

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЕРЫ ОРОСИТЕЛЬНЫХ НОРМ

**Н.Н. Балгабаев, Р.К. Бекбаев,
Ф.Ф. Вышпольский**

(Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз, Республика Казахстан)

Keywords: regime, irrigation, channel, technology, technical facilities.

Summary: The article describes the technical condition of irrigation systems of southern Kazakhstan. Found that their low technical level of growth determines the size of irrigation water from the sources of irrigation.

Важнейшим элементом агропромышленного комплекса Южного Казахстана является орошаемое земледелие. Устойчивость его функционирования и дальнейшего развития зависит преимущественно от наличия водных ресурсов, основной объем которых формируется и используется в сопредельных государствах. В большинстве случаев объемы использования воды на орошение превосшли пределы допустимого уровня их изъятия из источников орошения. Это привело к деградации речных бассейнов, особенно в низовьях рек Сырдарьи, Шу, Таласа, Или и т. д. В настоящее время защиту речных бассейнов от дальнейшей деградации пытаются решать за счет мероприятий по сокращению норм изъятия речных вод на орошение, повышения КПД оросительной сети и применения водосберегающих способов полива. Реализация данной идеи возможна при комплексной реконструкции систем орошения [1].

По данным КазНИИВХ и Гипроводхоза, для полива в Казахстане 1 га в оросительные системы забирается от 8 до 13 тыс. м³/га, а до поля доходит 4–6 тыс. м³/га [2, 3]. Согласно климатическим условиям и виду возделываемых культур каждый гектар в Южном Казахстане должен получать от 5 до 8 тыс. м³/га воды. В связи с этим возникает парадоксальная ситуация: водозаборы в ирригационные системы до 2 и более раз превышают потребность в оросительной воде, а на полях ее не хватает, поэтому снижается урожайность. Отсюда следует, что дефицит водных ресурсов в орошаемом земледелии обусловлен прежде всего тем, что большая часть забираемой воды теряется в каналах при ее транспортировке от источника орошения до орошаемого поля.

Размеры потерь воды в каналах на фильтрацию и испарение зависят от технического состояния оросительной сети, режима ее работы, климатических условий, свойств грунтов ложа каналов, наличия противофильтрационных защит, режима грунтовых вод, конфигурации массивов орошения, а следовательно, длины каналов и т. д. В настоящее время менее 10 % оросительной сети облицовано или представлено лотками (рис. 1). В большинстве случаев они подверглись разрушению (нарушены стыковочные швы, появились трещины, повреждены или смещены бетонные плиты и т. д.), поэтому их КПД приближается к каналам в земляном русле [2].



Рис. 1. Лотковые оросители с. Бурыл (Жамбылская обл.)

Вместе с тем исследованиями КазНИИВХ установлено, что коэффициент полезного использования воды на орошаемых землях зависит не только от КПД оросительной сети, но и от КПД технологии бороздкового полива (основной способ полива в Южном Казахстане), который предопределяется водно-физическими свойствами почв, элементами техники полива, качеством планировки, размерами поливных норм и колеблется в пределах 0,55–0,65 в Южно-Казахстанской и Кызылординской областях, и 0,50–0,60 в Жамбылской и Алматинской областях [2].

На основе количественных показателей КПД магистральных и межхозяйственных каналов, внутрихозяйственной оросительной сети, техники полива устанавливается КПД ирригационной системы, или коэффициент использования воды (КИВ), на орошаемых землях (отношение объемов накопления воды в корнеобитаемом слое почв к водозабору из источников орошения). На основе данного коэффициента осуществляется выбор перспективных технических средств, технологических операций и определяется последовательность их реализации в процессе технического совершенствования систем орошения.

