

УДК 631.67.03

Л. А. Воеводина (ФГБНУ «РосНИИПМ»)

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛЕННЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

В статье рассмотрена проблема дефицита водных ресурсов и возможность использования соленых вод для орошения. Предложено два направления использования соленых вод: 1) без предварительной водоподготовки с учетом биологических особенностей растений и применением различных технологических приемов повышения солеустойчивости; 2) уменьшение минерализации разбавлением водой лучшего качества. Рассмотрен способ повышения качества воды при капельном способе орошения сельскохозяйственных культур, когда поливы осуществляются водой с высоким содержанием солей. Способ включает смешение минерализованной и дистиллированной воды. Получение оросительной воды требуемой минерализации обеспечивается с помощью устройства, осуществляющего разделение оросительной воды на две части с использованием солнечной энергии. Одна из частей остается без изменения, а другая деминерализуется, с последующим их смешением в необходимой пропорции или без смешения, то есть имеется возможность применять каждую в отдельности.

Ключевые слова: соленая вода, электропроводность воды, качество воды, новое устройство, регулирование минерализации, солнечная энергия, оросительная вода, капельное орошение.

L. A. Voyevodina (FSBSE “RSRILIP”)

THE WAYS OF BRACKISH WATER USE FOR IRRIGATION

The paper considers the problem of water resources deficit and the opportunity of using brackish water for irrigation. Two ways of brackish water use are proposed: 1) without water treatment considering the biological specifics of crops and using different management practices for increasing salt tolerance; 2) water treatment for decreasing mineralization by dilution with water of better quality. On the second way the new method is offered. The method to improve water quality under trickle irrigation of crops, when watering is done with water of high salt content. The method includes mixing of mineralized and distilled water. Production of irrigating water of required mineralization is provided with the help of a device that separates irrigating water into two parts using solar energy. One of the parts remains unchanged, and the other one is demineralized, with their subsequent mixing at the necessary proportion or without mixing, using each one separately.

Keywords: brackish water, water electroconductivity, new method, new device, mineralization control, solar energy, irrigation water, drip irrigation.

За последние 50 лет в водном и сельском хозяйстве произошли значительные изменения. Общая площадь орошаемых земель увеличилась вдвое, а общий объем водозабора – втрое. По экспертным оценкам общемировой объем отбора пресноводных ресурсов составляет 3800 км³ при существенных колебаниях как между, так и внутри стран, из них 2700 км³

(или 70 %) идет на орошение. Наравне с водопользованием в сельском хозяйстве продолжают увеличиваться объемы промышленного и коммунально-бытового водопользования. Одновременно быстро растут объемы воды для выработки электроэнергии, гидроэнергетики и термоохлаждения. Не вся забранная вода является «потерянной». Значительная ее часть пригодна для повторного использования в речных бассейнах, но зачастую качество этой воды низкое [1].

Сегодня конкуренция среди потребителей водных ресурсов усилилась. Во многих речных бассейнах не хватает воды для обеспечения всех потребностей и даже для того, чтобы водные ресурсы рек достигали морей. Дальнейшее увеличение отбора воды для потребления человеком невозможно, так как лимиты уже достигнуты, а во многих случаях даже превышены. Бассейны становятся «замкнутыми», с отсутствием возможности использования дополнительных объемов воды. Таким образом, нехватка воды является ограничением к производству продовольствия для сотен миллионов людей.

В ближайшие 50 лет спрос на продовольственные и кормовые культуры удвоится. Двумя основными факторами, определяющими, насколько больше потребуется продовольствия, являются рост населения и изменение рациона питания. С ростом доходов и продолжающейся урбанизацией пища становится более питательной и разнообразной: не только увеличивается потребление основных злаков, но также меняется структура потребления среди зерновых культур, отмечен переход от зерновых к продукции рыбного хозяйства и животноводства и высокоценным культурам.

