Для получения вышеприведенного количества отводков за 1984...1986 гг. было затрачено в среднем на I варианте – 7680 м³/га (суммарное водопотребление), на II варианте – 8650 м³/га, на III варианте – 9180 м³/га, на IV варианте – 7710 м³/га. Удельное водопотребление в среднем за эти же годы составляло 99,6; 96,1; 121,5; 119,1 м³/тыс.шт. соответственно на I, II, III, IV вариантах опыта. Наименьшее удельное водопотребление в среднем за три года (96,1 м³/тыс.шт.) получено на II варианте, где оно было на 19,3% меньше удельного водопотребления на контрольном участке. На I варианте удельное водопотребление поднималось до 99,6 м³/тыс.шт., а по сравнению с контролем было ниже на 16,4%. Что касается III варианта, то здесь наблюдалось резкое повышение затрат воды на выращивание отводков.

Проведенные исследования показали, что наиболее благоприятные условия для роста и развития маточника вегетативно размножаемых подвоев на почвах тяжелого механического состава наблюдались при поддержании влажности почвы в течение вегетации на уровне 75...80% НВ. Повышение влажности почвы до 85...90% НВ не приводило к повышению количества отводков. Увеличение водообеспечения приводит к возрастанию водопотребления и неэффективному использованию поливной воды. Снижение уровня влажности почвы в течение вегетационного периода маточника до 65...70% НВ приводит к снижению количества стандартных отводков в среднем на 14,4% и увеличению удельного водопотребления на 3,6%.

По результатам исследований в Меркенском плодоягодном совхозе внедрена технология полива маточника вегетативно размножаемых подвоев на площади 10,5 га взамен существующей технологии полива по бороздам. Внедрение исследований технологии путем реконструкции существующих гидромелиоративных систем осуществляется в настоящее время в специализированных совхозах Госагропрома КазССР: Чимкентский, Сарыагачский, Меркенский и им. Джандосова на площади 60 га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у д а г о в с к и й Б.И. Карликовые подвои для яблони. – М.: Сельхозгиз, 1959.

2. Б у д а г о в с к и й Б.И. Культура слаборослых плодовых деревьев.- М.: Колос, 1976.
 3. Д о с п е х о в Б.А. Методика полевого опыта.- М.: Колос, 1979.
 4. Д о с п е х о в Б.А. Практикум по земледелию.- М.: Колос, 1977.
 5. П а в л о в а М.Д. Практикум по агрометеорологии.- Л.: Гидрометеиздат, 1984.
- Плодовый питомник / Под ред. З.А.Метлицкого; сокр.пер.с нем. Кудрявцева Р.П.- М.: Колос, 1978.

М.М.Трусов
кандидат технических наук
В.А.Тумлерт
инженер
(КазНИИВХ)

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРКАСА ФИЛЬТРА

Из всех песчаных пустынь Средней Азии и Казахстана Муюн-кумский массив находится в наиболее благоприятных климатических условиях, что способствует более интенсивному его хозяйственному использованию. В этой связи важным фактором встает вопрос обводненности территории.

В Центральной части песчаного массива Муюнкум поверхностных вод не имеется. Все реки располагаются по окраинам песков, поэтому основным источником обводнения пастбищ являются подземные воды, каптируемые шахтными колодцами и скважинами. Однако эффективность действия этих скважин далеко не всегда удовлетворительна. По имеющимся данным, примерно 20% существующих водозаборных скважин бездействует по различным причинам, в том числе из-за уменьшения дебитов до столь малых величин, при которых насосная эксплуатация становится невозможной. Около 40% остальных скважин функционирует с недостаточно высокой производительностью, не соответствующей потенциальным возможностям эксплуатируемых водоносных горизонтов и не удовлетворяющей в полной мере потребностей водопользователей.

Недостаточно эффективная работа водозаборных скважин обусловлена различными причинами, в частности, несовершенной технологией вскрытия водоносных горизонтов, некачественным освоением вновь вводимых скважин, интенсивным зарастанием фильтров и прифильтровых зон скважин колюматирующими отложениями различного происхождения как следствие нерациональной их эксплуатации и плохой постановки ремонтно-восстановительных работ.

До последнего времени единственным путем реконструкции действующих систем обводнения и сельхозводоснабжения было бурение новых водозаборных скважин взамен малодебитных. Такая практика далеко не всегда позволяла добиться улучшения обводнения, так как зачастую производительность новых скважин также оказывалась недостаточно высокой и продолжала еще больше понижаться в процессе последующей эксплуатации. Кроме того, бурение дополнительных скважин взамен малодебитных требовало соответствующих, весьма значительных, материальных затрат.

Наиболее экономичное и рациональное решение этой проблемы заключается в массовом внедрении в практику эксплуатации эффективных технологий восстановления производительности скважин. Одним из таких способов является промывка фильтрующей оболочки и прифильтровой зоны скважины с помощью каркаса фильтра конструкции КазНИИВХ / 1 /, выполненного из полых стержней с перфорацией на наружной поверхности каркаса.

Эффективность данного способа на ранней стадии формирования колюматирующих отложений достигается тем, что промывное устройство (каркас фильтра) находится непосредственно в контакте с фильтрующей оболочкой и прифильтровой зоной, а рыхлые образования вязкой консистенции имеют незначительную прочность / 2 /. Это необходимо учитывать при организации технического обслуживания и ремонте скважин.

Например, если в начальной стадии диагенеза осадки можно ликвидировать с помощью гидроразмыва, свабирования и интенсивной откачки, то впоследствии их можно разрушить только с помощью взрывов, солянокислотной обработки и других сложных методов ремонта. Однако и эти методы ремонта не всегда приводят к восстановлению дебита скважин / 3 /.

Способ основан на свойстве высоконапорной струи диспергировать частицы колюматанта, нарушать связанность между ними и от-

делать от поверхности, на которой он отложился.

В результате лабораторных исследований и натурных испытаний разработана технология восстановления водоприемной способности закольматированных фильтров с помощью системы напорных струй, создаваемых каркасом фильтра, и собран опытный образец передвижной установки для выполнения работ этим способом.

Технология способа предусматривает проведение следующих операций на скважине: определение гидравлических характеристик, осуществление промывки фильтра и прифилтровой зоны, оценка эффективности восстановительных мероприятий.

При повседневной эксплуатации скважин фильтр используется по своему прямому назначению: поддерживает в устойчивом состоянии водосодержащие породы и отделяет их от воды, поступающей в скважину. А во время декольматации фильтр используется для создания системы высоконапорных струй.

Наиболее распространенные схемы обвязки скважины для промывки с помощью каркаса фильтра представлены на рис. I. Состав работ по схеме Ia включает: откачку воды из скважины погружным насосом 5, при открытой задвижке 4 и закрытом вентиле 3 с целью определения гидравлических характеристик скважины, после чего вентиль 3 открывают, и закрывают задвижку 4, при этом вода под давлением по трубопроводу 2 подается в каркас фильтра I и из него уже в виде струй оmyвает фильтрующую поверхность и часть прифилтровой зоны, находящейся с ней в контакте. Затем задвижку 4 открывают, а вентиль 3 прикрывают — откачиваемую воду направляют на слив и следят за содержанием в воде илистых отложений. После того, как произойдет осветление воды, вновь осуществляют промывку. Промывку и слив воды производят до тех пор, пока после очередной промывки в воде не будет наблюдаться заметного увеличения илистых отложений. В процессе откачки на слив периодически измеряют дебит скважины.

Существенным достоинством такого способа контроля хода промывки является совмещение в одном комплексе технологических и контрольных операций. Причем продолжительность промывки с каждым циклом увеличивается от 3...5 мин до 20...30 мин.

