

ние всех видов мелиораций и величиной израсходованных средств. Если разность будет величиной положительной, то переходим к следующему виду мелиорации, согласно его позиции в ранжированном ряду. Если разность меньше нуля, то искомая площадь определяется как частное от деления имеющихся в наличии средств на величину ресурсоотдачи. Для следующего года алгоритм расчета сохраняется. Однако в следующем году положение видов мелиораций в ранжированном ряду может быть иным, следовательно, распределение капиталовложений по видам мелиораций также будет иным.

После того, как для всех лет будут определены площади мелиорируемых земель по видам мелиораций, проводится итоговый расчет экономической эффективности проекта развития комплексной мелиорации в регионе по формуле:

$$\mathcal{E} = \sum_{t=1}^T \mathcal{E}_t = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \frac{1}{(1+E)^t} = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^n S_i (Y_i^* - K_i^*) \frac{1}{(1+E)^t}$$

где, Y_i^* – прирост почвенного индекса в рублях в точке максимальной ресурсоотдачи, K_i^* – капиталовложения в i -й вид мелиорации в точке максимальной ресурсоотдачи.

Полученная величина будет служить критерием для сравнения с другими вариантами развития мелиораций в регионе.

Литература

1. Пегов С.А., Хомяков П.М. Моделирование развития экологических систем. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов мелиорации сельскохозяйственных земель. – Утверждены Минсельхозом России от 24.01.2003, введены в действие с 01.03.2003.
3. Гараев Я.Г. Научное обоснование и совершенствование технологических процессов в АПК на основе оптимизационных моделей. – М.: Пищепромиздат, 2005.
4. Добрачев Ю.П., Мучкаева Г.М. Методические подходы к созданию ресурсосберегающей технологии выращивания зерновых культур при орошении. Мелиорация и окружающая среда. Том 1. – М, ВНИИА, 2004.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 635:657

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ НУТА В РИСОВЫХ СЕВООБОРОТАХ КАЛМЫКИИ

С.Б. Адьяев

ОПХ «Харада» ГНУ ВНИИГиМ, Республика Калмыкия, Россия

В природно-климатических условиях Калмыкии основной задачей земледелия является создание устойчивой кормовой базы для животноводства и увеличение продуктов питания для решения продовольственной проблемы. Зерно-

бобовые культуры являются источником получения полноценного растительного белка, способствуют сохранению и повышению плодородия почв, получению экологически чистой продукции. Среди зернобобовых культур наиболее засухоустойчивым и адаптированным к местным условиям является нут. Эта культура возделывается во многих странах мира на площади свыше 11 млн.га. В Российской Федерации она занимает незначительные площади, в 2003 году около 40 тыс. га, из них 30 тыс. га сосредоточено в Волгоградской области, около 6 тыс. га в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях, Республики Калмыкия.

В условиях дефицита водных ресурсов в Республики Калмыкия особенно актуально стоят вопросы эффективного использования остаточной влаги после возделывания риса, вопросы сохранения и улучшения плодородия почвы. В перспективе для решения белковой проблемы и биологизации земледелия эта ценная культура должна занимать в структуре посевов зерновых культур Калмыкии не менее 4-5%. В связи с этим вопросы совершенствования технологии возделывания нута в рисовых чеках весьма актуальны, имеют не только теоретическое, но и большое практическое значение.

Целью проводимых исследований является совершенствование технологии возделывания нута, ориентированное на снижение затрат основных ресурсов, обеспечивающей с учетом агроклиматических ресурсов региона формирование до 2,5 т/га.

В соответствии с программой исследований полевой эксперимент включал изучение комплексного влияния условий минерального питания растений (фактор А), способа посева и норм высева семян (фактор В) на динамику роста, развития и формирование семян нута в рисовых севооборотах. Схема опыта по минеральному питанию включала следующие варианты: вариант 1 - без удобрений (контроль); вариант 2 – внесение $N_{40} P_{15}$ для формирования планируемой урожайности 1,5 т/га; вариант 3 - $N_{60} P_{30}$ для формирования планируемой урожайности 2,0 т/га; вариант 4 - $N_{60} P_{45}$ для формирования планируемой урожайности 2,5 т/га.

Схема опыта по способам посева включала 2 варианта: вариант 1 – сплошной рядовой с нормой высева 200, 400, 600 и 800 тыс. всхожих семян на гектар и вариант 2 – широкорядный с междурядьями 0,6 м и нормой 200, 400, 600 и 800 тыс. всхожих семян. Представленная схема полевого эксперимента была реализована в 2002-2004 годах в рисовом севообороте ОПХ «Харада» Октябрьского района Республики Калмыкия.

Погодные условия в годы проведения исследований существенно различались и, вместе с тем, отражали климатические особенности региона, что позволило нам дать объективную оценку полученным экспериментальным данным.

Почвы участка бурые пустынно-степные. Они широко распространены по Прикаспийской низменности. В комплексе с ними обычно распространены солонцы и лугово-бурые почвы. Почвообразующей породой для них являются легкие и средние суглинки.

Характерным признаком бурых почв является бурая окраска почвенного профиля, обусловленная малым содержанием гумуса, вследствие чего окраска

почвы приближается к окраске почвообразующей породы. Наибольшим распространением по территории ОПХ пользуются среднесуглинистые разновидности.

По содержанию гумуса бурые почвы относятся к малогумусным (1,04-1,79%). С глубиной происходит заметное уменьшение гумуса. Малое содержание гумуса не способствует образованию прочной структуры агрегатов, вследствие чего данные почвы характеризуются распыленностью (пылеватые) и сравнительно легко подвергаются ветровой эрозии.

В поглощающем комплексе солонцового горизонта «Б» бурых почв преобладают катионы кальция и магния. Емкость поглощения составляет 19,1-21,6 мг. экв. Процентное содержание о поглощении натрия в горизонте «В» от емкости поглощения составляет 4-5 %. Реакция среды в горизонте «А» близка к нейтральной (рН-7,1). С глубиной она изменяется до слабощелочной. Плотность почвы по профилю с глубиной увеличивается от 1,38 до 1,60 т/м³, плотность твердой фазы изменяется по слоям от 2,73 т/м³ в верхнем слое, увеличиваясь в слое 130-160 и 160-200 до 2,85-2,87 и снижается на глубине 3 м до 2,62 т/м³.