Согласно расчетам на ирригационных системах Казахстана, где поливы проводят по бороздам, КПД системы орошения изменяется от 0,29 до 0,38 в Южно-Казахстанской и Кызылординской областях, от 0,21 до 0,29 в Жамбылской и Алматинской областях. Количественные значения коэффициента использования воды характеризуют техническое состояние оросительных систем, режим их работы (при транспортировке воды от источника орошения), способы и технику полива. Например, при водозаборе 11 тыс. м³/га (среднестатистические данные по Южному Казахстану) на технологические потери в оросительной сети и на полях орошения (фильтрация, испарение, сброс) расходуется от 62 до 79 % воды. Остальной объем воды (2,31–4,18 тыс. м³/га) накапливается в почвах и используется растениями на формирование биомассы. Данного объема воды явно недостаточно для получения экономически приемлемых урожаев возделываемых культур, так как их водопотребность в условиях юга Казахстана до двух раз превышает приведенные показатели [3, 4]. При таких параметрах технологических потерь уменьшается количество (кратность) поливов, возрастает подсушка возделываемых культур, снижается их урожайность, особенно в предгорных районах, где формируется автоморфный режим почв.

Исследованиями КазНИИВХ установлено, что неоправданное сокращение удельных водозаборов неизбежно приводит к снижению продуктивности орошаемых земель. Это подтверждается опытом внедрения схемы комплексного использования водных ресурсов, которую приняли в 1981 г. для речных бассейнов Среднеазиатского региона. В течение пяти лет объем удельных водозаборов снизился с 18,7 до 13,4 тыс. м³/га, что привело к нехватке воды, нарушению бесперебойного водоснабжения растений, ухудшению водно-солевого баланса орошаемых территорий, снижению урожайности возделываемых культур.

Аналогичные явления наблюдаются на ирригационных системах Южного Казахстана, где уровень водообеспеченности, а следовательно, урожайности возделываемых культур находится в прямой зависимости от размеров водозабора. В результате проблему достаточной водообеспеченности орошаемых земель в условиях сокращения водозабора следует решать путем повышения КПД оросительной сети (переустройство магистральных, межхозяйственных и внутрихозяйственных каналов); совершенствования элементов техники полива; использования грунтовых и дренажно-сбросных вод на субирригацию и орошение.

Первый вариант является высокозатратным. По данным Казгипроводхоза, капиталовложения в реконструкцию оросительной сети окупятся за 14 лет при КПД – 0,6; 18 лет при КПД – 0,7 и 30 лет при КПД – 0,8 [3]. Кроме того, установлено, что переустройство и облицовка каналов, имеющих КПД 0,6–0,7, в большинстве случаев экономически оправданы, особенно в маловодных регионах. Второй вариант относится к менее затратным мероприятиям, так как оптимизация элементов техники полива не потребует огромных капиталовложений и может осуществляться за счет текущих затрат. Третий вариант занимает промежуточное положение, ибо предусматривает устройство подпорных сооружений для регулирования дренажно-сбросного стока, установку насосных станций для использования дренажно-

сбросных вод на орошение. При этом эффективность каждого варианта по росту водообеспеченности орошаемых земель и урожайности возделываемых культур, сокращению норм водопотребления и водоотведения, снижению темпов истощения и загрязнения водных источников должна оцениваться технико-экономическими расчетами.

Известно, что выбор технических средств и технологических операций по водосбережению зависит от уровня антропогенной нагрузки системы орошения и сопротивляемости саморегулирующей биосферы в агроландшафтах [5]. Нарушение равенства между уровнем техногенной нагрузки и сопротивляемости почвенного покрова в сторону увеличения первого показателя приводит к деградации природной среды и потере продуктивности почв, а в сторону второго показателя – к восстановлению экологической среды и повышению плодородия почвенного покрова. Например, длительное применение промывного режима орошения для рассоления засоленных земель неизбежно в результате даст потерю их продуктивности по причине ошелачивания и осолонцевания [6] (рис. 2). Данные процессы следует увязывать не с мелиорацией, а с определенными способами ее реализации.



