

Козыкеева А.Т., Жатканбаева А.О.

*Казахский национальный аграрный университет,
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация

На основе приведенных результатов полевых исследований в условиях производственного кооператива «Тастобе» Жамбылского района, Жамбылской области Республики Казахстан, для испытания низконапорной капельной системы для орошения томата в условиях аридной зоны Казахстана, включая разработку модули капельной системы и капельницы разработаны методика определения параметров капельного орошения сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: система, капельное орошение, капельница, опыт, режим, вода, водопотребление, норма, культура.

Введение

В настоящее время основная часть земель Казахстана, подлежащих орошению, расположена на предгорных и равнинных географических зонах, которые орошаются поверхностным способом и имеют ряд недостатков, главными из которых являются: большой непроизводительный расход поливной воды, возникновение ирригационной эрозии почв и низкий уровень автоматизации и механизации технологического процесса при поливе сельскохозяйственных культур.

В связи с этим проблема эффективного и рационального использования водных, земельных, энергетических и других ресурсов вызывают необходимость совершенствовать системы капельного орошения для мелиорируемых земель, основанной на сохранении благоприятной эколого-мелиоративной обстановки территории и охране окружающей среды.

В последнее время всё большее распространение приобретают технологии малообъёмного орошения, которые обеспечивают более эффективную и экономную доставку воды и питательных веществ непосредственно к корневой зоне растений. При этом являясь ресурсосберегающими технологиями орошения, они не только сохраняют экологическую обстановку территории на должном уровне, но и заметно повышают уровень мероприятий по рационализации и совершенствованию использования генетического потенциала сельскохозяйственных культур.

В условиях возрастающего дефицита водных ресурсов, роста цен на энергоносители, ухудшения экологического состояния орошаемых земель актуальным становится разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных технологий, которые реализовывается путем внедрения технологий микроорошения.

Микроорошение (от греческого – маленький) – термин, который объединяет способы полива, при которых осуществляется локальная подача воды в зону наиболее интенсивного развития корневой системы растений, то есть капельное орошение.

Капельный полив (капельное орошение) – идеальный выбор для организации полива пропашных культур, так как вода подается только в зону расположения корней и используется растениями практически на 100%.

Материалы и методы

Выбор методологии и методик исследований определяется теорией и практикой формирования сельскохозяйственного производства на комплексно мелиорируемых

агроландшафтах с учетом многообразия природных условий в границах региона исследований, биологических особенностей сельскохозяйственных культур, а также принимая во внимание широкий диапазон ресурсного обеспечения сельскохозяйственных предприятий. В соответствии с обоснованными целями и задачами исследований, а также для получения достоверной исходной информации в качестве основного принят метод полевого многофакторного опыта.

Для проведения опыта использованы «Безнапорная система капельного орошения» и «Капельница», разработанные О.З. Зубаировым, А.А. Таттибаевым и А.О. Жатканбаевой [1].

Капельница состоит из штуцера 1, соединённого одним концом с поливным трубопроводом 2, а другим концом с мягкой и упругой резиновой трубкой 3, крышки 4, имеющей конусообразный выступ 5, располагающейся внутри резиновой трубки 3 и отверстия 6, контргайки 7, прокладки 8. Крышка 4 имеет свободное перемещение по оси относительно штуцера 1 (рисунок 1).

Система низконапорно-капельного орошения работает следующим образом. Перед проведением полива наполняют поливную трубопроводную сеть 2-системы водой, подавая самотеком из головной части под незначительным перепадом 15-20 см. При этом крышка 4 капельницы системы находится в крайнем правом положении, то есть в закрытом состоянии капельницы.

Как только трубопроводная сеть наполняется водой, приступают к запуску капельниц в работу. Для этого путём постепенного откручивания крышки 4 капельницы 9 производят регулирование взаимного расположения конусного выступа 5 и выходного сечения резиновой трубки 3 с целью достижения каплеобразования.