Агрохимические показатели почвенного разреза свидетельствуют о низком содержании и большой подвижности гумуса, общего и легкодоступного азота и валового фосфора, среднем содержании подвижного фосфора и высоком – обменного калия. Поглощенный натрий в пахотном слое составляет 15%, а с глубиной доля его от ёмкости катионного обмена (ЕКО) увеличивается до 27%.

В основной корнеобитаемой зоне (0-0,4 м) содержание солей изменяется от 0,204 до 0,434%. Химизм засоления в основном хлоридно-сульфатный. Ниже основной корнеобитаемой зоны (0,4-1,0 м) содержание солей увеличивается до 0,302 – 1,055% и оценивается на большей части делянок как среднее.

Емкость катионного обмена (ЕКО) в слое 0-0,4 м по делянкам изменяется от 15,5 до 25,1 мг-экв/100 г почвы.

Общая площадь опытного участка – 10 га, учетной делянки первого порядка – 270 м². Делянки располагали методом рендомизации, в условиях, исключая взаимовлияние вариантов. Повторность опытов четырехкратная, предшественник – рис сорт Белый СКОМС. Семена нута с. Приво 1 были обработаны нутовым нитрагином штамма 522.

На вариантах с широкорядным способом посева использовали сеялку СПЧ-6, сплошных рядовых – сеялку СН-16. Глубина заделки семян в почву 0,07-0,08 м. Вспашку проводили с оборотом пласта на глубину 0,25-0,27 м. Уход за посевами состоял из послепосевного прикатывания почвы кольчатými катками и одной междурядной обработки на широкорядных посевах. В процессе исследований учитывали динамику роста и развития растений, вели наблюдения за прохождением отдельных фаз развития, изучали структуру и величину урожая, наблюдения за использованием влаги на формирование урожая семян.

Результаты исследований густоты стояния растений по всходам и перед уборкой показали, что на широкорядном и сплошном способе посева при увеличении нормы высева закономерно снижается полевая всхожесть семян, а также сохранность растений к моменту уборки. На участках сплошного посева, где всхожесть семян при максимальной норме 800 тыс. шт. за годы исследования составила всего 52,6%, а сохранность растений 85,2%. Аналогичная закономерность прослеживается и на широкорядном способе посева.

Наблюдения за ростом и развитием растений нута показали, что увеличение нормы посева способствует сокращению вегетационного периода за счет уменьшения промежутков всходы - цветение и цветение – созревание. На сплошных посевах увеличение нормы с 200 до 800 тыс. всхожих семян способствовало сокращению продолжительности вегетационного периода на 7 дней: от всходов до цветения – на 4 дня, от цветения до созревания бобов – на 3 дня. Однако на широкорядных посевах при увеличении нормы высева с 200 до 800 тыс. шт. семян наблюдалось уменьшение периода вегетации на 5 дней, соответственно по фазам развития на 3 и 2 дня.

Проведенный анализ структуры урожая по вариантам опыта показал, что изменение отдельных элементов структуры урожая в большей степени зависит от способа посева, чем от нормы высева. С увеличением нормы высева закономерно снижается высота растений, высота прикрепления нижних бобов, число бобов и зерен на одном растении, продуктивность одного растения. Например, на широкорядном способе посева нормой высева семян 200 тыс. шт./га, высота растений в среднем за годы наблюдений составила 0,55 м, высота прикрепления нижнего боба 0,25 м. С увеличением нормы до 600 и 800 тыс. шт/га эти показатели снижаются соответственно на 0,08 и 0,02 м. При сплошном способе посева высота растений изменялась в зависимости от нормы высева от 0,44 до 0,37 м, а высота прикрепления нижнего боба была ниже на 0,018 – 0,023 м.

Следует отметить, что с увеличением норм высева при обоих способах посева наблюдается снижение показателей продуктивности отдельно взятого растения. На широкорядном посеве снижение нормы высева с 800 до 200 тыс. шт. способствовало увеличению образования бобов на одном растении в среднем на 23,4 шт., зерен на 24,1, при этом масса зерен увеличилась на 8,6 г. При сплошном посеве при снижении аналогичной нормы высева на растении формировалось 36,7 шт. бобов (21,5 шт. при высева 800 тыс. шт/га), количество зерен увеличивалось на 20,2 шт. при средней массе зерна 8,3 г (3,1 г при высева 800 тыс. шт/га).

Лабораторная оценка всхожести семян по вариантам опыта была достаточно высокой и не опускалась ниже 96%, что соответствует качеству семян первого класса. Такой показатель возможен при минимальных повреждениях и микротравмировании семян при обмолоте. На основании проведенных исследований мы пришли к выводу, что оптимальной нормой высева нута в рисовых чеках на бурых почвах является 600 тыс. шт./га при сплошном способе посева и внесении минеральных удобрений нормой N₆₀ P₄₅. При этом урожайность семян нута в зависимости от условий года исследований изменялся от 2,38 до 2,47 т/га.

УДК 631.587:633.853.52

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СОИ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ – ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Бородычев, М.Н. Лытов

Волгоградский КО ГНУ ВНИИГиМ, Волгоград, Россия

Одним из актуальных направлений решения проблемы продовольственной безопасности Российской Федерации является поиск научно-обоснованных пу-

тей снижения дефицита белка и растительного масла в питании людей и кормопроизводстве. В силу ряда хозяйственно-биологических особенностей важное место в решении этой задачи отводится ценной белково-масличной культуре – сое.

Основные площади под посевами сои (свыше 80 %) в Российской Федерации сосредоточены на территории Дальнего Востока. Продвижение ее в другие регионы, в т. ч. Нижнее Поволжье связано с необходимостью решения ряда задач, обеспечивающих повышение рентабельности производства зерна сои в условиях современных экономических реалий.

В свете вышеизложенного важной задачей научного обеспечения видится совершенствование технологии управления продукционным процессом сои на основе наиболее полного учета генетического потенциала (биологической программы развития) возделываемых сортов и реакции растительного организма на определенные сочетания уровней воздействия комплекса природных и (важно!) регулируемых человеком факторов.

