

## **ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ**

***Х.А. Таттибаев, кандидат технических наук, Ангольд Е.В., Куртебаев Б.М.,***

*магистр технических наук*

*ТОО «КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ*

*ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»,*

*г. Тараз, Республика Казахстан*

### **АНОТАЦИЯ**

Выбор технических средств и технологических операций по совершенствованию систем орошения должен максимально снижать техногенную нагрузку на орошаемые земли, сохранять экологическую устойчивость природных комплексов, сформировавшихся в естественных условиях, обеспечивать устойчивое развитие орошаемого земледелия при дефиците водных ресурсов.

### **ABSTRACT**

The choice of technical facilities and working operation on improvement of irrigation systems has to reduce as much as possible technogenic load of the irrigable lands, keep ecological stability of the natural complexes formed under natural conditions to provide sustainable development of the irrigated agriculture at deficiency water resources.

Большинство оросительных систем построено в 1965-1985 годах. За прошедший период гидротехнические сооружения и каналы практически исчерпали свой ресурс и требуют проведения работ по капитальному ремонту и переустройству.

На оросительных системах Казахстана большая часть технологических потерь оросительных вод формируются во внутрихозяйственной оросительной сети и на полях орошения. В частности КПД внутрихозяйственной оросительной сети менялся от 0,65 до 0,75, а техника бороздкового полива от 0,55 до 0,65 и в среднем составлял

0,42, т.е. меньше половины (42%) выделенной воды хозяйству использовалось растениями, а остальная часть расходовалась на технологические потери (фильтрацию, сброс и испарение). Вместе с тем по данным ЗГТМЦ (Зональный гидрогеолого-мелторативный центр) основной объем потерь оросительной воды формируется на внутрихозяйственной оросительной сети, КПД которой изменяется от 0,35 до 0,45 и в среднем составляет 0,4 [1].

При определении КПД внутрихозяйственной оросительной сети путем отношения поливной нормы-нетто к водоподаче потребителю, КПД техники полива не учитывался, что затрудняет выбор водосберегающих технологий орошения. Например, по данным КазНИИВХ КПД технологии полива по бороздам постоянной струей колеблется в пределах 0,50-0,55, а переменной струей возрастает до 0,6-0,65. В случае полива через борозду данный коэффициент равен 0,7-0,75. При дождевании КПД техники полива изменялся в пределах до 0,75-0,80, а при капельном орошении в пределах 0,85-0,90. Следовательно, путем оптимизации технологии орошения можно повышать водообеспеченность орошаемых земель, снижать нормы водоотведения, нагрузку на дренаж, уровень загрязнения источников орошения и повышать продуктивность почв, конкурентоспособность сельхозпроизводителя [1].

Анализ эксплуатации оросительных систем, расположенных на предгорных территориях Южного Казахстана, где повышена естественная дренированность орошаемых земель, а значительная часть каналов проходит в сильнофильтрующих грунтах, КПД оросительной сети не превышает 0,5, а техники полива 0,6-0,7 [1]. В целом при транспортировке оросительной воды из источников орошения до растений на технологические потери (фильтрация в каналах, на орошаемых землях, испарение и сброс) расходуется от 60 до 70 %. Остальной объем воды (30-40 %) используется растениями. В таких природно-хозяйственных условиях радикальным средством борьбы с технологическими потерями оросительных вод является использование противofiltrационных покрытий (бетон, асфальт, пленка) на каналах и применение водосберегающих технологий орошения.

Первый вариант является дорогостоящим, его следует использовать преимущественно в тех местах, где каналы проходят в сильнофильтрующих грунтах (песок, гравий с суглинком, супесь), а фильтрационные потери пополняют грунтовые воды и подтапливают орошаемые земли, что приводит к их засолению или заболачиванию. Второй вариант является более привлекательным, так как на его реализацию потребуются меньше финансовых ресурсов, а адаптация водосберегающих технологии орошения (полив через борозду, дождевание, капельное, и дискретное орошение) существенно повысит водообеспеченность и продуктивность орошаемых земель, конкурентоспособность товаропроизводителя, устойчивость экологического равновесия в системе растение – почва – оросительные и грунтовые воды.