Схема Ia обвязки скважины с погружным насосом наиболее распространена на объектах сельхозводоснабжения, а на объектах обводнения пастбищ нашла распространение схема Ib.

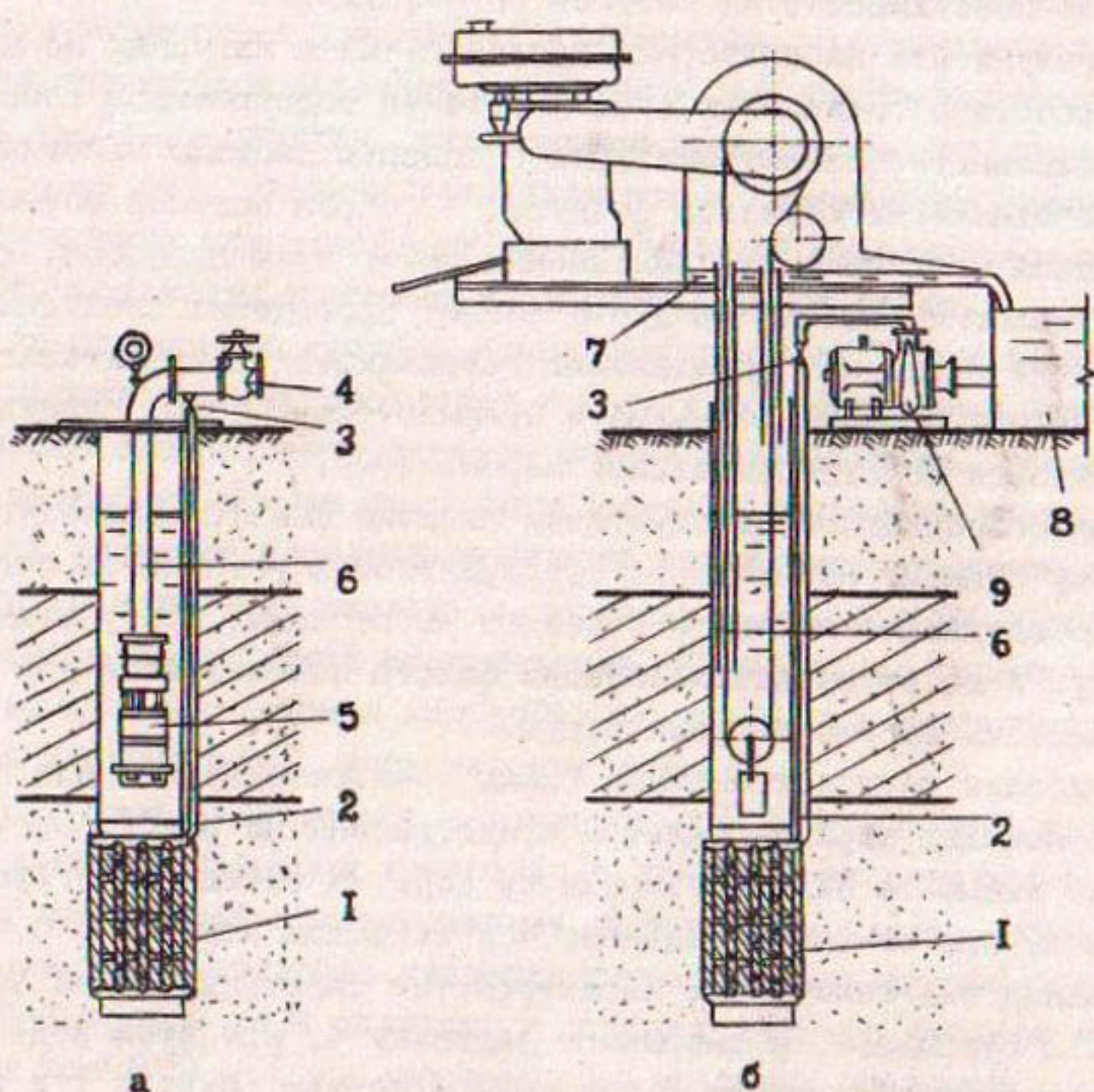


Рис. I. Схема обвязки скважины для гидравлической промывки с помощью каркаса фильтра:
 а - в случае применения для откачки погружного электронасоса;
 б - при использовании для откачки шнурового водоподъемника;
 I - промывной каркасно-стержневой фильтр;
 2 - трубопровод; 3 - вентиль; 4 - задвижка;
 5 - погружной электронасос; 6 - водоподъемная труба; 7 - водоподъемник шнуровой ВШП-50А;
 8 - резервуар; 9 - высоконапорный насос

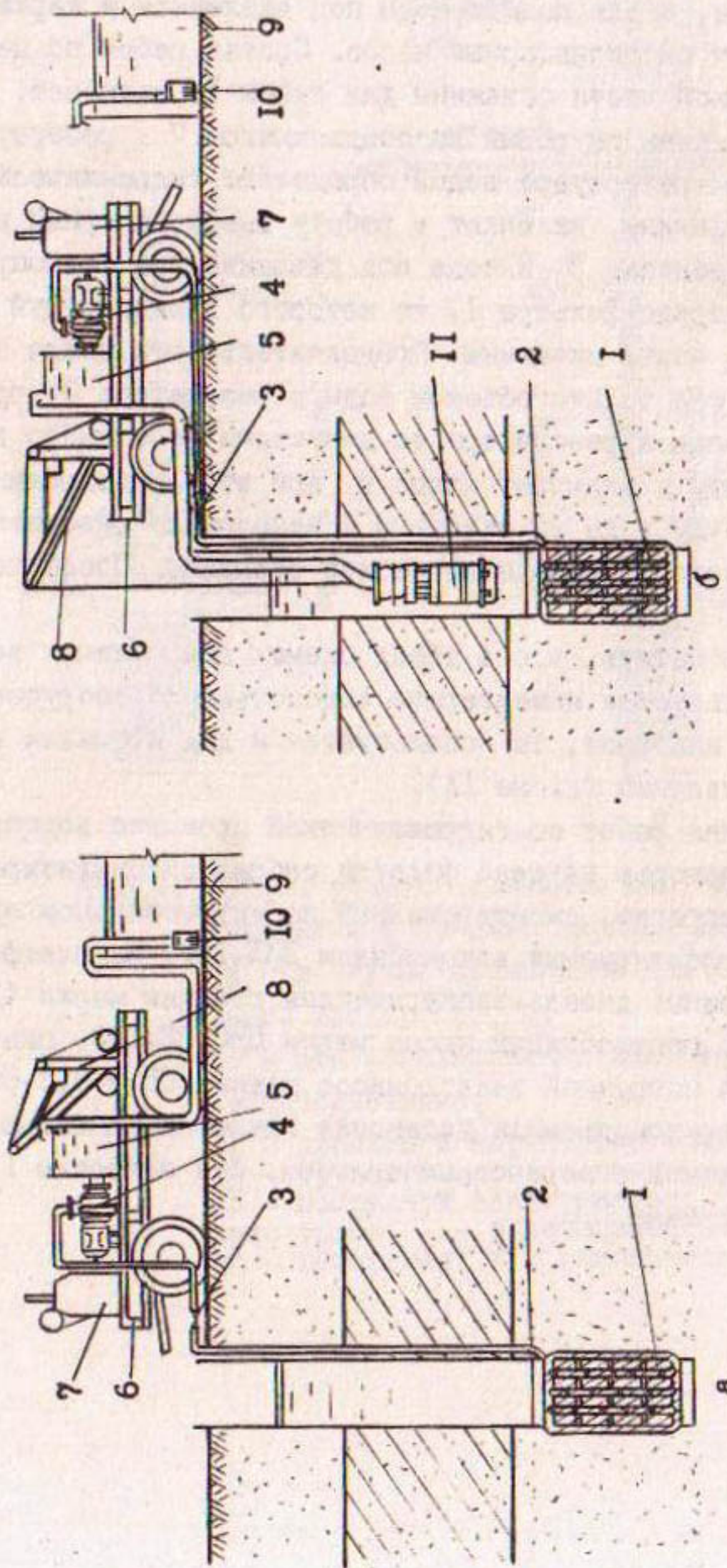


Рис. 2. Технологическая схема гидравлической промывки скважины специализированным агрегатом:
 а - в случае насосной эксплуатации скважины; б - в случае законсервированной скважины;
 1 - промывной каркасно-стержневой фильтр; 2 - трубопровод; 3 - вентиль, 4 - высоко-
 напорный насос; 5 - емкость; 6 - автоприцеп; 7 - дизель-электрический агрегат;
 8 - лебедка; 9 - резервуар; 10 - насос Гном; 11 - погружной насос