С 1996 года Волгоградским комплексным отделом ВНИИГиМ проводятся комплексные исследования, направленные на разработку гибких технологий управления соевыми агроценозами на основе регулирования факторов, определяющих развитие растений и формирование урожая.

Экспериментальный опыт отдела основывается на многолетних полевых и лабораторных исследованиях, проводимых на орошаемых землях Быковского, Николаевского и Дубовского районов Волгоградской области.

Исследованиями предусматривается комплексный анализ влияния на продукционный процесс сои и потребление природных и хозяйственных ресурсов условий водного и минерального питания растений, регулируемых путем проведения поливов и внесения удобрений, плотности и способов посева, а также поиск научно обоснованного размещения вегетационного периода культуры (сортов раннего срока созревания) путем смещения сроков посева.

Изучение динамики роста, развития и продуктивности сои различных групп спелости (районированных для региона исследований) в условиях дифференцированного по уровням обеспечения растений водой и элементами минерального питания позволило выявить факторы преимущественного влияния, а также значимые совместные действия факторов.

Полевой эксперимент реализован в 2000...2002 гг. на орошаемых землях Заволжской оросительной системы в АОЗТ "Агрофирма "Восток" Николаевского района Волгоградской области. Исследования проводились по плану трехфакторного опыта. Сорт, группа спелости – ультраранний (ВНИИОЗ-86), скороспелый (ВНИИОЗ-76), среднеранний (Волгоградка-1); уровень водообеспечения посевов – поддержание порога предполивной влажности почвы на уровне 60, 70, 80 % НВ, и также дифференцированно по фазам развития растений, 70-80-70 % НВ; уровень минерального питания, рассчитанный на формирование урожайности зерна 1,5, 2,5 и 3,5, соответственно $P_{20}K_{20}$, $N_{45}P_{90}K_{80}$, $N_{90}P_{160}K_{140}$.

Исследованиями определены целесообразные уровни продуктивности сортов различных групп спелости и сочетания управляемых факторов, обеспечивающих формирование такой урожайности (табл. 1).

Таблица 1. Целесообразные уровни продуктивности сои

Сорт, группа спелости	Урожайность, т/га	сочетание факторов		Целесообразность
		минеральное питание	водный режим	
ВНИИОЗ-86	2,5	N ₄₅ P ₉₀ K ₈₀	70-80	Наименьший в сравнении с другими сортами коэффициент водопотребления - 910 м ³ /га и наибольшей индекс доходности затрат - 1,54
ВНИИОЗ-76	3,5	N ₉₀ P ₁₆₀ K ₁₄₀	70-80	Наименьшие затраты водных ресурсов на формирование урожая - 980 м ³ /га при индексе доходности затрат - 1,77
Волгоградка-1	3,5	N ₉₀ P ₁₆₀ K ₁₄₀	70-80	Наибольший экономический эффект: чистый доход 19530 р./га, индекс доходности затрат 1,82

Целесообразный уровень продуктивности сои ультрараннего срока созревания (ВНИИОЗ-86) составляет 2,5 т/га, что в почвенно-климатических условиях региона исследований достигается внесением минеральных удобрений дозой N₄₅P₉₀K₈₀ в сочетании с проведением вегетационных поливов, ориентированных на поддержание предполивного уровня влажности почвы 70-80 % НВ. Планируемая урожайность зерна сои 3,5 т/га обеспечивается при поддержании дифференцированного порога предполивной влажности почвы 70-80 % НВ в сочетании с внесением минеральных удобрений дозой N₉₀P₁₆₀K₁₄₀ посевами сортов ВНИИОЗ-76 и Волгоградка-1. В условиях дефицита водных ресурсов рациональнее возделывать раннеспелый сорт ВНИИОЗ-76, чем достигается наиболее экономное расходование оросительной воды на формирование урожая. Для получения наибольшего экономического эффекта при производстве зерна сои на таком уровне урожайности следует использовать среднеспелый сорт Волгоградка-1.

Таким образом, генетический потенциал современных сортов сои и климатические ресурсы юга Европейской части России позволяют получать 2,5...3,5 т/га в условиях орошаемого земледелия.

Экспериментально установлены закономерности суммарного испарения влаги посевами сои в условиях регулируемого водного и питательного режима растений. Математическое описание установленных закономерностей представлено выражением вида:

$$\text{Волгоградка-1} - E_{crop} = 4500 + 0,17 \cdot y - 5,4E - 6 \cdot y^2 + 4,7E - 11 \cdot y^3$$

$$\text{ВНИИОЗ-76} - E_{crop} = 4072 + 0,14 \cdot y - 5,0E - 6 \cdot y^2 + 4,8E - 11 \cdot y^3$$

$$\text{ВНИИОЗ-86} - E_{crop} = 3130 + 0,15 \cdot y - 4,4E - 6 \cdot y^2 + 3,5E - 11 \cdot y^3$$

где $Y = \frac{U + k \cdot Q}{g}$, причем k для сорта Волгоградка-1 – 0,6565, ВНИИОЗ-76 – 0,6090, ВНИИОЗ-86 – 0,7177; g – гидротермический коэффициент вегетационного периода; U — показатель обеспеченности сои элементами минерального питания, кг д.в./га, $U = I + x$; I — суммарная доза минеральных элементов (NPK) используемых из почвы с учетом коэффициентов использования питательных элементов по азоту – 0,8; фосфору – 0,2; калию – 0,2; x — суммарная доза минеральных элементов (NPK) вносимых с удобрениями, кг д.в./га; Q — показатель водообеспечения посевов сои, м³/га, $Q = J + P$; J — оросительная норма, м³/га; P — осадки за период вегетации сои, м³/га

Квадрат коэффициента корреляции полученных аппроксимаций составляет по сорту Волгоградка-1 – 0,78, ВНИИОЗ-76 – 0,70, ВНИИОЗ-86 – 0,71.

В течение вегетационного периода процесс испарения воды посевами характеризуется существенной неравномерностью. Пик водопотребления обычного приходится на период формирования бобов, но может в значительной степени как вправо, так и влево по оси времени. Численный статистический анализ экспериментального материала позволил нам оценить долевое влияние природных и регулируемых факторов на динамику варьирования среднесуточного водопотребления. Наибольшее влияние на величину суточного испарения воды посевами сои оказывали метеоусловия в период вегетации культуры, 49 % (рис. 1).