Следует отметить, что выбор технических средств и технологических операций по совершенствованию систем орошения должен максимально снижать техногенную нагрузку на орошаемые земли, сохранять экологическую устойчивость природных комплексов, сформировавшихся в естественных условиях, обеспечивать устойчивое развитие орошаемого земледелия при дефиците водных ресурсов, улучшать санитарную обстановку в населенных пунктах, создавать комфортные условия для проживания в сельской местности. Техническое перевооружение оросительных систем целесообразно решать не только за счет повсеместного использования дорогостоящих мероприятий по снижению технологических потерь оросительной воды, при её транспортировке от источника орошения до поля, но и путем совершенствования системы ведения сельского хозяйства (состава культур, их чередования, норм внесения минеральных и органических удобрений, защиты растений от вредителей и болезни, обработки почв и т.д.), применения водосберегающих технологии орошения (полива переменной струей по бороздам и через борозду, дождевание, капельное орошение), шлюзования (устройство шлюзов-регуляторов на коллекторно-дренажной сети для управления дренажно-сбросными водами), совместного использования

поверхностных и грунтовых вод на орошение и субиригацию, проведения химической мелиорации на орошаемых землях (улучшение физико-химических свойств орошаемых почв), повышения продуктивности орошаемого земледелия и экологической устойчивости природных комплексов на ирригационных системах[2].

Во всех случаях эффективность технических средств и технологических операций по совершенствованию ирригационных систем и оптимизации технологии управления водоземельными ресурсами должна оцениваться на основе определения норм возможного сокращения технологических потерь (фильтрация, испарение и сброс) оросительных вод и их воздействия на природные комплексы. Например, при транспортировке воды от источника орошения до поля потери оросительной воды в каналах расходуются преимущественно на фильтрацию (пополнение грунтовых вод и их разбавление). С учетом фильтрационных свойств геосистем, на которых располагаются ирригационные системы, формируется тип режима грунтовых вод, который предопределяет темпы засоления орошаемых земель и нормы их дренирования. Поэтому эффективность противофильтрационных мероприятий (бетонирование, асфальтирование, пленочное покрытие) следует определять не только объемами сэкономленной воды, но и размерами снижения расходов финансовых ресурсов на водоотведение и утилизацию дренажно-сбросных вод[2].

Другим не менее важным элементом в системе устойчивого развития орошаемого земледелия является технология орошения (полив переменной струей по бороздам и через борозду, дождевание, дисперсное и капельное орошение и т.д.), применимость которой оценивается параметрами технологических потерь оросительной воды на фильтрацию, испарение и сброс. Параметры этих потерь предопределяют эффективность использования оросительной воды и уровень техногенной нагрузки систем орошения на мелиоративные процессы, в частности на качество почв, т.е. восстановление их плодородия и улучшение экологической обстановки на ирригационных системах.

При выборе технических средств орошения предпочтение следует отдавать тем технологиям полива, которые до минимума сократят расходы воды на получение единицы продукции, снизят техногенную нагрузку на природную среду, обеспечат рост водообеспеченности орошаемых земель при нехватке воды или сокращение объемов водозабора, повысят урожайность сельхозкультур и конкурентоспособность товаропроизводителя, создадут условия для производства экологически чистой сельхозпродукции.

Большим достижением орошаемого земледелия явилась технология дискретного полива, способствующая минимизировать непроизводительные потери поливной воды на глубинную фильтрацию, испарение и сброс, эрозию почвы, конденсировать воду из приземного слоя воздуха и накапливать запасы влаги, повышать равномерность увлажнения почвы вдоль длины поливных борозд и во всем активном слое почвы, расширять контур увлажнения почвы, улучшать аэрацию активного слоя почвы. Также стабилизируется температурный режим почвы, минимизируются колебания влажности почвы в поверхностном слое. Кроме того, она способствует автоматизации процессов орошения и повышению производительности труда поливальщиков. Но имеющиеся технические средства дискретного полива не обеспечивают стабилизацию поливных струй по фронту полива, снижают эффективность технологии дискретного полива. Кроме того, механизация и автоматизация средств дискретного полива, по нашему мнению, должна решать две основные задачи: регулирование поливного тока поочередной подачей на смежные поливные участки и равномерное распределение его по бороздам по фронту полива[3,4].

Казахским научно - исследовательским институтом водного хозяйства разработано принципиально новое техническое средство (модуль) для проведения дискретной технологии полива по бороздам (Автоматизированный оросительный модуль (АОМ) патент РК за №15882, [5]. Техническое средство гидроавтоматизации водораспределения (ТСГВ) патент РК за №15059,[6],

рисунок 1, рисунок 2) для систем с внутрехозяйственной оросительной сетью с напорами 0,3–2,0 м.