Технологические схемы работы агрегата приведены на рис. 2. На схеме 2а рассматривается случай насосной эксплуатации скважины. По этой схеме откачка воды из скважины и слив ее в резервуар 9 производится водоподъемным оборудованием, смонтированным на скважине, а остальные операции выполняются оборудованием спецагрегата. Вода из резервуара 9 перекачивается насосом 10 в емкость 5, откуда забирается насосом 4 для промывки скважины при открытом вентиле 3, по трубопроводу 2 и через каркас фильтра I на фильтрующую поверхность.

На схеме 2б рассматривается случай обработки водоприемной части скважины в период межсезонного простоя (консервации) при демонтированном водоподъемном оборудовании. Обработка такой скважины начинается с подвешивания в скважине погружного насоса II на тросе грузоподъемной установки 8. Производят откачку воды из скважины для заполнения резервуара 9 и емкости 5 с одновременным определением гидравлических характеристик. Затем производят промывку водоприемной части скважины насосом 4, по мере снижения уровня воды в емкости 5 запас пополняют из резервуара 9 насосом 10.

По окончании всех операций по промывке производят оценку эффективности проведенных мероприятий. Для этого сопоставляют удельные дебиты скважины, определенные в период обследования и после окончания работ по увеличению водопроницаемости фильтра, или определенные для этих же моментов коэффициент фильтрации прифильтровой зоны скважины и показатель обобщенного сопротивления фильтра.

Коэффициент фильтрации прифильтровой зоны скважины определяют по данным о восстановлении уровня в стволе скважины после откачки. Согласно методики ВНИИ ВОДГЕО необходимо иметь 15... 18 промежуточных замеров при восстановлении уровня с повышенной частотой сразу после отключения скважины и проследивать восстановление уровня не менее 2-х часов. Замеры делаются после отключения насоса в следующее время (мин.): 1, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 17, 20, 30, 40, 60, 90 и 120. Можно прекращать измерения раньше, в том случае, если результаты 2-х...3-х замеров повторились. Полученные данные о понижении уровня S_i от статического $H_{ст}$ (последнего замера) в момент времени t_i обрабатываются следующим образом: производится построение графика зависимости наблюдае-

мых понижений уровня S_i от соответствующих $\lg t_i$ и определяется уклон графика:

$$\lg \alpha = \frac{S_{i+1} - S_i}{\lg t_{i+1} - \lg t_i}.$$

При известном уклоне $\lg \alpha = B$ определяют величину коэффициента фильтрации прифилтровой зоны скважины:

$$k = \frac{0.1832 Q}{B}.$$

Для контроля определяют показатель обобщенного сопротивления фильтра ("скин-эффект") – влияние призабойной зоны на величину забойного давления по формуле / 4 /:

$$s = 1.15 \left(\frac{A}{B} - \lg \frac{2.246 a}{r_c^2} \right),$$

где a – коэффициент пьезопроводности пласта; r_c – радиус скважины; A – начальная ордината графика в координатах ΔS ; $\lg t$.

При длине фильтра скважины, близкой к мощности пласта, и $s > 5$ восстановительные работы на скважинах необходимы.

В течение 1983...1987 годов на обводнительных скважинах пастбищ Муюнкум проводились полевые испытания способа восстановления дебита с применением каркаса фильтра. Их целью являлась отработка технологических режимов промывки и выбор наиболее рациональных параметров ее ведения. Обязка скважин, подготовленных для испытаний, соответствовала схеме Iб, а весь комплекс работ выполнялся с помощью передвижного специализированного агрегата согласно схем рис.2. Наблюдения за динамикой изменения дебита скважины № 3027/3, введенной в эксплуатацию на пастбищах совхоза Уюкский Таласского района Джембулской области в ноябре 1983 года с первоначальным дебитом I л/с при понижении статического уровня в скважине на 9 м, приведены в следующей таблице.

Таблица

Динамика изменения дебита скважины № 3027/3 при понижении $S = 9$ м

Время	Дебит, л/с		Увеличение дебита после промывки, %
	до промывки	после промывки	
4.II.83 г.	I	–	–

Продолжение табл.

I	!	2	!	3	!	4
12.10.84 г.		0,75		0,94		20,2
6.10.85 г.		0,78		0,93		16,1
20.06.86 г.		0,73		0,87		16,1
15.10.87 г.		0,67		0,81		17,3

Все это указывает на эффективность разработанного метода восстановления дебита скважин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т р у с о в М.М., Т у м л е р т В.А. Оборудование скважин каркасно-стержневыми фильтрами // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.- 1986.- № II.
2. Т р у с о в М.М., Т у м л е р т В.А. Влияние режима водоотбора на характер кольтматации фильтра и прифилтровой зоны скважины // Совершенствование систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения пастбищ и лиманного орошения.-/Ташкент, 1986.- (Сб.науч.тр.).
3. К и с е л е в О.К. Повышение срока эксплуатации водозаборных скважин.- М.: Колос, 1975.
4. А л е к с е е в В.С., Г р е б е н н и к о в В.Т. Восстановление дебита водозаборных скважин.- М.: Агропромиздат, 1987.

А.Т. Базарбаев
кандидат технических наук
(КазНИИВХ)

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЗАБОРНЫХ УЗЛОВ С РУСЛОВЫМИ БАССЕЙНАМИ-ОТСТОЙНИКАМИ

В естественном состоянии речным потоком транспортируется огромное количество твердых частиц, основная масса которых приходится на вегетационный период (до 90%), что вызывает значительные эксплуатационные затруднения при водозаборе из горных рек.

Борьба с крупными фракциями наносов (донными) осуществляется в пределах водозаборного сооружения, что усложняет их конструкцию и приводит к удорожанию стоимости узла. Существующие конструкции водозаборных сооружений обеспечивают удовлетворительную борьбу с донными наносами при коэффициенте водозабора до $K_c < 0,8$.

В связи с острой нехваткой водных ресурсов на Юге Казахстана и Киргизии в вегетационный период большинство водозаборных узлов горно-предгорной зоны эксплуатируется в режиме полного водозабора. В этих условиях традиционные способы борьбы с донными наносами, основанные на использовании конструктивных особенностей водозаборных сооружений не приемлемы, и в этом случае наносы, транспортируемые водным потоком, полностью аккумулируются в верхнем бьефе и периодически смываются в нижний бьеф сооружений.

Однако, как показали результаты натурных исследований, для смыва наносов, отложившихся в верхнем бьефе низконапорной плотины горных рек, затрачивается до 10% суточного объема стока в самый напряженный период полива сельскохозяйственных культур / I /. Кроме того, не всегда обеспечивается эффективный смыв наносных отложений из верхнего бьефа из-за отсутствия оптимальных промывных расходов в реке. Это приводит к нерациональному сбросу оросительной воды при гидравлической промывке.