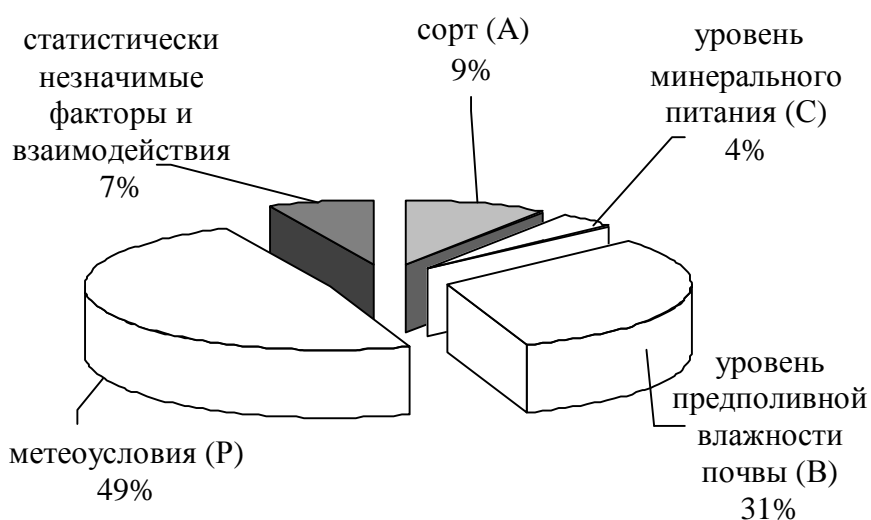


Рис.1. Долевое влияние факторов на динамику варьирования среднесуточного водопотребления сои

Наиболее простым и надежным методом, позволяющим снизить долю возмущений параметров среднесуточного испарения по фактору метеоусловий является метод биофизических (биоклиматических) коэффициентов. Исследова-

ниями установлены численные значения биоклиматических коэффициентов для природных условий региона, получены регрессионные уравнения, позволяющие рассчитать величину коэффициента для любого периода развития сои (табл. 2).

Таблица 2. Изменение биоклиматических коэффициентов испарения сои в зависимости от суммы среднесуточных температур воздуха

Сорт	Вариант водного режима почвы, %НВ	Корреляция, R ²	Форма связи (уравнение регрессии)
Волгоградка-1	70-80-70	0,88	$y = -9E-08x^2 + 0,00030x + 0,0815$
ВНИИОЗ-76	70-80-70	0,89	$y = -8E-08x^2 + 0,00025x + 0,0846$
ВНИИОЗ-86	70-80-70	0,88	$y = -1E-07x^2 + 0,00034x + 0,0739$

Квадрат коэффициента корреляции полученных выражений, 0,88...0,89, свидетельствует о возможности их практического применения при планировании поливного режима сои.

Наряду с дефицитом водного и минерального питания определенные трудности при выращивании сои создает высокая требовательность культуры к теплу в сочетании с продолжительным периодом вегетации. Появление новых сортов сои ультрараннего срока созревания определяет перспективу расширения посевов при орошении и ставит задачу повышения эффективности использования климатических ресурсов региона. В 2002...2004 гг. в условиях светлокаштановых почв Волгоградского Заволжья проведен комплексный полевой эксперимент, в котором наряду с условиями водообеспечения посевов (фактор А: 60, 70, и 70-80 % НВ) и питательного режима растений (фактор В: N₁₀P₂₅K₂₅, N₅₀P₈₅K₈₀, N₉₀P₁₄₅K₁₃₅) изучалось влияние сроков посева сорта ВНИИОЗ-86 на продукционный процесс, потребление водных ресурсов и рентабельность производства зерна сои.

Смещение сроков проведения посева сои с 10 по 30 мая сопровождается увеличением ее зерновой продуктивности и ростом потребленной за период вегетации влаги (табл. 3). При этом наиболее эффективен коэффициент водопотребления 1767 м³/т, на формирование урожая вода расходуется при посеве 20 мая в сочетании с поддержанием предполивного уровня влажности почвы 70-80-80 % НВ и внесением минеральных удобрений дозой N₅₀P₈₅K₈₀. Наибольшая рентабельность производства зерна сои получена при посеве семян 20 мая. Индекс доходности затрат составил 1,74.

Задача повышения эффективности возделывания сои в условиях интенсивного земледелия предусматривает наиболее полное использование ее биологических ресурсов. Соя, как бобовая культура, способна создавать продуктивные симбиозы с некоторыми видами азотофиксирующих бактерий. Однако этот по-

тенциал культуры в настоящее время используется слабо, а иногда – во вред производству. Основная причина – сложная схема взаимодействия плодородия почвы, минерального азота и азотофиксирующих бактерий, которые в определенных условиях проявляют паразитирующие свойства. В силу этого обстоятельства при расчете доз внесения минеральных удобрений рекомендуется учитывать азотофиксирующую деятельность симбиоза путем снижения нормированных объемов выноса азота посевами сои. Однако, рекомендуемая степень снижения нормы выноса азота посевами сои варьирует в широких пределах, от 20...25 до 70...75 %, что создает определенные трудности. Поэтому в исследованиях 1999...2002 гг., проводимых на посевах сои с. Волгоградка-1 при орошении предусматривалось определение наиболее эффективных соотношений минерального и биологического азота для различных уровней планируемой урожайности зерна. Дозы азотного питания рассчитывались, исходя из трех уровней возмещения потребляемого элемента за счет деятельности азотофиксирующих бактерий: 75, 50 и 25 % от потребности. На фоне поддержания трех уровней предполивной влажности почвы (70-70-70 % НВ, 70-80-70 % НВ и 70-80-80 % НВ) вносили следующие дозы минеральных удобрений: $P_{40}K_{30}, N_{30}$ $P_{40}K_{30}, N_{60}P_{40}K_{30}, N_{30}P_{100}K_{90}, N_{70}P_{100}K_{90}, N_{110}P_{100}K_{90}, N_{45}P_{160}K_{150}, N_{95}P_{160}K_{150}, N_{145}P_{160}K_{150}$.