Рисунок 1- Испытание АОМ в фермерском хозяйстве «Алтыкара» в Жамбылском районе Жамбылской области при поливе огуречного поля



Рисунок 2- Испытание ТСГВ на полигоне КВР в Жамбылской области при поливе яблоневого сада

Новизна заключается в создании конструкции технического средства гидроавтоматического водораспределения, позволяющий осуществлять его применение на поливных участках с различными почвенно-мелиоративными условиями путем обеспечения заданных технологических параметров, в соответствии с параметрами дискретной технологии полива конкретного участка. Поливной модуль обеспечивает круглосуточный полив. Может выполнять все известные варианты дискретного регулирования подачи поливного тока в борозды. Указанный оросительный модуль выполняет заданную технологию дискретного полива в автоматическом режиме, регулируя поливные струи в борозде с учетом изменения впитывающей способности почвы по ее длине.

ТСГВ состоит из исполнительного, органа 1, гидравлического программного устройства 2 и узла клапана отключения 3. Исполнительный орган 1 и клапан отключения 3 размещены на общей монтажной плите 4 соосно

(рисунок 2). Сама монтажная плита лежит на водоприемно-распределительном узле 5, гидравлическое программное устройство 2 располагается на подставке 6 и имеет геодезическую командную отметку над исполнительным органом 1 и клапаном отключения 3. Управление последними осуществляется программным устройством 2 за счет потенциальной энергии воды в нем посредством каналов 7 и 8. Подача воды в устройство осуществляется посредством гибкого шланга 9, рисунок 3 [7].

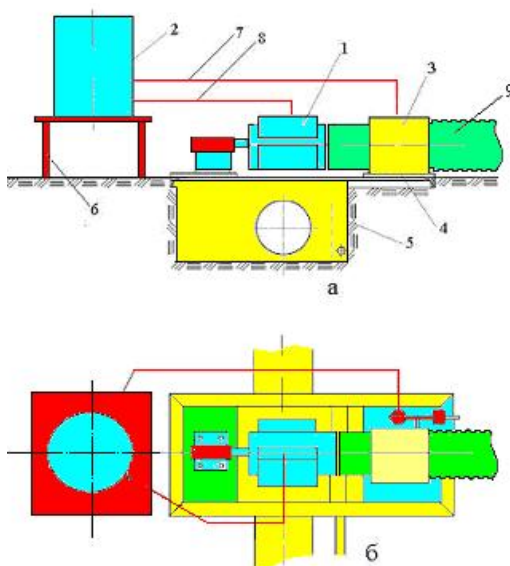


Рисунок 3 - Схема технического средства гидроавтоматизации водораспределения

Исполнительный орган работает согласно программе заданной программным устройством. Клапан отключения автоматически прекращает подачу воды в ТСГВ по сигналу программного устройства по окончании полива[7].

Полив производится периодическим переключением поливного тока на два смежных участка. При этом продолжительность периода подачи воды на данном участке является паузой для другого участка, в течение которой влага поглощается в почвогрунт борозды.

Методика расчета увязывает параметры технологического процесса полива с требуемыми по почвенно-мелиоративным условиям участка величинами поливной нормы, поливной струей, длиной борозды, с учетом достижения необходимого качества полива (заданной равномерности и КПД техники полива).

Почвенно-мелиоративные условия при разработке характеристик оросительного модуля производились по классификации Н.Т. Лактаева, в которой выделяется пять типов почв по водопроницаемости: сильно водопроницаемые (индекс А); повышенной водопроницаемости (Б); средней водопроницаемости (В); пониженной водопроницаемости (Г); слабой водопроницаемые (Д) [8].

Н.Т. Лактаев предлагает следующую классификацию орошаемых земель по уклонам: зона больших уклонов от 0,0075 до 0,025 (II); зона средних уклонов от 0,0075 до 0,0025 (III); зона малых уклонов от 0,001 до 0,0025 (IV) и зона безуклонных и малоуклонных земель с уклонами менее 0,001(V) [8].

Технологии дискретного полива по бороздам для наиболее характерных сочетаний условий по водопроницаемости почвы и уклонам, (приведены в таблице 1).

Таблица 1- Технология дискретного полива по бороздам (по Лактаеву) [8]