В последние годы в Киргизии получило широкое распространение строительство русловых бассейнов-отстойников на горных реках, которые позволяют регулировать жидкий сток реки, подвержен-

ный резким колебаниям как в суточном, так и в многолетнем разрезе, и обеспечивают полное аккумулярование донных и частично взвешенных наносов в русловом отстойнике.

Русловые бассейны-отстойники построены на горных реках Аламедин, Ала-Арча и Иссык-Ата.

В 1977 году в целях орошения на р. Иссык-Ата построен водозаборный узел, створ которого выбран ниже гидропоста с. Дрьевка. Учитывая сложный гидрологический и наносный режим реки, при компоновке водозаборного узла в верхнем бьефе построен русловой отстойник для улавливания влекомых наносов.

Объем руслового отстойника, созданного земляной плотиной высотой 12 м, оценивается в 300 тыс. м³. Запланирована вторая очередь строительства, предусматривающая увеличение объема отстойника до 4...5 млн. м³. Ориентировочный срок службы руслового отстойника, после ввода второй очереди, оценивается в 50 лет / 2 /.

Для забора воды из руслового отстойника в магистральный канал в теле земляной плотины построен башенный водовыпуск, состоящий из двух секций с размерами 3х4х8,7 (b×l×h м). Вход водовыпуска по мере заваливания наносами перекрывается сборными железобетонными плитами.

Вода из водовыпуска в нижний бьеф отводится по двум железобетонным трубам прямоугольного сечения размерами 3х2 м и длиной 40 м. В нижнем бьефе построен водобойный колодец длиной 15 м шириной 6,4 м. За колодцем размещены два регулятора, один из которых служит для подачи воды в магистральный канал, другой для сброса паводковой воды в русло реки.

КазНИИВХ проводились натурные исследования на Иссык-Атинском русловом отстойнике с целью определения объема наносов, отложившихся за паводковый период и за время эксплуатации.

Геодезическая разбивка чаши руслового отстойника производилась через 50 м на десять створов (рис. I.), и на каждом промерном створе нивелиром через 10 м снимались отметки дна отстойника. Количество промерных створов выбрано так, чтобы последний створ находился вне зоны влияния кривой подпора.

Таблица I

Фракционный состав наносов в Иссык-Атинском русловом отстойнике

Место отбора проб	Дата взятия пробы	Диаметр частиц в мм и их содержание по весу в процентах										d, c.p. мм
		более 40	40+20	20+10	10-5	5+3	3+2	2+1	1+0,5	0,5+0,25	менее 0,25	
I	сг-1	8,5	8,3	16,08	16,3	12,6	13,4	7,7	7,5	9,62	6,0	
3		-	10,8	15,7	11,4	5,86	17,3	8,9	13,6	16,44	4,0	
6		-	-	-	-	-	-	-	1,06	98,94	0,12	
I		31,3	39,8	17,7	6,01	1,89	1,26	0,63	1,41	-	17,0	
2	июль	16,3	17,0	7,3	5,5	2,9	2,9	1,4	-	-	32,0	
3	1978 г	-	-	1,04	1,74	1,74	15,7	34,6	39,5	5,69	0,83	
4		24,0	13,8	12,0	8,3	8,7	15,0	10,4	6,0	1,8	11,0	
X		82,6	15,4	0,44	-	-	-	-	-	-	54,0	
I		11,09	27,0	25,4	10,2	4,45	4,45	6,00	5,7	5,62	9,94	
2		31,4	28,1	16,9	6,7	3,3	3,9	6,5	2,6	0,6	15,37	
3		41,2	15,5	8,3	4,5	2,7	5,1	12,0	6,1	4,6	15,75	
I		39,9	29,7	7,4	1,2	0,8	1,02	6,8	7,5	5,68	17,15	
2	октябрь	-	18,04	9,6	10,02	7,8	12,6	24,0	13,6	4,34	4,45	
3	1978 г	25,6	38,40	17,5	4,3	2,8	3,3	5,2	2,4	0,5	15,09	
ж/б МК 2 км от водоэа- бора		-	12,9	28,2	18,0	9,7	9,1	14,4	6,3	1,4	5,28	

отстойнике отложилось 218 тыс. м³ наносов. На рис. 2 дан продольный профиль по оси руслового отстойника.

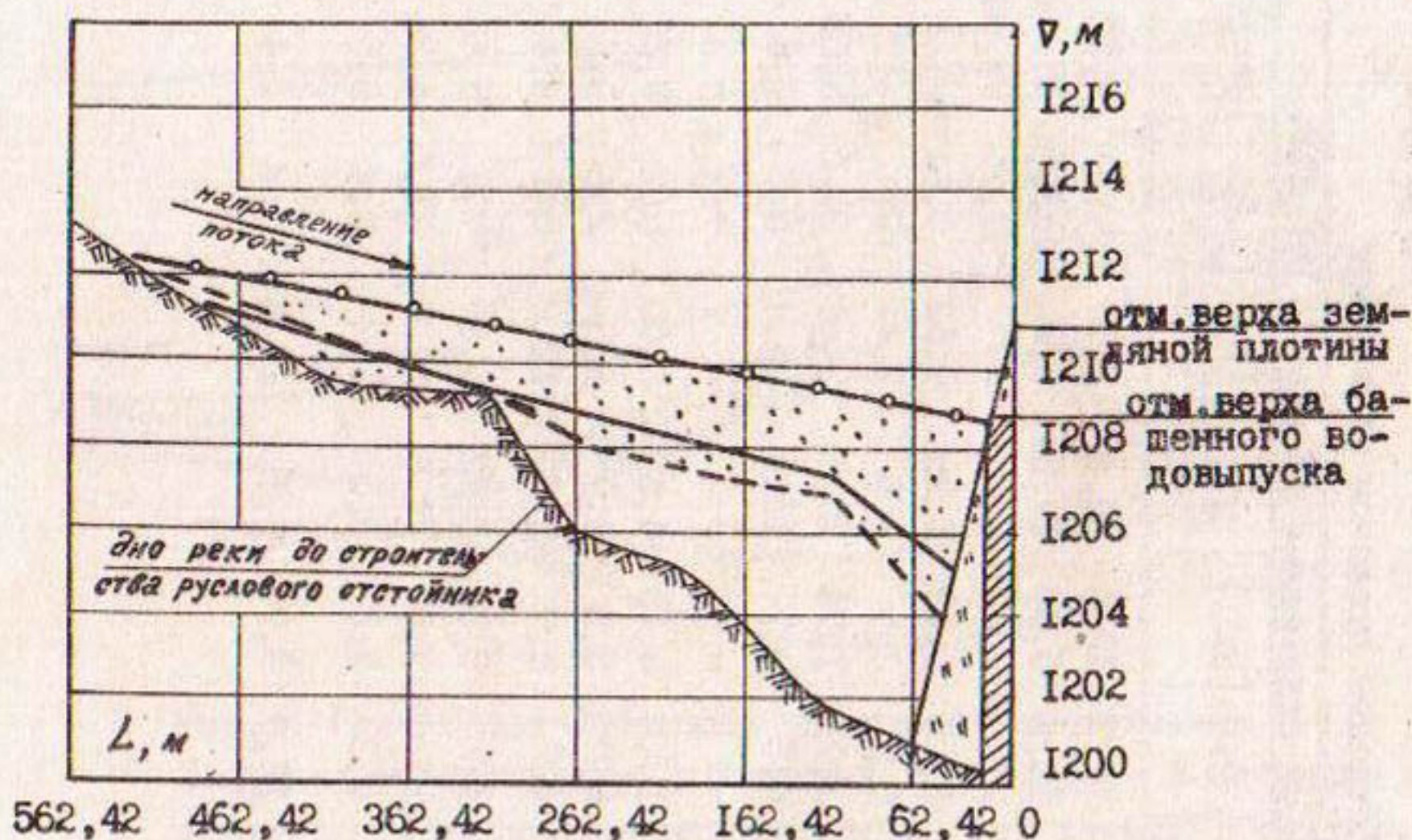


Рис. 2. Продольный профиль по оси руслового отстойника. Отметки дна руслового отстойника, соответствующие съемке: —○— октябрь 1979 г., — октябрь 1978 г., — — — август 1978 г.