Водные ресурсы на Европейской территории России, где проживает 80 % населения, а также сосредоточена основная часть хозяйственной инфраструктуры, составляют лишь 8 % от всех водных запасов страны. В южных районах наблюдается острый дефицит воды. В то же время сочетание климатических условий делает возможным возделывание здесь ряда

ценных теплолюбивых овощных культур, выращивание которых в других регионах страны осложнено.

В связи с возрастающим дефицитом водных ресурсов расширяется использование соленых вод для орошения. Так, в США соленые воды применяются на юго-западе страны в штатах Аризона, Арканзас, Калифорния, Колорадо, Нью-Мексико. Выращиваемые культуры характеризуются повышенной солеустойчивостью, это – хлопчатник, сахарная свекла, люцерна, зерновые (на фоне которых особенно выделяется ячмень). В западной части Техаса, где ежегодно выпадает менее 300 мм осадков, площадь орошаемых земель достигает 80 тыс. га. В почве содержание органического вещества низкое, pH 7,5-8,3, грунтовые воды содержат около 2500 мг/л растворимых солей. На орошении выращивают хлопчатник, зерновое сорго, люцерну [2].

Солоноватые грунтовые воды используются также в Израиле, Индии, Тунисе. Например, в Израиле возделывание сахарной свеклы осуществляется при дождевании оросительной водой с электропроводностью 4,4 дСм/м (около 3000 мг/л) [2].

Соленость грунтовых вод в Израиле колеблется от 2 до 8 дСм/м (1200-5600 мг/л). Климат здесь отличается умеренно сухим жарким летом. Годовая транспирация составляет в среднем 20 тыс. м³/га, норма осадков на половине территории страны – более 200 мм, а на основной площади сельхозугодий – примерно 500 мм. Основная масса осадков выпадает в осенне-зимнее время. При орошении применяются, главным образом, дождевание или капельный полив. Для вымывания избыточных солей предусматривается дополнительный объем воды, составляющий около 25-30 % от оросительной нормы [2].

На легких и средних по механическому составу почвах орошение проводится солеными водами любой концентрации с учетом солеустойчивости выращиваемых культур. На дренированных участках с тяжелыми

почвами рекомендуется орошение водой электропроводностью от 3,5 до 5,5 дСм/м. Дополнительно в этом случае практикуется внесение гипса.

В Тунисе с 1962 г. действует Научно-исследовательский центр по использованию соленых вод для орошения со специальным фондом ООН и Юнеско [2], где проводится работа по оценке отзывчивости на орошение различных культур, а также разных способов полива. В условиях неоднородных почвенных и климатических условий (ежегодное количество осадков от 90 до 420 мм) при минерализации оросительной воды от 2000 до 6500 мг/л выполненные исследования подтвердили, что засоление оросительных вод не является препятствием для их применения в сельском хозяйстве.

Для оперативной оценки пригодности использования данной поливной воды на участках, планируемых под орошение, возможно применение показателя электропроводности. В общем случае для оценки оросительной воды по электропроводности установлены различные уровни. Так, при электропроводности воды менее 0,65 дСм/м уровень содержания растворимых солей считается низким, от 0,65 до 1,3 дСм/м – средним, от 1,3 до 2,9 дСм/м – высоким, при электропроводности воды более 5,2 дСм/м – экстремально высоким [3].

При некотором несовершенстве применения показателя электропроводности установлено, что растения, прежде всего, реагируют на общую концентрацию солей в корневой зоне, а не на соотношение компонентов. По показателю электропроводности вытяжки из почвенной пасты растения группируют по солеустойчивости как чувствительные, требующие для произрастания очень низкого уровня содержания солей в корневой зоне, составляющей менее 0,95 дСм/м; среднечувствительные, которым необходимо содержания солей от 0,95 до 1,90 дСм/м; среднеустойчивые – 1,90-4,50 дСм/м; устойчивые – 4,50-7,70 дСм/м; очень устойчивые – 7,70-12,20 дСм/м; при экстремально высоком содержании солей в корне-

вой зоне более 12,2 дСм/м растения, как правило, не выживают [3].