Таблица 3. Показатели эффективности возделывания сои на зерно в зависимости от срока проведения посева (водный режим почвы 70-80 % НВ, доза минерального питания $N_{50}P_{85}K_{80}$)

Дата посева	Урожайность, т/га	Водопотребление, м ³ /га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т	Индекс доходности затрат
10 мая	2,32	4450	1921	1,58
20 мая	2,57	4530	1767	1,74
30 мая	2,60	4630	1780	1,71

Наименьшие затраты минеральных удобрений на формирование зерна сои сложились при внесении $P_{40}K_{30}$. Повышение уровня минерального питания способствовало увеличению урожайности зерна сои. Увеличение дозы минерального азота с 30 до 70 кг д.в./га на фоне $P_{100}K_{90}$ повышало урожайность, в среднем, на 0,4...0,5 т/га ($НСР_{05, т/га} = 0,10...0,17$). Однако, при повышении дозы минерального азота до 110 кг д.в./га на том же фоне фосфорно-калийного питания урожайность снижалась. При внесении минеральных удобрений на планируемую урожайность 4,0 т/га зерна сои (фосфорно-калийный фон $P_{160}K_{150}$) наибольшая урожайность сои, 4,03 т/га, получена при внесении 95 кг д.в./га минерального азота. На формирование 1 т зерна при этом расходовалось не более 100,4 кг д.в. минеральных удобрений. Установлена зависимость зерновой продуктивности посева сои от уровня возмещения потребляемого растениями азота за счет биологической составляющей и рассчитанного на планируемую уро-

жайность фосфорно-калийного фона. Зависимость представлена уравнением регрессии вида:

$$Y = 1.04 - 0.03 \cdot q + 0.14 \cdot q^2 + 3.81 \cdot \gamma - 3.91 \cdot \gamma^2 - 0.10 \cdot q \cdot \gamma$$

где Y – фактическая урожайность зерна сои, т/га; q – уровень планируемой урожайности зерна сои, т/га; γ – доля азота от общей потребности посевов в элементе, возмещаемая за счет деятельности азотофиксирующих бактерий, в долях единицы.

Таким образом, при формировании урожайности зерна сои на уровне 2,0 т/га за счет деятельности азотофиксирующего симбиоза возмещается до 75 % общей потребности растений в азоте. При формировании 3,0...4,0 т/га зерна сои азотофиксирующие бактерии возмещают 45...55 % азота от общей потребности растений в элементе.

Учет генетического потенциала растений и биологических особенностей культуры позволяет повысить эффективность производства зерна сои и формировать урожайность до 4,0 т/га при минимальных нагрузках на сформировавшиеся экосистемы.

Литература

1. Целевая отраслевая программа развития производства и глубокой переработки сои в Российской Федерации до 2010 года. М., 2003
2. Бородычев В.В., Лытов М.Н., Пахомов А.А. Эффективность орошения сои в условиях Нижнего Поволжья./ Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. - № 6. – С. 36-38.
3. Лытов М.Н. Условия эффективного применения удобрений на посевах сои при орошении.// Применение средств химизации – основа повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и сохранения плодородия почв./ Матер. межд. научн. конф. ВНИИА. – М., 2004. – С. 147-149.

УДК 581.526.426.52

ФИТОМЕЛИОРАЦИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ПОЙМЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НИЖНЕЙ ВОЛГИ НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СОЛОДКОВЫХ АССОЦИАЦИЙ

В.Н. Буравцев, Г.А. Булаева, Н.З. Шамсутдинов
ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Сегодня Россия вынуждена на корм животным расходовать более $\frac{2}{3}$ всей продукции растениеводства, в том числе около 70% валового сбора зерна. Пастбищные корма составляют у нас не более 10-12%, в то время как в странах с высокоразвитым сельским хозяйством – до 44% общего расхода кормов. Одной из причин этого является деградация пойменных лугов.

Особенно интенсивно процессы деградации пойменных земель протекают в сухостепной и полупустынной зонах, к которым относится Нижнее Поволжье, в частности Волго-Ахтубинская пойма. Уничтожение естественных продуктивных пойменных луговых фитоценозов ведет к деградации сенокосов и пастбищ и постепенно ликвидирует функцию поймы как ландшафтно-

геохимического барьера, вызывая ухудшение общей экологической обстановки на приречной территории. Учитывая буферную роль луговых фитоценозов, служащих источником самого дешевого корма, необходимо предпринять меры по их сохранению, восстановлению и улучшению.

С этой целью в Астраханской области на опытных участках разработаны и проверены фитомелиоративные технологии рекультивации деградированных пойменных лугов, а также залужения залежей, бросовых ранее орошаемых старопахотных массивов и вышедших из оборота земель рисовых систем на основе применения солодки голой, являющейся наиболее ценным с экологической и экономической точек зрения растением. Солодка обладает средообразующим воздействием и является источником получения кормов и ценного сырья для фармацевтической и пищевой промышленности.

Требования к технологиям восстановления деградированных земель

В процессе проведения работ нами выявлены закономерности формирования составов естественных ассоциаций растений мезофильных лугов с участием солодки.

Знание закономерностей развития растений солодки и формирования продуктивности ее надземной массы и корней в луговых ассоциациях позволили сформулировать требования к технологиям восстановления деградированных пойменных солодковых лугов, создания культурных плантаций и их эксплуатации, в том числе, добычи товарного корня:

1. Выбор участков для проведения работ по фитомелиорации пойменных земель для восстановления деградированных естественных луговых ассоциаций или орошаемых земель должен базироваться на детальном их геоботаническом, почвенном, гидрологическом и гидрогеологическом обследовании.

2. При освоении земель на основе солодковых ассоциаций в состав фитомелиорирующих центров должны включаться растения, обеспечивающие замещение и взаимное дополнение видов в сообществах, не являющихся конкурентами для солодки в естественных сообществах.

3. Улучшение естественных солодковых популяций на пойменных лугах должно проводиться на основе интенсификации способности солодки к вегетативному размножению путем искусственного расчленения, отделения в почве дочерних корней от материнских. Это позволяет максимально совместить работы по заготовке товарного корня с работами по улучшению естественных солодковых зарослей.

4. Возделывание солодки в культуре, учитывая ее требования к влажности почвы и уровню залегания грунтовых вод, практически затруднено без применения традиционных мелиораций, прежде всего полива.