Для оценки фракционного состава из чаши руслового отстойника отбирались пробы наносов в 3...4 характерных точках створов. Результаты гранулометрического анализа показали, что взвешенные наносы имеются в первом створе, далее их количество уменьшается от 100% до нуля в X-створе. Прослеживается закономерность уменьшения среднего диаметра наносов от X к I створу (от 54 до 4 мм). В ходе съемочных работ в русловом отстойнике вертушечным способом измерялась скорость воды и определялся расход воды в расчетном створе.

Подпор воды, создаваемый земляной плотиной, распространяется вверх не более чем на 100 м, и ширина русла на много больше ширины устойчивого аллювиального русла, а это приводит к блужданию потока в верхнем бьефе. Условия течения воды в русловом

отстойнике близки к естественным.

Аламединский русловой бассейн-отстойник объемом 300 тыс.м³ построен в 1965 году (рис.3). Водозабор осуществляется через донно-решетчатую галерею; подводщее русло-криволинейное, регулируемое.

В русловом отстойнике осаждаются твердые частицы, регулируется суточная неравномерность жидкого стока, происходит частичное согревание воды и осветленная вода подается на орошаемые поля. Твердые частицы, осевшие в русловом отстойнике, используются как инертный материал для бетонного завода, построенного на территории гидроузла. Соответственно емкость бассейна-отстойника ежегодно восстанавливается на величину объема инертных материалов, используемых бетонным заводом. Однако, как показывает опыт эксплуатации, производительность бетонного завода настолько мала, по сравнению с годовым объемом наносов, что выбор грунта из отстойника не оказывает существенного влияния на восстановление его полезной емкости.

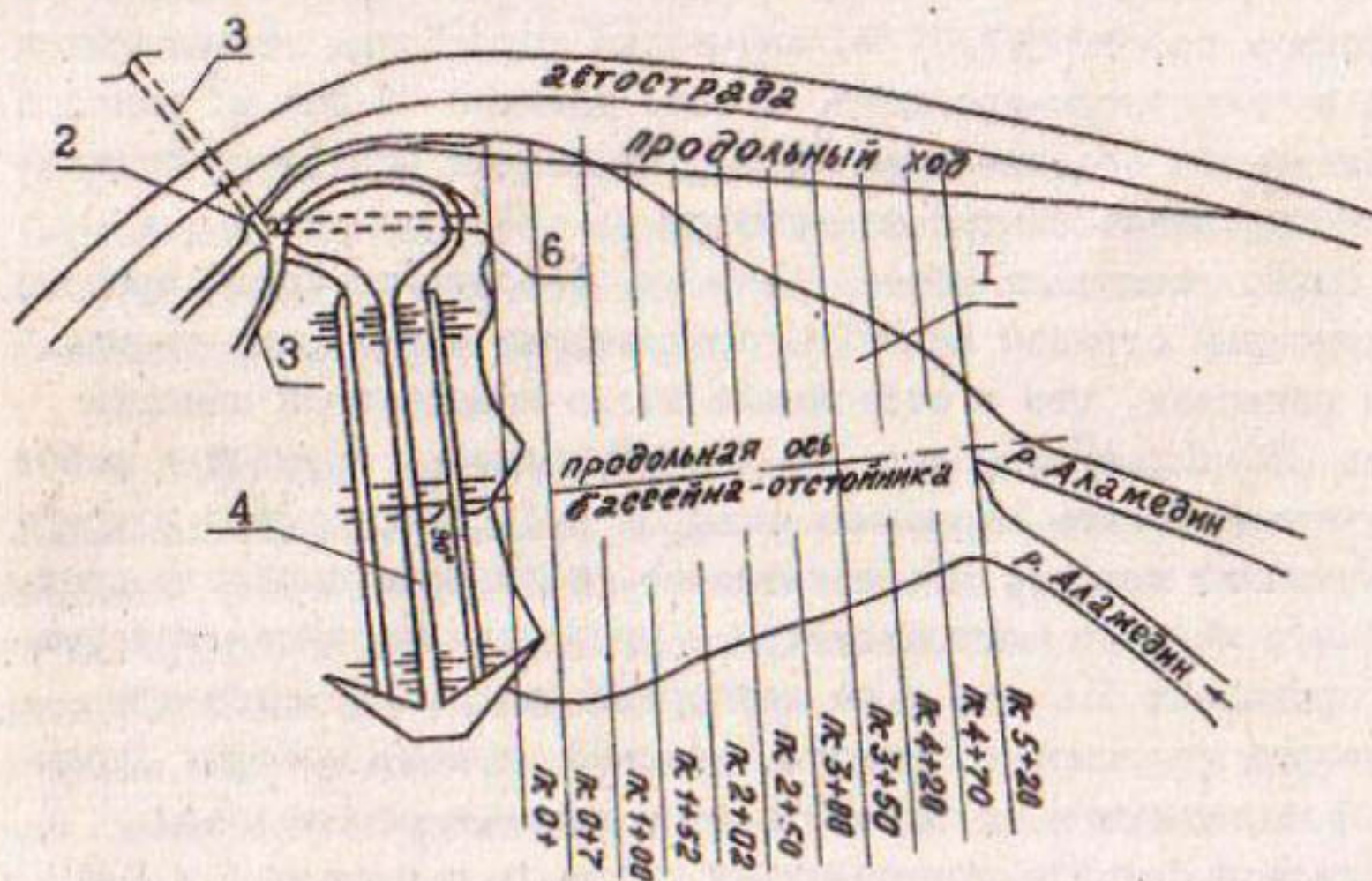


Рис.3. План Аламединского руслового бассейна-отстойника:
1-русловой бассейн-отстойник; 2-водозаборное сооружение;
3-отводящий канал; 4-земляная плотина; 5-бетонный завод;
6-опорожняющий трубопровод

В 1976 году проектной группой Чуйского бассейнового управления оросительных систем произведена съемка, которая определила объем наносов, отложившихся в нем за II лет эксплуатации, равный 345,3 тыс.м³.

Для очистки наносов, отложившихся в русловом отстойнике, применялся земснаряд, с помощью которого было удалено 30...40 тыс.м³ наносов. Однако гидромеханический способ очистки не дал ожидаемого результата из-за ограниченности зоны действия и малой производительности земснаряда.

Производилась гидравлическая промывка наносных отложений из чаши Аламединского руслового отстойника через опорожняющие трубопроводы, проложенные под земляной плотиной. Промывка осуществлялась меженным расходом с 15 октября 1978 г. по 10 марта 1979 г. Для повышения производительности промыва бульдозером в наносных отложениях прокладывались пионерные траншеи, и наносы сталкивались в разработанное русло.

По оценке эксплуатационников за промыв было удалено из чаши бассейна-отстойника 120 тыс.м³ наносов. Параллельно гидравлическому промыву производилась механическая разработка отложившихся наносов экскаватором-драглайн, и было удалено 74 тыс.м³ наносов. По приближенным подсчетам за 1978...79 гг. из руслового отстойника было удалено 230 тыс.м³ наносов.

С целью уточнения объема наносов, оставшихся после очистки, экспедиционным отрядом КазНИИВХ произведена нивелирная съемка, которая показала, что в отстойнике после комплексной очистки осталось 230 тыс.м³ наносов. По ходу выполнения съемочных работ в характерных точках промерных створов отбирались пробы наносов на фракционный анализ. Как показывают результаты анализа, средний диаметр наносов, отложившихся в русловом бассейне-отстойнике, не превышает 1,0 мм, и по всей чаше наносы по крупности распределены равномерно. Наносы, средний диаметр которых превышает 4,0 мм, имеются на ПКЗ+50 в зоне переменного подпора.