Рис. 2. Засоленные и солонцеватые орошаемые почвы Махтааральского массива

Этот вывод подтверждается опытом эксплуатации ирригационных систем, из которого следует, что определение параметров регулирования водо-земельными ресурсами на основе физико-химических свойств почв (степени засоления корнеобитаемого слоя, его влажности, коэффициента впитывания, объемной массы), климатических (температуры воздуха, количества осадков, скорости ветра, относительной влажности) и гидрогеологических условий (режима грунтовых вод, их притока и оттока), не обеспечивает воспроизводство плодородия орошаемых земель. Следовательно, недостаточные познания в разнообразии свойств, режимов и функций почв в агроландшафтах часто приводят к нарушению природного равновесия, развитию патологических процессов в почвах и грунтовых водах [4, 5]. По этой причине параметры технических средств и технологических операций по регулированию водо-земельными ресурсами необходимо периодически (раз в 5–6 лет) уточнять, что обеспечит устойчивое развитие орошаемого земледелия и экологическую защиту агроландшафтов от развития деградационных процессов.

Анализ развития орошаемого земледелия показывает, что высокая продуктивность орошаемых земель сохраняется на тех системах орошения, где размеры технологических потерь оросительных вод на фильтрацию в оросительной сети и полях орошения равны или меньше интенсивности дренирования орошаемых территорий. Такие условия, как правило, функционируют на системах орошения, где повышенная расчлененность поверхности земли руслами рек и речек, овражной сетью не позволяла строить компактные оросительные системы, поэтому коэффициент использования земли (КЗИ) не превышал 0,5, а естественная дренированность обеспечивала отток фильтрационных вод и сохраняла автоморфный тип почвообразования. В таких случаях эффективность работы систем орошения определяется по нижеприведенной зависимости.

$$Q_{zp} \geq \underline{P}_{zp} + \Phi_{op} + \Phi_n, \quad (1)$$

где: Q_{zp} – отток грунтовых вод; $\underline{P}_{zp}$ – приток грунтовых вод; Φ_o – фильтрационные потери в оросительной сети; Φ_n – фильтрационные потери на полях орошения.

При расположении оросительных систем на геосистемах, где условия подземного оттока ухудшаются, неизбежно трансформируется естественно сформировавшийся водообмен в системе «почва – грунтовые воды». По этой причине происходит подъем уровня грунтовых вод, развивается гидроморфизм, засоляются орошаемые земли. В таких случаях автоморфный режим почв можно поддерживать за счет сокращения технологических потерь оросительных вод на фильтрацию (повышения КПД оросительной сети и техники полива) и усиления дренированности (строительство вертикального или глубокого горизонтального дренажа) орошаемых земель. Оптимизация данных мероприятий сохранит направленность миграционных процессов в первозданном виде и защитит агроландшафты от заболачивания и засоления, а также приостановит деградиационные процессы (уплотнение, ощелачивание, осолонцевание), которые неизбежно приводят к слитизации орошаемых земель и снижению их продуктивности [6].

Таким образом, сохранение даже одного компонента природной среды (типа почвообразования) потребует огромных затрат, что приведет к снижению конкурентоспособности сельхозпроизводителя и жизненного уровня сельского населения. В связи с этим проблему устойчивого развития орошаемого земледелия целесообразно решать не только за счет снижения норм орошения и водоотведения, повышения КПД оросительной сети и техники полива, но и внутрисистемного использования дренажно-сбросных вод на орошение и субиригацию (методом шлюзования), замедления вымыва питательных элементов из корнеобитаемого слоя почв путем оптимизации элементов техники полива [7]. При таких принципах управления водными ресурсами (поверхностными, подземными) нормы водоотведения можно устанавливать по зависимости:

$$D_{\phi} = \underline{P}_{\phi} + \Phi_o + \Phi_n - \underline{Q}_{\phi} - D_o - G_c, \quad (2)$$

где: D_{ϕ} – водоотведение за пределы орошаемой территории; D_o – дренажно-сбросные воды, используемые на орошение; G_c – грунтовые воды, участвующие в субиригации, т.е. используются растениями. Остальные обозначения прежние.