5. При эксплуатации естественных солодковых ассоциаций добыча товарного корня солодки допустима только на тех участках, где доля участия солодки в сообществах трав составляет не менее 40%. Приоритет следует отдавать участкам, где солодка представлена плотными, сплошными, многолетними зарослями.

6. Не допускается разработка естественных зарослей солодки для добычи корней на несвязных или мало связных почвах грив прирусловой части поймы.

На пойменных землях нежелательна добыча корня в полосе контакта затопляемой и незатопляемой частей, во избежание массового заселения их рудеральными видами.

7. Глубина обработки почвы при копке корней солодки не должна превышать в среднем 0,4 м. Однако в каждом конкретном случае глубина может выбираться исходя из особенностей архитектоники корней, зависящей от различной морфологии почвенного профиля, а также технологии копки корней.

8. При копке корней солодки не допускается перемешивание генетических горизонтов почвы с вовлечением в обрабатываемый слой малоплодородных или бесплодных глеевых или осолоделых горизонтов.

9. Масса выбираемых товарных корней не должна превышать 60% от их общей массы (биологического урожая) в разрабатываемом слое почвы. В зависимости от способа копки корней этот параметр может приобретать “плавающий” характер, например, может быть завышен в случае не сплошной, полосовой обработки участка.

10. Пространственное направление движения обрабатывающих орудий при копке корней на естественных зарослях пойменных заливных лугов не должно активизировать процесс водной эрозии почв при прохождении паводка.

11. После добычи товарного корня на естественных зарослях солодки должны быть проведены агротехнические мероприятия, обеспечивающие охрану почв от пересыхания, ветровой и водной эрозии, восстановление зарослей солодки и сопутствующих ценных трав.

Технология улучшения естественных солодковых ассоциаций

В соответствии с разработанными требованиями, нами совместно с ГНУ ВНИИОЗ (Мамин В.Ф., Салдаев А.М.) созданы и с 1997 года проверяются в опытно-производственных условиях на пойменных лугах Наримановского района Астраханской области две новые технологии улучшения естественных солодковых зарослей, а так же система машин для их реализации. Технологии и средства механизации защищены патентами. Обе технологии основаны на интенсификации способности солодки к вегетативному размножению при искусственном расчленении, отделении в почве дочерних корней от материнских.

Первая технология применяется при улучшении естественных солодковых пойменных ассоциаций с долей участия солодки более 40%, допускающей заготовку товарного корня. Технология предусматривает полосовую копку товарного корня, при которой происходит расчленение и выборка корней в обработанных полосах, а в необработанных полосах – резервациях сохраняются нетронутые заросли солодки и сопутствующих трав. Полосы-резервации служат для сохранения и ускоренного вегетативного размножения солодки, путем прорастания расчлененных в процессе заготовки корней в обработанные полосы, а также служат для предотвращения ветровой и водной эрозии на обработанных полосах. В зависимости от состояния солодковой ассоциации, рельефных и почвенных условий соотношение ширины обработанных полос к ширине резерваций может варьировать от 6,0 до 0,5. При сохранении резерваций восстановление запасов корней происходит в 2 раза быстрее, чем при сплошной копке корня, где этот срок составляет 6-8 лет. Подсев на разработанных полосах по-

сле выборки товарного корня сопутствующих трав (мятлика, пырея, костреца) позволяет наряду с предупреждением эрозии улучшать видовой состав пойменного луга, вытесняя сорные травы.

Для реализации указанной технологии создана специальная роторная машина для копки и извлечения товарных корней, работающая без оборота обрабатываемого пласта почвы. Машина обеспечивает вырезание, частичный подъем и разрыхление корнесодержащего пласта почвы на полосе шириной 1,1 м до глубины 0,6 м и вычесывание из этого слоя товарных корней солодки специальным ротором.

Вторая технология улучшения естественных солодковых зарослей применяется без добычи товарного корня на ассоциациях с долей участия солодки 20-40%, где добыча товарного корня недопустима. Технология основана на разделении от материнских, центральных корней, разрезании в почве корневой системы солодки путем поделки вертикальных щелей шириной 2 см на глубину 40-80 см.. Это позволяет улучшить аэрацию и увеличить запасы влаги корнеобитаемого слоя почвы, повысить способность солодки к вегетативному размножению за счет быстрого появления новых вегетативных побегов и корней. В результате в течение последующих двух лет происходит активное пространственное развитие новых растений солодки, увеличение массы их корней и интенсивное накопление в них питательных веществ, т.е. увеличение запасов кондиционных товарных корней в 1,5-2 раза.

Для реализации этой технологии создано навесное орудие, имеющее три вертикальных серповидных ножа, расстояние между которыми может меняться в требуемых пределах.

Технологии создания на деградированных орошаемых землях культурных плантаций солодки

Обработка технологий создания культурных плантаций солодковых сообществ начата с 1997 года в Черноярском и Наримановском районах Астраханской области на деградированных и заброшенных чеках рисовых оросительных систем.

Для создания культурных солодковых ассоциаций применяются два способа: посадка корневищ (черенков), имеющих пазушные почки и посевом семян.

Вегетативный способ размножения черенками, технологически более эффективен, так как он не требует тщательной подготовки почвы к посадке. Кроме того, основное преимущество вегетативного размножения по сравнению с семенным проявляется на засоленных почвах и состоит в том, что сильное угнетение жизненного состояния сеянцев наблюдается при концентрации более 1,5% хлоридно-сульфатных солей, а саженцев – 2,5%. Это позволяет применять для полива солодки, необходимого в первые два года ее развития, воду более высокой минерализации. Однако вегетативный способ влечет за собой более высокие материальные затраты, так как при нем расходуется на посадку черенками 2,5-3 тонны корней солодки на гектар.

Второй способ более дешев, но требует достаточно сложной подготовки семян к посеву и более тщательной подготовки почв. В среднем затраты на

закладку плантаций солодки (как при орошении, так и без него) при посеве в 1,2-1,7 раза меньше, чем при вегетативном способе размножения.

Предлагаемые технологии для создания культурных плантаций солодки указанными способами реализуются с помощью имеющихся в производстве сельскохозяйственных машин. Солодка, посеянная в хорошо подготовленную, выровненную почву, в дальнейшем мало нуждается в уходе и способна вегетировать в течение десятков лет в монокультуре.