Русловой бассейн-отстойник на р.Ала-Арча построен в 1986 году. В составе узла донно-решетчатое водозаборное сооружение тирольского типа с криволинейным подводным зарегулированным руслом и русловой отстойник объемом 150 тыс.м³, созданный земляной плотиной высотой 15 м (рис.4).

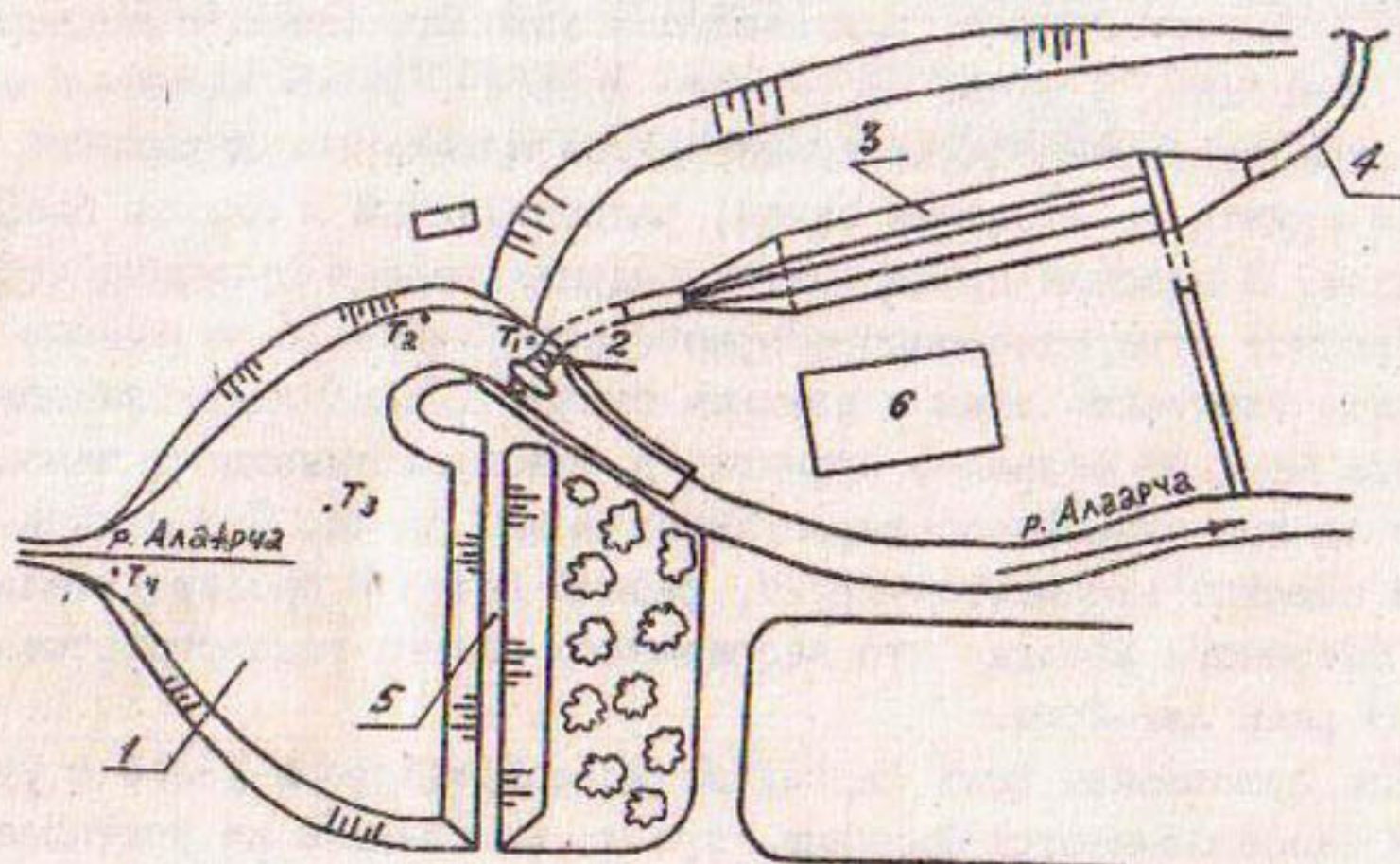


Рис.4. План Ала-Арчинского гидроузла:

- 1-русловой бассейн-отстойник; 2-водозаборное сооружение;
3-четырёхкамерный отстойник; 4-магистральный канал "Туш";
5-земляная плотина; 6-бетонный завод

В 1966 году по реке Ала-Арча прошел селевой поток, который полностью аккумулировался в русловом отстойнике, лишив его регулирующей способности. После этого крупные фракции наносов начали поступать в ж/бетонный магистральный канал "Туш" и для предотвращения этого явления была произведена реконструкция узла в целом. При реконструкции водозаборного сооружения водоприемная галерея была разделена бычком на две части: одна часть водоприемная, с высотой порога 1,5 м; вторая – сбросная, снабженная сегментным затвором. Для уменьшения поступления наносов в водоприемник построен криволинейный циркуляционный порог переменной высоты, и в отдельном бычке имеется сбросное отверстие для смыва наносов в нижний бьеф сооружений. В голове магистрального канала построен двухсекционный 4-х камерный отстойник с периодической промывкой наносов.

КазНИИВХ проведены натурные исследования на Ала-Арчин-

ском гидроузле, и в ходе натурных исследований из чаши руслового отстойника отбирались пробы наносов для гранулометрического анализа, которые показали, что перед водозаборным сооружением и в русловом отстойнике осаждаются песчаные частицы, а крупные частицы (галька, гравий) осаждаются в зоне переменного подпора / 3 /. Ежегодно, с целью частичного восстановления полезной емкости руслового отстойника производится механическая очистка с вывозом грунта на бетонный завод, расположенный в нижнем бьефе гидроузла. В паводок производится гидравлическая промывка через водосбросное отверстие водозаборного сооружения, с частичным снижением горизонта воды в верхнем бьефе. Однако гидравлическая промывка не дает большого эффекта: в основном смываются наносы только из криволинейного зарегулированного русла. При механической очистке вынимается грунт, равный годовой производительности бетонного завода, что несравненно меньше годового стока наносов реки Ала-Арча.

Как показывает опыт эксплуатации водозаборных узлов с русловыми бассейнами-отстойниками, при их компоновке не учитывается селеопасность реки, не предусматривается гидравлическая промывка и слабо разработаны другие способы по восстановлению их полезной емкости.

В целом наличие руслового бассейна-отстойника благоприятно влияет на наносный режим гидроузла, в нем полностью осаждаются влекомые и частично взвешенные наносы, упрощается конструкция водозаборного сооружения. Однако существующие русловые отстойники имеют непродолжительный срок службы (10...12 лет).

Срок службы русловых бассейнов-отстойников можно продлить, предусмотрев при их компоновке транзитный пропуск селевого потока в нижний бьеф сооружений и обеспечив гидравлическую промывку наносов, отложившихся в верхнем бьефе гидроузла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б а з а р б а е в А.Т. Оптимизация режимов гидравлической промывки верхних бьефов гидроузлов горно-предгорной зоны // Повышение эффективности использования водных ресурсов в мелиорации и водном хозяйстве Казахстана. - Ташкент, 1985. - С.140-148. - (Сб. науч. тр. / САНИИРИ, КазНИИВХ).