Существует два основных направления использования вод с повышенной минерализацией для целей орошения: 1) использование без предварительной подготовки для выращивания солеустойчивых культур и 2) разбавление водой лучшего качества, для уменьшения минерализации.

Использование соленой оросительной воды без предварительной подготовки должно учитывать биологические особенности растения, а также применение различных технологических приемов повышения солеустойчивости. К таким приемам относятся закалка (воздействие на прорастающие семена путем замачивания в растворах с повышенным содержанием солей), более частые поливы, увеличение поливной нормы с целью промывки почвы, специальное размещение растений на грядках и гребнях и другие [4, 5].

Для принятия решения о целесообразности выращивания той или иной культуры наиболее традиционным показателем является показатель электропроводности водонасыщенной почвы. Располагая этими данными, сравнивают их со значениями для интересующей культуры. Если полученное значение меньше, то снижения урожайности из-за повышенной концентрации почвенного раствора не ожидается [6].

Второе направление предусматривает уменьшение минерализации воды с использованием воды лучшего качества, содержащейся в природных источниках, скважинах, прудах, например, разбавление очень соленых грунтовых вод пресной речной водой с целью употребления их на орошение [7], смешивание вод различного качества из скважин [8], а также подготовки специальными способами.

Один из таких способов предложен автором [9]. Способ регулирования минерализации оросительной воды при капельном орошении, заключающийся в смешении минерализованной и дистиллированной воды, отличается тем, что получение воды требуемой минерализации, варьирую-

щей в интервале от естественного состава до дистиллята, обеспечивается с помощью устройства, осуществляющего разделение оросительной воды на две части, одна из которых остается без изменения, а другая деминерализуется, с последующим их смешением в необходимой пропорции или без смешения, то есть имеется возможность применять каждую в отдельности. При этом технологический процесс регулирования минерализации оросительной воды осуществляется непрерывно.

Кроме способа предложено также устройство для регулирования минерализации оросительной воды при капельном орошении. Продольный разрез устройства представлен на рисунке 1.