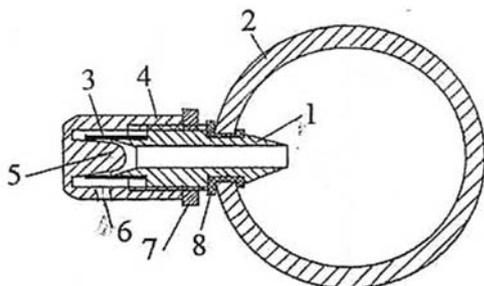


Рисунок 1 - Капельница (1-штуцер; 2-поливной трубопровод; 3-резиновая трубка; 4-крышка; 5-конусообразный выступ; 6-отверстия; 7- контргайка; 8-прокладка)

Техническое средство для проведения низконапорно-капельного орошения приведены в рисунке 2.

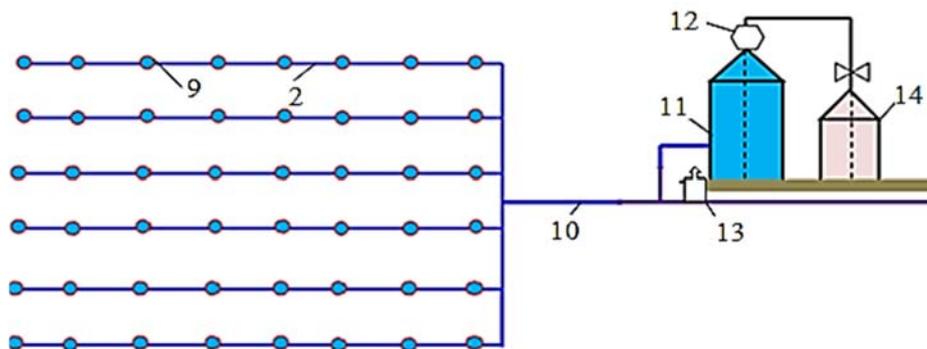


Рисунок 2 - Схема системы низконапорного капельного орошения (2-поливной трубопровод; 9-капельницы; 10-распределительный трубопровод; 11-гидроаккумулятор; 12-штуцер; 13-запорный орган; 14-переносной пневмоаккумулятор)

Разработка схем капельного орошения пропашных культур, закладка и проведение полевых экспериментов осуществляется с общеметодологическими принципами их

ведения, изложенными в фундаментальных работах Б.А. Доспехова (1983). При выборе исследуемых в полевых опытах факторов и состава учетных показателей, характеризующих влияние этих факторов на рост и продукционные процессы сельскохозяйственных культур, учитывались степень их изученности на основе доступных литературных и отчетных данных, наличие, апробированность, приборное обеспечение и трудоемкость учетных показателей.

Результаты

Полевые исследования проводились на территории производственного кооператива «Тастобе» Жамбылского района, Жамбылской области Республики Казахстан [2-3].

Посадка томатов осуществлялась рассадой в начале мая по междурядьям 70 см и с расстоянием в ряду 40 см. Поливы осуществлялись низконапорной капельной системой (вариант 2) и по бороздам (вариант 1).

Площадь делянки 28 м². Повторность опыта 3-х кратная. В каждом варианте имелось по 100 растений томата, расположенных в два ряда.

Для изучения контура увлажнения, развития корневой системы и продолжительности полива был заложен лизиметрический опыт (опытный участок №2) с шестью вариантами: 1а – полив с одной капельницей при 70% НВ; 1б – полив с двумя капельницами при 70% НВ.

При установлении режима орошения нами определялась поливная норма, продолжительность полива и число поливов, поскольку они несколько отличаются от обычных (таблица 1).

Таблица 1 - Межполивные периоды и число поливов томата при капельном орошении

Показатели	Май	Июнь	Июль	Август
Вариант 1а (полив одной капельницей) 70 % НВ				
Поливная норма (m_p), м ³ /га	93	93	93	93
Среднесуточное водопотребление (E_{cp}), м ³ /га	25	37	29	27
Межполивной период, (T), сутки	4	3	3	4
Количество полива (N)	7	10	10	6
Вариант 1б (при поливе двумя капельницей) 70 % НВ				
Поливная норма (m_p), м ³ /га	129	129	129	129
Среднесуточное водопотребление (E_{cp}), м ³ /га	25	37	29	27
Межполивной период, (T), сутки	5	4	4	5
Количество полива (N)	6	7	7	5

Данные таблицы 1 показывают, что число поливов при поливе одной капельницей составляют 33 и с двумя капельницами - 25, а межполивной период колеблется от 3 до 5 сутки. Максимальное количество поливов отмечено в июне и июле месяцах.