| Индекс условий | Длина борозды, м. | Поливная струя, л/с | Время и норма при непрерывном поливе |                     | Цикличный полив, 3 цикла полива |                                     |
|----------------|-------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
|                |                   |                     | мин.                                 | м <sup>3</sup> /га. | длительность цикла t, мин.      | поливная норма, м <sup>3</sup> /га. |
| II -Б          | 100               | 0,25                | 1031                                 | 2210                | 207                             | 1330                                |
| III-Б          | 600               | 0,75                | 797                                  | 850                 | 175                             | 560                                 |
| I-В            | 100               | 0,10                | 2359                                 | 2020                | 454                             | 1170                                |
| II -В          | 600               | 0,25                | 3328                                 | 1190                | 669                             | 750                                 |
| III-В          | 600               | 0,5                 | 1056                                 | 750                 | 230                             | 490                                 |
| V-В            | 200               | 0,5                 | 1106                                 | 2370                | 239                             | 1540                                |
| I-Г            | 200               | 0,05                | 8758                                 | 1880                | 1187                            | 1090                                |
| II -Г          | 500               | 0,10                | 10319                                | 1170                | 2080                            | 1070                                |
| III-Г          | 600               | 0,25                | 3443                                 | 1230                | 727                             | 780                                 |
| V-Г            | 600               | 0,50                | 1360                                 | 970                 | 304                             | 650                                 |
| V-Д            | 600               | 0,25                | 2002                                 | 720                 | 446                             | 480                                 |

Для определения качества выполнения техническим средством технологии полива проводился эксперимент с осуществлением полива на выбранном участке полигона. Для этого приняли имеющуюся технологию дискретного полива, рекомендуемые элементы техники полива которых соответствовали условиям экспериментального участка.

Для ввода принятой технологии дискретного полива в программное устройство оросительного модуля осуществлялось приведение его рабочих параметров в соответствие с параметрами дискретного полива участка, т.е. осуществлялось согласование параметров гидравлического программного устройства оросительного модуля с принятыми технологическими параметрами полива участка.

При проведении испытания ТСГВ по установлению качества выполнения им заданной технологии полива, были точно выдержаны элементы техники дискретного полива – поливная струя 1,5 л/с в каждую борозду, расход поливного тока 4,5 л/с, продолжительность импульсов по сухим бороздам 2,8 час, и по смоченным бороздам 0,7 час, количество импульсов 6[9].

При испытании устанавливалось время переключения исполнительным органом технического средства гидроавтоматизации водораспределения поливного тока и время сработки клапана отключения на прекращение подачи воды к устройству. Данные опыта приведены в таблице 2.

Таблица 2- Качество выполнения ТСГВ принятой технологии полива[9]

| № ,№<br>импульсов | Продолжительность<br>импульсов, мин. |         | Отклонение<br>импульсов от<br>принятой<br>технологии, мин. | Продолжительность полного<br>технологического цикла, мин. |                   |            |     |
|-------------------|--------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|------------|-----|
|                   | по принятой<br>технологии            | опытная |                                                            | по<br>принятой<br>технологии                              | экспериментальная | отклонение |     |
|                   |                                      |         |                                                            |                                                           |                   | мин.       | %   |
| 1                 | 168                                  | 171     | +3                                                         | 504                                                       | 511               | 7          | 1,4 |
| 2                 | 168                                  | 173     | +5                                                         |                                                           |                   |            |     |
| 3                 | 42                                   | 40      | -2                                                         |                                                           |                   |            |     |
| 4                 | 42                                   | 38      | -4                                                         |                                                           |                   |            |     |
| 5                 | 42                                   | 44      | +2                                                         |                                                           |                   |            |     |
| 6                 | 42                                   | 45      | +3                                                         |                                                           |                   |            |     |

Как видно по результатам опыта, разработанная конструкция ТСГВ выполняет заданную технологию полива с высокой точностью. Отклонение продолжительности импульсов от заданной технологии полива лежит в пределах от -2 до +5 мин, продолжительность полного технологического цикла имеет отклонение от расчетного всего на 7 мин (1,4%) [9].

Для установления уровня выполнения устройством заданной технологии полива приняты средние значения отклонения продолжительности полного технологического цикла 7,0 мин. от расчетной (заданной). При таком значении отклонения образуется выдача лишнего объема воды:

$$V = Q \cdot t \text{ м}^3,$$

где  $Q$  – расход поливного тока через устройство;

$$Q = \frac{N}{T},$$

где  $N$  – поливная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$T$  – время, необходимое для выдачи поливной нормы.

При  $N = 800 \text{ м}^3/\text{га}$  и  $T = 8,4$  часов, расход устройства составляет:

$$Q = \frac{800}{8,4} = 95,2 \text{ м}^3 / \text{час} = 1,58 \text{ м}^3 / \text{мин} \approx 1,6 \text{ м}^3 / \text{мин}.$$

За время 7 мин несвоевременного срабатывания клапана отключения происходит выдача лишнего объема воды равного

$$V = Q \cdot t = 1,58 \cdot 7 = 11,06 \text{ м}^3$$

Отклонение от средней поливной нормы составляет 1,4 %, что говорит о способности данной конструкции обеспечивать достаточную точность выполнения заданной технологии полива[9].