Из представленной зависимости следует, что нормы водоотведения зависят от КПД оросительной сети и техники полива, объемов использования грунтовых вод на субиригацию, а дренажно-сбросных вод – на орошение. Данные процессы предопределяют уровень техногенной нагрузки оросительных систем на природную среду и характер влияния малого (биологического) и большого (геологического) круговорота веществ на развитие агроландшафтов. Анализ литературных источников и наших исследований показывает, что снижение технологических потерь оросительных вод и увеличение объемов использования грунтовых вод на орошение и субиригацию приводит к снижению норм орошения и водоотведения, замедлению деградиационных процессов и повышению продуктивности орошаемых земель.

Совершенно очевидно, что в условиях близкого залегания грунтовых вод выбор технических средств и технологических операций при реконструкции ирригационных систем зависит не только от уровня повышения КПД оросительной сети (механическое уплотнение каналов, устройство пленочных экранов, бетонной облицовки, строительство лотков) и техники полива (планировка, применение гибких трубопроводов, оптимизация элементов техники полива), но и от объемов использования фильтрационных (грунтовых) вод на субиригацию [8]. В таких случаях для оценки мероприятий по водосбережению при реконструкции оросительных систем целесообразно использовать косвенный метод: определять динамику роста коэффициента использования воды за счет переустройства оросительной сети, совершенствования техники полива, использования грунтовых вод на субиригацию, а дренажно-сбросных – на орошение.

Применение коэффициента использования почвенных и грунтовых вод для определения эффективности конкретных мероприятий по водосбережению повысит устойчивость развития орошаемого земледелия, так как объектом мелиорации является весь ландшафт, в котором почву (почвенные) и грунтовые воды необходимо рассматривать как единую взаимосвязанную систему, ибо любой способ орошения (напуском, бороздковый, дождевание, капельное) вносит коренное изменение в процесс развития всего ландшафта орошаемого

массива. По этой причине параметры технических средств и технологических операций по водосбережению и регулированию почвенного плодородия не должны противоречить эволюции экосистем, природных комплексов и обеспечивать снижение рисков для окружающей среды в условиях нехватки воды и ухудшения их качества.

Решение столь сложной проблемы в условиях ограниченности финансовых и водных ресурсов, которыми владеет сельхозпроизводитель, целесообразно осуществлять путем установления пределов рационального повышения КПД оросительной сети и техники полива, объемов использования грунтовых вод на субиригацию, а дренажно-сбросных – на орошение. Во всех случаях эффективность вложения финансовых ресурсов в переустройство оросительных систем должна оцениваться уровнем роста коэффициента использования поверхностных и грунтовых вод растениями.

Литература

1. *Вышпольский Ф.Ф.* Некоторые аспекты управления мелиоративными процессами на орошаемых землях Казахстана // Совершенствование мелиоративного улучшения орошаемых земель в Казахстане. Ташкент: САНИИРИ, 1982. С. 53–68.
2. *Лим М.П., Лигаи Д.А.* Разработать научно-обоснованные мероприятия по осуществлению комплексной реконструкции оросительных систем в зоне АТК Чимкентской области и канала Капал-Сенкибай Джамбульской области. Джамбул, 1988. 201 с.
3. *Вагапов М., Азимов Д.* Реконструкция оросительных систем – первоочередная задача // Мелиорация и водное хоз-во. 1988. № 3. С. 16–18.
4. *Рачинский А.А.* Не противопоставлять, а районировать на основе научного анализа и производственного опыта // Хлопководство. 1974. № 9. С. 33–37.
5. *Духовный В.А., Авокян И.С., Михайлов В.В.* Мелиорация, водное хозяйство и социально-экономические проблемы Средней Азии // Мелиорация и водное хоз-во. 1989. № 9. С. 3–6.
6. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова. М.: Наука, 1985. 262 с.
7. *Вышпольский Ф.Ф., Магаи С.Д.* Совершенствование технологии повышения продуктивности орошаемых земель при снижении норм водоотведения // Проблемы гидротехники и мелиорации земель в Казахстане. Алматы, 1997. С. 14–22.
8. *Сапаров А.С., Вышпольский Ф.Ф.* Технология стабилизации сельскохозяйственного производства на ирригационных системах неустойчивого водоснабжения // Водосбережение: технологии и социально-экономические аспекты. Тараз, 2002. С. 55–66.