Расчет суммарного водопотребления при капельном способе орошения имеет свои особенности. В отличие от сплошного полива при капельном орошении увлажняется не вся площадь поля, а только ее часть, то есть совокупность площадей контуров, примыкающих к зоне питания растений, которая не формирует сомкнутого травостоя.

При этом для определения суммарного водопотребления в капельном орошении можно использовать биоклиматический метод нормирования водопотребности сельскохозяйственных культур, где используются формула Н.Н. Иванова для определения испаряемости (E_o):

$$E_o = 0.0006(25 + t)^2(100 - \alpha) \text{ , м}^3/\text{га в сутки,}$$

здесь, t – среднесуточная температура воздуха, °С; α – среднемесячная влажность воздуха, %.

Испарение влаги с поверхности почвы происходит в локальных зонах, то есть в контурах увлажнения капельницы, которые могут быть определены с помощью коэффициента (K_y), учитывающего степень несплошного увлажнения почвы: $K_y = 1/[1+(1-f)]$, где, S – площадь локального увлажнения на одном гектаре, м²; F – общая площадь 1 га - 10000 м²; $f = S/F$ - доля увлажненной площади при капельном орошении.

Следовательно, на основе этих предположений можно определить биологический коэффициент сельскохозяйственных культур (K_b) при капельном орошении по следующей формуле: $K_b = E_{суу} / E_o \cdot K_y$, однако их значения не будут отличаться от существующих биологических коэффициентов сельскохозяйственных культур определенных в традиционных способах полива (таблица 2).

Таблица 2 - Среднесуточное суммарное испарение E_o , биоклиматические микробиологические коэффициенты, м³/га в сутки при 70 % НВ

Показатели	Май	Июнь	Июль	Август
$E_o = 0.0006(25 + t)^2(100 - \alpha)$ всутки	53	78	61	60
$E_{суу} = E_o \cdot K_b \cdot K_y$	25	37	29	27
K_b - коэффициент биологический	0,75	0,78	0,75	0,72
K_y - коэффициент увлажняемости территории	0,62	0,62	0,62	0,62
Суммарное водопотребление, м ³ /га	750	1180	899	810
$E_{сум} = 3640$ м ³ /га				

При разработке режимов капельного орошения основополагающим моментом является изучение формирующихся контуров увлажнения. Результатами исследований нами обнаружено, что при орошении суглинистых почв среднемеханического состава орошения как при одной, так и при двух капельницах образуются контуры увлажнения примерно одинаковой эллиптической параболоиды (рисунок 3).