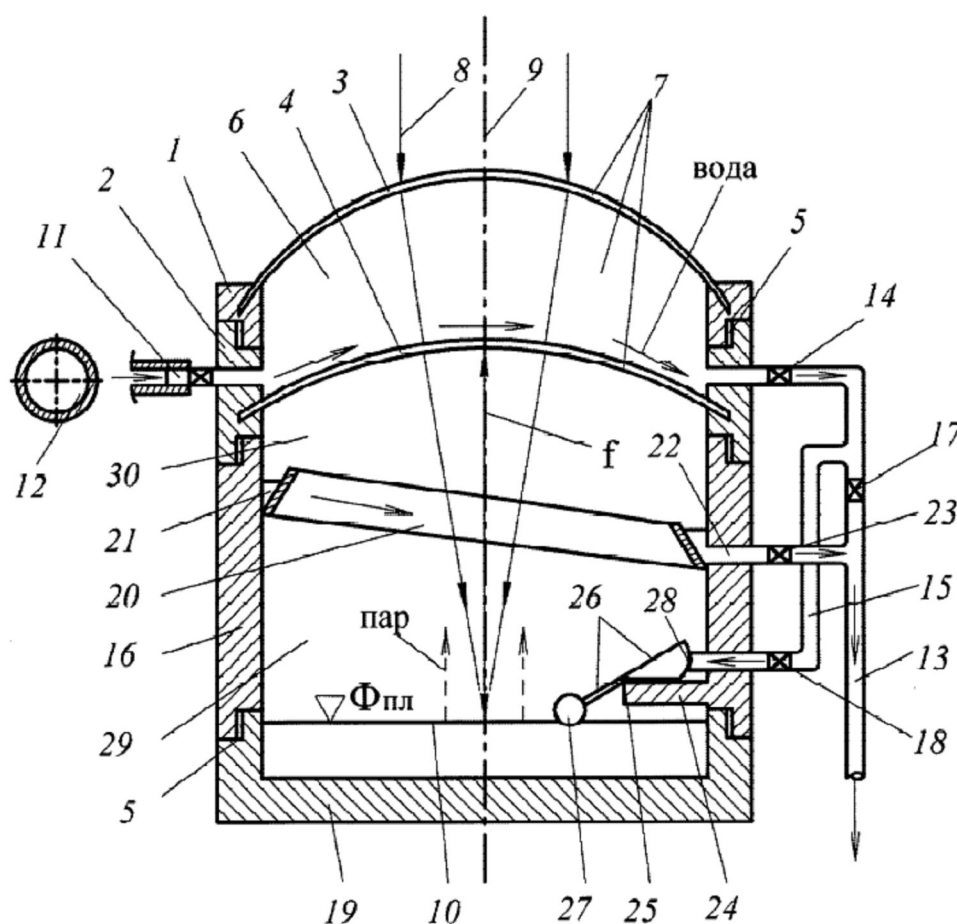


Рисунок 1 – Продольный разрез устройства

Устройство работает следующим образом: перед началом работы все его элементы устанавливают на корпусе 16 и осуществляют заполнение оросительной водой тела собирательной вогнуто-выпуклой линзы 7, ис-

ключая при этом наличие воздуха в камере 6, для чего корпус 16 поворачивают так, чтобы трубопровод 11, присоединенный к питающему оросительному трубопроводу 12, был направлен вниз, а оголовок трубопровода 13 обращен вверх, при этом регулирующее устройство 14 открыто.

После заполнения камеры 6 и выхода оросительной воды из оголовка трубопровода 13, регулирующее устройство 14 переключают в положение «закрыто» и подключают трубопровод 13, для этого его конец вставляют в оголовок, после чего регулирующее устройство 14 открывают, а корпусу 16 придают его рабочее положение.

В результате в камере 6, ограниченной сферическими поверхностями 3 и 4, формируется водонаполненная собирательная вогнуто-выпуклая линза 7 с главной оптической осью 9 и фокусным расстоянием $-f$. В случае, когда минерализация оросительной воды позволяет производить полив без ущерба растениям и почве, вода из питающего оросительного трубопровода 12 через полость камеры 6 по трубопроводу 13 доходит до его выходного отверстия, где в виде капель подается растениям.

Если же оросительная вода имеет высокую степень минерализации, то в дневное время регулирующим устройством 17 трубопровод 13 перекрывают, а регулирующее устройство 18 открывают и в трубопровод 15 пропускают оросительную воду, которая собирается в испарительном стакане 19. При этом поплавков 27 авторегулятора подачи воды в испарительный стакан 19 находится в нижнем положении, а запорный элемент 28 в верхнем, что полностью открывает трубопровод 15 и обеспечивает свободное поступление воды в испарительный стакан 19. По мере накопления и достижения в испарительном стакане 19 уровня воды, соответствующего фокальной плоскости 10 собирательной вогнуто-выпуклой линзы 7, поплавков 27 переместится в свое крайнее верхнее положение, а запорный элемент 28 в нижнее положение, что прекратит поступление воды в испарительный стакан 19 из трубопровода 15. Сфокусированное водонаполнен-