2. А р т а м о н о в К.Ф., К р о ш к и н А.Н. Русловые наносохранилища на малых реках. — Гидротехника и мелиорация, 1974, № 6.
3. Б а з а р б а е в А.Т. Результаты натурных исследований наносного режима Ала-Арчинского гидроузла // Обводнение, сельскохозяйственное водоснабжение. — Ташкент, 1979. — С.64-71. — (Сб. науч. тр./САНИИРИ, КазНИИВХ).

УДК 631.587(313)

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАЗАХСТАНА

В.Н.Мухамеджанов, Р.И.Вагапов, М.М.Мусекенов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

На основе ретроспективного анализа развития и эффективности орошаемого земледелия в Казахстане производится прогноз научно-технического прогресса в орошении вплоть до 2015 года.

Материалы статьи могут быть использованы плановыми, проектными и хозяйственными организациями республики при планировании водохозяйственных мероприятий.

Табл. I.

УДК 626.84.004.69

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ РЕЖИМОВ И ПАРАМЕТРОВ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

К.Т.Раимбаев, С.Д.Магай

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье показано, что оптимизация мелиоративных режимов почв и параметров гидромелиоративных систем должна осуществляться путем сравнения различных вариантов, с учетом природно-хозяйственных условий и экологических требований. Приведена схема их обоснования.

Иллюстр. I, табл. 4, библиогр. II.

УДК 626.84.004.69

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

М.Жумадильдаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье на основе изучения технического состояния существующих оросительных систем Талды-Курганской области обосновывается необходимость проведения работ по их реконструкции.

В статье определены объемы капитальных вложений для проведения реконструктивных работ и размеры экономического эффекта за счет их освоения.

Табл.2, библиогр.2.

УДК 626.84.004.69

К ОБОСНОВАНИЮ СОСТАВА МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

М.П.Лим, Д.А.Лыгай, Р.Г.Мирсаитов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье на основе анализа почвенно-мелиоративных условий, технического оснащения и эксплуатационного состояния элементов системы, а также фактического водопользования на орошаемых землях осуществлено обоснование направления и состава мероприятий по комплексной реконструкции Арысь-Туркестанской оросительной системы.

Табл.5, библиогр.1.

УДК 628.515+777

О НОРМИРОВАНИИ КАЧЕСТВА ВОД, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ
В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ КАЗАХСТАНА

Р.К.Кайдарова, Л.В.Ляшенко, К.Т.Елеуова

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

Пригодность воды для целей орошения до настоящего времени оценивалась по величине общей минерализации, соотношению катионов и анионов, по широко известным в мелиорации классификациям Антипова-Каратаева и Кадер, Вуданова, Можейко-Воротник и многим другим. Эти оценки позволяли установить степень токсичности солевого состава оросительной воды по отношению к почвам с позиции развития процессов засоления и осолонцевания. Влияние же состава оросительной воды на другие звенья экологической цепи не учитывается. Недостаточен также перечень состава показателей.

В статье излагаются методические основы нормирования качества оросительных вод, учитывающие в комплексе качественное состояние источников орошения, природно-климатические, почвенно-мелиоративные условия орошаемого региона, вид возделываемой культуры, региональные оросительные нормы.

На единой методологической основе для Казахстана будет подготовлен "Временный региональный норматив качества", а с 1991 года начнет действовать Государственный Стандарт.

Табл. I, библиогр. II.

УДК 626.82.004.69

УСТАНОВЛЕНИЕ КПД ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ СЕТИ В ЦЕЛЯХ
РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Т.Т.Сыздыков

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

На основании полевых исследований определены размеры потерь воды на фильтрацию и установлены фактические значения КПД внутрихозяйственной сети зоны Арысь-Туркестанского канала. Установлены расчетные значения параметров для определения потерь

воды на фильтрацию в каналах с различными противофильтрационными одеждами.

Табл. 4, иллюстр. I, библиогр. 5.

УДК 502.3:626.81

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО РАЦИОНАЛЬНОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЕ ПРИРОДЫ ДЖАМБУЛСКОЙ ОБЛАСТИ

И. М. Панасенко, В. А. Хегай

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье освещен вопрос состояния водных ресурсов и их использования для потребностей орошаемого земледелия Джамбулской области. На фактических материалах показано негативное влияние ухудшения экологической обстановки на сельскохозяйственное производство. Предлагаются конкретные мероприятия по организации охраны природы в области и по рациональному использованию водных ресурсов.

УДК 631.674

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ
ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
КОМПЛЕКТОВ АШУ-32 ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

Э. В. Гершунов, Э. Цой

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье дается методика расчета дискретной технологии полива по бороздам, обеспечивающей высокое качество полива. В основе методики лежит полученная по данным многочисленных полевых опытов зависимость относительной длины добега воды по борозде от номера цикла. Методика расчета позволяет выбрать параметры технологии полива (длину борозды, поливную струю, число и длительность цикла водоподачи), обеспечивающие заданную равномерность и КПД техники полива. В зависимости от длины борозды предлагаются две схемы (продольная и поперечная) размещения комплектов АШУ-32 и методика компоновки рабочей части поливного

шланга.

Все расчеты по предлагаемой методике можно вести на микрокалькуляторах типа МК-61 или "Электроника" Б-34.

Приведены программы расчета с помощью калькуляторов.

Табл. I, илл. 2, библиогр. 6.

УДК 532.542:631.347

МЕТОД ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ДОЖДЕВАЛЬНЫМИ МАШИНАМИ

Р. И. Вагапов, А. С. Пак

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье приводится метод расчета тупиковой сети с нефиксированными расходами, основанный на квадратичной аппроксимации, позволяющей производить гидравлический расчет типичной закрытой оросительной сети с дождевальными машинами. По предлагаемому методу произведен расчет конкретного объекта, показавший практическую целесообразность метода.

Илл. 3, библиогр. 3.

УДК 633.16:862.4

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РИСОВЫХ СИСТЕМ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

А. Г. Рау

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

Автоматизированная технологическая линия проектирования рисовых систем при их реконструкции определяет оптимальный вариант конструкции рисовой системы, обеспечивающей минимум удельных приведенных затрат на строительство и максимум жизненных факторов растениям риса и люцерны, позволяет сократить трудозатраты на разработку проекта в 2,5...3 раза, сроки выполнения в 4...5 раз.

УДК 633.18:626.84.004.69

РЕКОНСТРУКЦИЯ РИСОВОЙ СИСТЕМЫ НА КЗЫЛКУМСКОМ
МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

С.Д.Магай, Л.В.Круглов

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье на основе многолетних исследований показано, что систематические открытые дренажно-сбросные каналы и картовые оросители работают недостаточно эффективно, не в полной мере отвечают современным требованиям интенсивной технологии возделывания риса и требуют реконструкции. Обоснована необходимость и очередность реконструкции рисовой системы на Кзылкумском массиве орошения.

Иллюстр.2, табл.1, библиогр.5.

УДК 556.5:626.8

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ АСУ ГОЛОВНОГО ВОДО-
ЗАБОРА КАНАЛА ИРТЫШ-КАРАГАНДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИД-
РОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

С.И.Куц

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье рассматривается методическая схема обработки гидрологической информации для обслуживания головного водозабора канала Иртыш-Караганда с применением АСУ. Дан анализ основных теоретических задач для обеспечения оптимальными режимами головного водозабора.

Иллюстр.1, библиогр.4.

УДК 627.157

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОЗАБОРНЫХ
СООРУЖЕНИЙ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИ ДЕФИЦИТЕ ВОДЫ

Р.К.Кромер

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье рассмотрены результаты лабораторных исследований низконапорного водозаборного сооружения, работающего в режиме периодического занесения и промыва верхнего бьефа. Показано, что во время прохождения по реке паводковых расходов увеличивается аккумулярующая способность верхнего бьефа. В условиях дефицита воды в источниках питания эффективным средством борьбы с наносами является метод эксплуатации сооружения в режиме периодического промыва акватории перед гидроузлом.