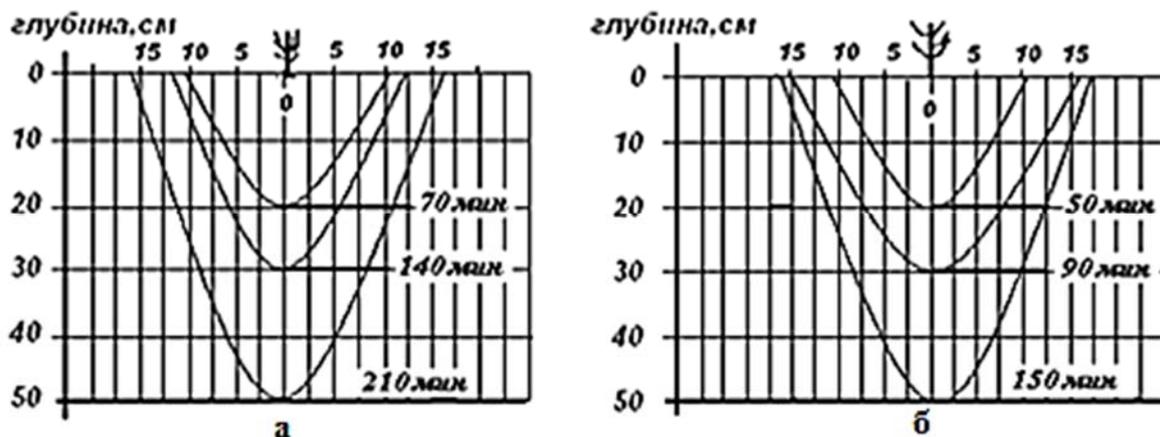


Рисунок 3 - Контурсы увлажнения при капельном орошении (а - при одиночной капельнице; б- при двойной капельнице)

Обсуждение

Движение воды в почве при капельном орошении происходит капиллярным путем во всех направлениях при малом влиянии гравитации. Степень насыщения влагой контура увлажнения происходит за счет создающегося градиента общего водяного натяжения, который меньше вблизи капельницы и больше в периферийной зоне увлажняемой площади. Создающийся градиент водного натяжения и образует контур увлажнения, то есть площадь и объем которого (за счет техники и технологии полива) доводится до равнозначной площади распространения корней растений. При этом следует отметить, при капельном орошении в зоне расположения капельницы образуются контуры увлажнения примерно одинаковой эллиптической параболоиды [3-7].

Как видно из рисунка 3, общий объем увлажненного контура эллиптической параболоиды (W) определяется согласно опытным данным по зависимости:

$$W = 0.5 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h = 1.570796 \cdot R^2 \cdot h ,$$

где h - высота эллиптической параболоиды; R - радиус эллиптической параболоиды.

Высоту эллиптической параболоиды (h) можно определить по формуле [5-7]:

$$h = [(\beta_{HB} - \beta_i) / (\beta_{HB} - \beta_o)] [(V_o - K_{\phi}) / K_b] [1 - \exp(-K_b \cdot t)] + K_{\phi} \cdot t ,$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации почвы при полном насыщении; β_i - начальная влажность почвы; β_{HB} - наименьшая влажность почвы; β_o - содержание связанной влаги в единице объема почвы, принимаемое равным максимальной молекулярной влагоемкости; V_o - скорость впитывания в конце первого часа; K_b - коэффициент, зависящий от свойства и влажности почвы; t - время впитывания воды в почву.

Радиус эллиптической параболоиды (R) можно определить по формуле:

$$R = [(\beta_{HB} - \beta_i) / (\beta_{HB} - \beta_o)] [(V_o - K_{\phi}) / K_b] [1 - \exp(-K_b \cdot t)] .$$

Индивидуальная поливная норма, то есть количество воды, необходимое для создания расчетного контура увлажнения под одно растение можно определить по уравнению:

$$m_H = W \cdot d \cdot (\beta_{HB} - \beta_i) / 100, \text{ м}^3 / \text{куст} ,$$

где W - общий объем увлажненного контура, м^3 ; HB - наименьшая влагоемкость почвы, в % от веса сухой почвы; β_o - предполивная влажность почвы, в % от НВ.

Индивидуальную поливную норму, то есть количество воды, необходимого для создания расчетного контура увлажнения под одно растение, можно определить по уравнению:

$$m_H = W \cdot d \cdot (\beta_{HB} - \beta_i) / 100 ,$$

где W - общий объем увлажненного контура, м^3 ; HB - наименьшая влагоемкость почвы, в % от веса сухой почвы; β_o - предполивная влажность почвы, в % от НВ.

Расчетная продолжительность полива (t_k) определяется отношением индивидуальной поливной нормы (m_H) к норме расхода капельницы (q_k): $t_k = m_H / q_k$

$$t_k = \frac{m_H}{q_k} .$$

Межполивной период (T) можно определить как отношение поливной нормы (m_p) к среднесуточному водопотреблению (ΔE_{cp}): $T = m_p / \Delta E_{cp}$.

Величину суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур по биоклиматическому методу определяют по формуле:

$$E_v = E \cdot k_{\delta} \cdot k_o , \text{ мм} ,$$

где $k_{\mathcal{D}}$ - биологический коэффициент; k_0 - микроклиматический коэффициент; E - испаряемость (потенциальная эвапотранспирация).