ной собирающей вогнуто-выпуклой линзой 7 солнечное излучение 8 на уровне фокальной плоскости 10 вызовет концентрированное выделение теплоты, сопровождающееся нагреванием воды в испарительном стакане 19 и интенсивным парообразованием. Водяной пар из испарительной части 29 рабочей камеры устройства поднимается в конденсационную часть 30. При соприкосновении с вогнутой сферической поверхностью 4 крышки 2, имеющей более низкую температуру, соответствующую оросительной воде, омывающей сферическую поверхность 4 внутри камеры 6, пар конденсируется в виде небольших водяных капель. Под действием сил гравитации и в силу наличия уклона вогнутой сферической поверхности 4 к боковым стенкам корпуса 16 капли перемещаются к ним и стекают в круговой наклонный лоток 21, образуя поток деминерализованной оросительной воды. При этом минерализация этой оросительной воды, образованной из конденсата, практически равна нулю. Через приемный оголовок трубопровода 22 деминерализованная оросительная вода поступает последовательно в трубопроводы 22 и 13, откуда в виде капель подается растениям.

Но так как полив только деминерализованной водой также нежелателен растениям и почве, то необходимо иметь оптимальную минерализацию оросительной воды. С этой целью возможно смешение оросительной воды естественной минерализацией и деминерализованной и доведение воды, подаваемой растениям, до требуемого оптимума. При этом минерализацию смешанной воды проверяют кондуктометром. Для этого регулирующие устройства 17, 23 и 18 устанавливают в положения, обеспечивающие требуемую минерализацию смешением потоков деминерализованной воды и оросительной воды с естественной минерализацией.

Способ регулирования минерализации оросительной воды при капельном орошении и устройство для его осуществления, в основе которого лежит принцип разбавления минерализованной воды деминерализованной,

получаемой и направляемой растениям путем использования предлагаемого изобретения, позволяет упростить процесс подачи оросительной воды высокого качества, повысить производительность труда, улучшить экологическую ситуацию на орошаемых почвах.

Список использованных источников

1 Вода для продовольствия – вода для жизни. Комплексная оценка управления водой в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iwmi.cgiar.org/Assessment/files_new/synthesis/Summary_Russian.pdf. 2013.

2 Шамсутдинов, Н. З. Использование соленых вод для орошения / Н. З. Шамсутдинов, З. Ш. Шамсутдинов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. – № 1. – С.47-49.

3 Irrigation water quality – salinity and soil structure stability [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.nrm.qld.gov.au/factsheets/pdf/water/w55.pdf. 2013.

4 Генкель, П. А. Солеустойчивость растений и пути ее направленного повышения / П. А. Генкель. – Изд-во Академии наук СССР, 1954 – 82 с.

5 National Engineering Handbook. Part 623. Chapter 2. Irrigation Water Requirements [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://irrigationtoolbox.com/NEH/Part623_Irrigation/H_210_623_02.pdf. 2013.

6 Воеводина, Л. А. Использование показателя электропроводности для оценки продуктивности сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс] / Л. А. Воеводина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – № 1(05). – 10 с. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=82&id=88>. 2013.

7 Костяков, А. Н. Основы мелиорации / А. Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – С. 49.

8 Sinai, G. Design of multiquality irrigation water supply systems using the Q–C feasibility domain concept: II. QCFD model and applications / G. Sinai, Ben-Zion Dalins [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gwri-ic.technion.ac.il/pdf/gwri_abstracts/2009_1/40.pdf. 2013.

9 Способ регулирования минерализации оросительной воды при капельном орошении и устройство для его осуществления: пат. 2483528 Рос. Федерация: МПК(7) A01G 25/02, C02F 1/14 / Воеводина Л. А., Чернова Д. А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации». – № 2011146572/13; заявл. 16.11.2011; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 16. – 8 с.

Воеводина Лидия Анатольевна – кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (ФГБНУ «РосНИИПМ»), старший научный сотрудник. Контактный телефон: 8 (8635) 266500. E-mail: vovteh@rambler.ru

Voyevodina Lidiya Anatolyevna – Candidate of Agricultural Sciences, Federal State Budget Scientific Establishment “Russian Scientific-Research Institute of Land Improvement Problems” (FSBSE “RSRILIP”), Senior Researcher. Contact telephone number: 8 (8635) 266500. E-mail: vovteh@rambler.ru