Заготовку посадочного материала (черенков и семян) желательно вести в популяциях солодки, местообитания которых наиболее близки по условиям тем, в которых будет создаваться на их основе культурная плантация. Так, например, сбор семян для создания плантаций на засоленных землях предпочтительно проводить на растениях, длительно произрастающих на аналогичных почвах.

Первую заготовку товарного корня солодки на культурных плантациях, как правило, проводят на пятый-шестой год. Технологии добычи корня аналогичны вышеприведенным для естественных зарослей. После добычи товарного корня, возобновление ее культурных зарослей идет естественным вегетативным способом.

Эффективность работ

Разрабатываемые технологии фитомелиоративных работ, основанные на использовании солодки, позволяют осваивать засоленные и заброшенные орошаемые земли Волго-Ахтубинской поймы под солодковые луговые ассоциации при минимальных затратах средств.

Так, реконструкция деградированных и заброшенных частей рисовых оросительных систем, а также мероприятия по восстановлению плодородия деградированных почв, необходимые для экономически выгодного и экологически безопасного возобновления производства риса потребует капитальных вложений 3500-4000\$ на гектар. Освоение же указанных систем и земель под культурные плантации солодки возможно при капитальных вложениях 1000-1200\$ на гектар при вегетативном способе и 600-800\$ на гектар при семенном способе размножения солодки.

Ежегодные приведенные эксплуатационные затраты на проведение поливов солодки по сравнению с рисом снижаются в 4 раза, а затраты поливной воды на гектар почти в 8-10 раз. При этом, кроме первого года возделывания солодки, значительно снижаются требования к минерализации поливной воды, которая может достигать 5 г/л.

Урожайность солодки в культуре после выхода плантации на проектную мощность составит не менее 20 т/га сухого товарного корня, и 6 т/га сена (при одном укосе в год). Расчетная себестоимость тонны солодкового корня составляет 150\$, а сена – 20\$. Расчетная прибыль с одного гектара с учетом того, что заготовка корня осуществляется раз в три года (при продажной цене корня – не менее 350\$, а сена – 40\$ за тонну), составит около 1450\$. Реализация товарного корня и сена солодки, получаемых в процессе работ по улучшению естественных зарослей солодки позволит получать прибыль с одного гектара не менее 2000\$.

С.М. Васильев

ФГОУ ВПО НГМА, Новочеркасск, Россия

Высокая степень освоенности земель Ростовской области и чрезмерные техногенные нагрузки привели к тому, что степи стали природной зоной, имеющей значительную площадь нарушенных земель и прогрессирующих негативных процессов. Для достижения максимума воспроизводящих свойств орошаемых ландшафтов необходимо рациональное использование всех природных элементов в едином комплексе. Требуется защита результатов мелиоративной деятельности от негативных последствий возникающих в результате изменения среды и других побочных явлений, снижающих положительный расчетный эффект. Повышение эффективного использования земельных ресурсов должно проводиться путем внедрения новых водо- и почвосберегающих технологий орошения, адаптированности гидромелиоративных систем для ландшафта. К таким системам в полной мере можно отнести мобильные оросительные системы, - у которых все элементы оросительной сети (водозаборное сооружение, насосные станции, оросительная сеть, поливная техника) перемещаются в процессе полива непрерывно с участка на участок или работают позиционно в течение поливного периода. Такие системы позволяют использовать водосберегающие технологии орошения. Мобильные оросительные системы позволяют производить индивидуальное оптимальное планирование поливов, что повышает урожайность орошаемых культур в среднем на 12...14 %, экономится 8...12 % оросительной воды и соответствующих затрат энергии и труда; уменьшается отрицательное влияние орошения на гидро-геолого-мелиоративную обстановку на орошаемых и смежных с ними землях и на плодородие почв [1].

Предварительно благоприятные условия опытных участков (40 га каждый), для организации циклического орошения определили по рекомендациям [2] - уровень залегания грунтовых вод (не менее 3 м) и наличие близких источников местного стока и оросительно-обводнительных каналов. Почвы участков представлены южным мицеллярно-карбонатным черноземом. Границы участков расположены вблизи с постоянной оросительной сетью (канал БГ-Р-7). Длительность временного орошения участка ограничили поднятием уровня грунтовых вод до критического уровня - 2 м. Экологическую надежность циклического орошения увеличили за счет биологического дренажа культурами с соседнего неорошаемого участка.

Для проведения исследований были выбраны дождевальные шлейфы ШД-25-300, ШД-25-30-А, предлагаемые специалистами ФГНУ «РосНИИПМ», и комплект КСИД -10А, выпускаемый АО «Автополив» г. Тирасполь. В состав комплекта мобильной оросительной сети на первом контрольном участке вошли: передвижная насосная станция СНН- 50/80 - 1шт; трубопровод раз-

борный РТ-180, РТШ-180 - 1200 м; дождевальные шлейфы ШД-25-300 и ШД-25-30-А. Второй контрольный участок орошался серийно выпускаемым комплектом технологического оборудования синхронно-импульсного дождевания КСИД-10А. Импульсные аппараты работали одновременно на всей площади в режиме непрерывно чередующихся пауз накопления воды в гидропневмоаккумуляторах и периода его выплесков под действием сжатого воздуха.

Участки обрабатывала арендная бригада из 12 человек. Направление сельскохозяйственного производства на участках обусловлено расбалансированностью цен на продукцию и энергоносители. Поэтому выращивались культуры, которые можно отнести к продуктам первой необходимости, пользующиеся постоянным спросом у населения и не требующие организации перерабатывающих предприятий. На первом контрольном участке выращивали: капусту - 10 га; лук - 30 га. На втором: капусту - 10 га; лук - 20 га; и арбузы - 10 га. Но как оказалось, такая традиционно рентабельная культура, как арбузы оказалась убыточной, в связи с поставкой на рынки более дешевых и обладающих высоким товарным видом сортов из Турции. Поэтому урожайность арбузов не учитывалась, как нерентабельной культуры.

Агротехника на контрольном участке была общепринятой. Влажность почвы не опускалась ниже 0,65-0,8 наименьшей влагоемкости в расчетном слое.