Испаряемость подсчитывают по формуле Н.Н. Иванова:

$$E = K_t \cdot d \cdot f(u),$$

где K_t - энергетический фактор испарения; d - дефицит влажности воздуха, мб; $f(u)$ - функция, характеризующая влияние ветра, $f(u) = 0,64 + 0,12u_2$, здесь u_2 - скорость ветра на высоте 2 м. от поверхности земли, м/с.

Параметры испаряемости K_t и $f(u)$ определяют по зависимости:

$$K_t = \frac{0,0061(25+t)^2}{l_a},$$

где t - температура воздуха, °С; l_a - упругость насыщенного пара, мб.

На основе определения месячных или декадных максимальных ежедневных потребностей в воде осуществляются проверки возможностей водоисточника, выбора фильтростанции и остальной фурнитуры. Исходя из этого, и производят предварительный расчет пропускной возможности фильтростанции по формуле:

$$Q = m \cdot S / T,$$

где: Q - пропускная способность фильтростанции, м³/ч; m - поливная норма, м³/га; S - планируемая площадь орошения, га; T - планируемое время работы системы в сутки, 16-20 ч.

Для каждой культуры, с учетом возделываемой площади и схемы посадки, рассчитывается потребность в оросительной трубке:

$$L_t = 10000 \cdot S_k / L,$$

где: L_t - потребность в оросительной трубке, м; S_k - площадь возделываемой культуры; L - расстояние между оросительными трубками (схема посадки).

На основе пропускной способности разводного трубопровода уточняется площадь поливных участков (S) по следующей формуле:

$$S = (Q_t \cdot L \cdot x / 10 \cdot q),$$

где: Q_t - пропускная способность разводного трубопровода, м³/ч; L - расстояние между оросительными трубками (схема посадки), м; x - расстояние между эмиттерами оросительной трубки, м; q - норма вылива одного эмиттера л/ч.

Для определения расхода воды на гектар орошаемого участка используется следующая зависимость, м³/ч:

$$W = 10 \cdot q / L \cdot x.$$

При этом расход воды, подаваемый на гектар орошаемого участка (W) должен быть равен индивидуальной поливной норме (m_H), то есть $m_H = W$.

Разработанная и предложенная методика расчета параметров капельного орошения сельскохозяйственных культур основанной на характере увлажнения зоны распространения корневой системы, надежности капельной системы, обеспечивающая расчетную поливную норму с высокой точностью дозирования почвенного слоя.

При этом следует отметить, что создания малообъемной капельной системы с коротковременным дозированием относительно большей интенсивностью поливной нормы позволяет формировать межполивные периоды, обеспечивающих своевременное выполнение агротехнических мероприятий.

Выводы

Таким образом, ресурсосберегающие технологии и технические средства капельного орошения с методологическим обеспечением для определения режима орошения позволит обеспечить экономное и рациональное использование водных ресурсов в орошаемом

земледелии, создать оптимальное условие для роста и развития сельскохозяйственных культур в сравнении с традиционным способом полива по бороздам.