Иллюстр.3, библиогр.2.

УДК 626.3:624.131

ВОПРОСЫ ТРАНСПОРТА НАНОСОВ НА КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ
ЗЕМЛЯНЫХ КАНАЛОВ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

О.К.Карлыханов, О.Б.Шевченко

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В работе рассматриваются результаты лабораторных исследований, проведенных с целью изучения механизма транспорта наносов при их избыточном поступлении в некоторый створ криволинейного русла. Установлено, что при этом криволинейное русло может транспортировать в 5 раз больше наносов, чем при бытовом расходе наносов.

Иллюстр.3, библиогр.3.

УДК 523.543.1.628.821

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПО СМОЧЕННОМУ ПЕРИ-
МЕТРУ КАНАЛА ПРИ НАЛИЧИИ ТРЕХ РАЗНОРОДНЫХ ШЕРОХОВАТОС-
ТЕЙ ПО ПЕРИМЕТРУ, КОГДА ДВА ИЗ НИХ НЕИЗВЕСТНЫ

С.А.Сарсекеев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

На основе аналитического подхода показана возможность определения коэффициентов шероховатости крепления и русла по данным измерений.

УДК 623+631.67

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ ПРИ
БОРОЗДКОВОМ ПОЛИВЕ ГИБКИМ ТРУБОПРОВОДОМ

Ж.А.Сандыбаев, А.А.Таттибаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

Приведен перечень основных требований к уровню совершенствования автоматизации и механизации техники поверхностного полива, дана краткая оценка перспективным видам техники бороздкового полива, установлена необходимость повышения степени равномерности распределения поливной воды между бороздами по длине гибкого трубопровода (от агрегатов типа ППА-165). Приведены результаты НИОКР по разработке автоматического водовыпуска стабилизированного расхода, предназначенного для замены ныне применяемых серийных водовыпусков ручного регулирования.

Иллюстр.5, библиогр.7.

УДК 631.541.1:631.67(574)

ВНЕДРЕНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА В ПЛОДОВЫХ ПИТОМНИКАХ

А.В.Константинов, А.А.Калашников, В.А.Жарков, А.Я.Рабинович

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье приведены результаты исследований трех технологических схем полива импульсным дождеванием маточника вегетативно размножаемых подвоев. Установлено, что ресурсосберегающая технология полива при поддержании влажности почвы в слое 0...50 см на уровне 75...80% НВ оказывает наиболее положительное влияние на выход стандартных отводков и их качество. При внедрении предлагаемой технологии полива удельное водопотребление уменьшается на 20%, по сравнению с существующими гидромелиоративными системами.

Иллюстр.4, библиогр.6.

УДК 628.112.2

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ КАРКАСА ФИЛЬТРА

М.М.Трусов, В.А.Тумлерт

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье рассматриваются вопросы снижения и восстановления дебита скважин. В качестве устройства для восстановления дебита скважин используется каркас промывного каркасно-стержневого фильтра (а.с.1208155). Предложены наиболее распространенные технологические схемы обвязки скважин и технологические приемы по увеличению водопроницаемости водоприемной поверхности с применением каркаса фильтра.

Для оценки эффективности восстановительных мероприятий рекомендуется сопоставление удельного дебита, коэффициента фильтрации прифильтровой зоны скважины и показателя обобщенного сопротивления фильтра, определенных до и после проведения работ.

Приведены результаты полевых испытаний разработанного способа восстановления производительности скважин с помощью передвижного специализированного агрегата.

Табл. I, иллюстр. 2, библиогр. 4.

УДК 627.841+628.33

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДОЗАБОРНЫХ
УЗЛОВ С РУСЛОВЫМИ БАСЕЙНАМИ-ОТСТОЙНИКАМИ

А.Т.Базарбаев

Сборник научных трудов, Ташкент, КазНИИВХ, 1988

В статье приводятся результаты натурных исследований водозаборных узлов горных рек с русловыми бассейнами-отстойниками.

Рекомендации автора позволяют полнее учитывать характеристики горных рек и тем самым удлинить срок службы русловых бассейнов-отстойников, построенных на горных реках.

Иллюстр. 4, табл. I, библиогр. 3.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. В.Н.Мухамеджанов, Р.И.Вагапов, М.М.Мусекенов. Перспективы техниче- ского совершенствования оросительных систем Казахстана	3
2. К.Т.Раимбаев, С.Д.Магай. Оптимизация ме- лиоративных режимов и параметров гидромелиора- тивных систем при их реконструкции	10 ✓
3. М.Жумадильдаев. Обоснование эффективнос- ти реконструкции оросительных систем Юго-Вос- тока Казахстана	22
4. М.П.Лим, Д.А.Лигаи, Р.Г.Мирсаитов. К обоснованию состава мероприятий при комплекс- ной реконструкции оросительных систем	30 ✓
5. Р.К.Кайдарова, Л.В.Ляшенко, К.Т.Еле- уова. О нормировании качества вод, используе- мых в орошаемом земледелии Казахстана	42
6. Т.Т.Сыздыков. Установление КПД внутрихозяйст- венной сети в целях реконструкции оросительных систем	51
7. И.М.Панасенко, В.А.Хегай. Первоочередные мероприятия по рациональному использованию водных ресурсов и охране природы Джамбулской области	65
8. Э.В.Гершунов, Э.Цой. Особенности проектиро- вания реконструкции внутрихозяйственной ороси- тельной сети при использовании комплектов АШУ- 32 для автоматизации полива по бороздам	69
9. Р.И.Вагапов, А.С.Пак. Методы гидравлического расчета закрытой оросительной сети с дождеваль- ными машинами	78
Ю. А.Г.Рау. Автоматизированная технологическая ли- ния проектирования рисовых систем при их рекон- струкции	87
II. С.Д.Магай, Л.В.Круглов. Реконструкция ри- совой системы на Кзылкумском массиве орошения.	94

I2. С.И.К у ц. Методические принципы разработки АСУ головного водозабора канала Иртыш-Караганда с использованием гидрологических прогнозов.....	I01
I3. Р.К.К р о м е р. Улучшение эксплуатационных показателей водозаборных сооружений оросительных систем при дефиците воды	I07
I4. С.К.К а р л ы х а н о в, О.Б.Ш е в ч е н к о. Вопросы транспорта наносов на криволинейных участках земляных каналов при их реконструкции	I14
I5. С.А.С а р с е к е е в. Определение искомой шероховатости по смоченному периметру канала при наличии трех разнородных шероховатостей по периметру, когда два из них неизвестны	I22
I6. Ж.А.С а н д ы б а е в, А.А.Т а т т и б а е в. Повышение эффективности использования воды при бороздковом поливе гибким трубопроводом	I31
I7. А.В.К о н с т а н т и н о в, А.А.К а л а ш н и к о в, В.А.Ж а р к о в, А.Я.Р а б и н о в и ч. Внедрение ресурсосберегающей технологии полива в плодовых питомниках	I42
I8. М.М.Т р у с о в, В.А.Т у м л е р т. Технология восстановления производительности скважин с применением каркаса фильтра	I51
I9. А.Т.Б а з а р б а е в. Эксплуатационные особенности водозаборных узлов с русловыми бассейнами-отстойниками	I60
20. Рефераты	I70

св.пл.1988, поз. I7

Комплексная реконструкция гидромелиоративных систем Казахстана

Редактор: Нурпеисова Р.З.

Р- 04321 Подписано в печать 27.X.88г Формат бумаги 60x90 1/16
Усл.п.л. 8,4. Уч.изд.л.10. Тираж 400 экз. Заказ 1275
Цена 1 руб.

Картфабрика института "Узгипрозем", Ташкент, Муками, 182..