Литература

1. *Зубаиров О.З., Таттибаев А.А., Жатқанбаева А.О.* А.с. №42481. Положительное решение №2002/1358.1.
2. *Зубаиров О.З., Жатқанбаева А.О.* Новые способы орошения // Водное хозяйство Казахстана, 2004.- №2.- С.26-30.
3. *Зубаиров О.З., Жатқанбаева А.О.* исследования контура увлажнения и режим орошения почвы при капельном орошении // Водное хозяйство Казахстана, 2006.- №1(9).- С.9-12.
4. *Налойченко А.О., Атаканов А.Ж.* Режим орошения виноградников при капельном увлажнении // Киргизский НИТИ. - 1985. -№139 (3637). - серия 68.31. -12 с.
5. *Мустафаев Ж.С., Абжапаров Б.М., Абдикаримов С., Пулатов К.* Локальное поверхностное орошение по бороздам //Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.- 1990.- №6.- С.73-77.
6. *Козыкеева А.Т., Безбородов Ю.Г., Жатқанбаева А.О.* Технология малообъемного капельного орошения при выращивании сельскохозяйственных культур // Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященный 85–летию образования Казахского национального аграрного университета и 100–летию заслуженного деятеля науки Республики Казахстан Тажибаева Л.Е. / Водосбережение и управление водными ресурсами в орошаемом земледелии и обводнении пастбищ. - Алматы, 2015.- С.114-118.
7. *Козыкеева А.Т., Абдикеримов С.А., Жатқанбаева А.О.* Капельная система для орошения сельскохозяйственных культур в аридной зоне Казахстана // Труды международной научно-практической конференции: «АУЕЗОВСКИЕ ЧТЕНИЯ-13» «НҰРЛЫ ЖОЛ» - стратегический шаг на пути индустриально-инновационного и социально-экономического развития страны». - Шымкент, 2015.- С.144-149.

Козыкеева Ә.Т., Жатқанбаева А.О.

АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ДАҚЫЛДАРЫН ТАМШЫЛАТЫП СУҒАРУДЫҢ ӨЛШЕМДІК КӨРСЕТКІШТЕРІН АНЫҚТАУДЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ

Аңдатпа

Қазақстан Республикасының Жамбыл облысы «Тастөбе» өндірістік бірлестігінің жағдайында құрамы тамшылатқыш жүйенің үлгісі және тамшылатқыштан құралатын, төменгі арынды тамшылыптыпсуғару жүйесін сынақтан өткізуге арналған зерттеудің нәтижесі бойынша ауылшаруашылық дақылдарды тамшылатып суғарудың өлшемдік көрсеткіштерін анықтаудың әдістемесі құрылған.

Кілт сөздер: жүйе, тамшылатып суғару, тамшылатқыш, тәжірибе, тәртіп, су, суды тұтыну, мөлшер, дақыл.

Kozykееva A.T., Zhatkanbaeva A.O.

METHOD FOR DETERMINING PARAMETERS OF DRIP IRRIGATION CROP

Annotation

On the basis of the results of field research in a production cooperative «Tastobe» Zhambyl district of Zhambyl region of Kazakhstan, to test low pressure drip system to irrigate tomato in the arid zones of Kazakhstan, including the development of modules drip system and drip method of determination of the parameters of drip irrigation crop.

Keywords: system, drip irrigation, drip, experience, treatment, water, water consumption rate and culture.

УДК 556 (470.57)

Козыкеева А.Т., Кирейчева Л.В., Даулетбай С.Д.

*Казахский национальный аграрный университет,
ГНУ ВНИИГиМ Россельхоз академии
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВОДОСБОРОВ БАССЕЙНА РЕКИ ШУ

Аннотация

На основе систематизации и системного анализа информационно-аналитических материалов о формировании и функционировании ландшафтов и агроландшафтов определен коэффициент экологической стабильности и устойчивости техноприродных систем водосбора в бассейна реки Шу.

Ключевые слова: система, оценка, анализ, бассейн, водосбора, ландшафт, агроландшафт, экология, устойчивость, стабильность.

Введение

В основе современного подхода природопользования (sustainable development) лежит экологический императив, под которым понимаются требования сохранения окружающей среды при условии экологического равновесия. Природное экологическое равновесие - это баланс средообразующих компонентов и естественных процессов, обеспечивающий длительное существование определенных ландшафтных систем или их эволюцию в ходе системы природопользования. При этом, исходя из общебиологических представлений функционирования ландшафтных и агроландшафтных систем, то есть выполнения им ресурсовоспроизводящих, природоохранных и других функций в природной системе, требуется необходимость постоянное поддержание его производственно-экологического потенциала.

С экологической точки зрения современный ландшафт - это целостная система взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов, требующих оценку устойчивости современного ландшафта (в том числе и аграрного) и его оптимизации в условиях антропогенной деятельности. Понятие «устойчивость», по отношению к ландшафту можно рассматривать, как способность сохранять свои структуру и функции при внешних воздействиях.