Расчет норм и сроков полива проводили по специально разработанным методикам [3] которые основываются на изменении динамики влагозапасов корнеобитаемого слоя. На основании этих методик определены экологически безопасные нормы для сельскохозяйственных культур в севооборотах на южных черноземах. Оросительные нормы по вариантам были одинаковы. Число поливов при импульсном дождевании составило 142, при среднеструйном дождевании - 17. Интенсивность дождя составила величину 0,2 - 0,23 мм/мин. Периодическое орошение культур производилось качественной оросительной водой I класса по С.Я. Бездниной (минерализация 0,43 - 0,45 г/дм³). Диапазон регулирования влажности почвы на контрольном участке находился в пределах 0,75 - 0,8 наименьшей влагоемкости. Активный слой орошаемой почвы составлял 6,3 - 0,4 м. Экологически безопасная поливная норма (достоковая) определена в 350 м³/га для капусты и 500 м³/га для лука. Средняя урожайность овощных культур на первом контрольном участке составила: капусты - 23,7 т/га; лука - 17,4 т/га; на втором - 23,8 т/га и 17,8 т/га соответственно.

Улучшение водного и температурного режимов растений при импульсном дождевании способствовало увеличению урожайности капусты на 0,42 % , а лука на 2,23 %. Это можно объяснить тем, что 2003 г. был достаточно влажным, по сравнению с годами проведения контрольных испытаний КСИД. Импульсное дождевание позволило снизить оросительную норму на 18,1 % для лука и на 15,2 % для капусты, но затраты на приобретение и эксплуатацию комплектов КСИД оказались на порядок выше, чем при использовании дождевальных шлейфов. Такое положение вещей делает широкое использование комплектов КСИД практически недоступными для большинства малых и

средних хозяйств Ростовской области, несмотря на высокую экологичность. К тому же небольшой расход воды при значительных площадях полива приводит к небольшой интенсивности дождя и чтобы достичь нормы полива целесообразно в несколько раз увеличить продолжительность орошения, а это затраты электроэнергии и времени.

Более низкая энергоемкость и стоимость эксплуатации дождевальных шлейфов, а также преимущества по сравнению с традиционно используемой техникой орошения заставили обратить внимание на целесообразность их использования в периодическом орошении. Поддержание влажности почвы на необходимом уровне без доведения ее до верхнего предела создает возможность аккумуляции части естественных осадков в слое активного влагообмена. Такой подход позволяет повысить коэффициент продуктивного использования естественных осадков уменьшить оросительную норму и соответственно снизить величину угнетающего воздействия искусственного орошения на формирование естественного режима развития почв.

Экспериментальное внедрение периодического (циклического) орошения на базе мобильных оросительных систем обеспечило прирост овощных культур, улучшились водно-физические и химические свойства почв на опытных участках.

Литература

1. Шумаков Б.Б., Остапчик В.П. Оптимальное управление - неперемное условие эффективности и экологической безопасности в орошаемой земледелии. // Вестник с.-х. науки. - № 6,- 1989.
2. Аксенов Ю.И. Пути экологического совершенствования мелиоративного и водохозяйственного строительства, //Сб. науч. тр. Южгипроводхоза: "Экологические аспекты мелиоративного строительства". - Ростов - на- Дону. - 1990.
3. Айдаров И.П., Голованов А.И., Никольский Ю.Н. Оптимизация мелиоративных режимов орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных земель - М.: Агропромиздат, 1990. - 59 с.

УДК 631.347

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОЗДАНИЮ СИСТЕМ ОРОШЕНИЯ И ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Городничев В.И.

ФГНУ ВНИИ "Радуга", Коломна, Россия

На современном этапе ученые России ориентируются на разработку ГМС нового поколения, более тесно увязанных с конкретными ландшафтами и природно-климатическими условиями районов, где возможно их осуществление.

В настоящее время для полива, в основном, применяется устаревшая или высоконапорная, энергоемкая поливная техника. Сейчас ряд негативных явлений устраняется подачей питательных веществ одновременно с поливной водой. Однако настал момент, когда для полива нужно создавать машины, поливные мостовые агрегаты нового поколения и на их базе многофункциональные

оросительные системы с локальной автоматикой и телемеханикой, обеспечивающие высокую энергоэффективность, экологическую безопасность, энерго-, ресурсо-, материалосбережение, работающие круглосуточно и высокой производительностью, автоматическую, в крайнем случае, автоматизированную подачу воды на поля с суточным удовлетворением ее потребления растениями.

Системы орошения и машины нового поколения должны быть низконапорными, обеспечивать качественное выполнение полива за счет оптимизации алгоритма водоподачи и совмещение полива с одновременной подачей воды, питательных веществ, веществ для борьбы с болезнями, сорняками и вредителями, химмелиорантов для структуризации почвы, регуляторов роста растений и активизации фотосинтеза.

Машина и элементы оросительной системы должны быть модульными, легко собираемыми за счет унификации, конкурентноспособными за счет повышения технического уровня (качественных показателей полива, разнообразия и качества внесения питательных и других химических веществ), применения новых материалов, современных средств управления, эффективных конструктивных решений, обладающих новизной и защищенных патентами, иметь высокую надежность работы и производительность, отвечать международным стандартам.

Энергоэффективность новых оросительных систем и снижение энергопотребления достигается за счет: высокой унификации, использования гипоидных (планетарных) колесоприводов с более высоким КПД и уменьшением усилий на перекачивание; снижения давления воды с улучшением качества полива, уменьшения расхода воды машинами при суточном удовлетворении растений влагой, в т.ч. с поливом ночью; увеличения КПД при использовании электрической энергии; многофункционального применения машин и установок с переходом на поливные мостовые агрегаты и одновременным внесением элементов питания, структуризации почвы, борьбы с сорняками и болезнями, ускорения роста растений, мульчирования; повторного использования сбросных вод; контроля и оптимального управления технологическими процессами и операциями на основе компьютерной, микроконтроллерной техники, средств автоматизации. Совмещение операций позволяет исключить целый набор сельскохозяйственной техники, уменьшается уплотнение почвы, а следовательно снижаются энергетические затраты на ее рыхление.

Ресурсосбережение обеспечивается за счет экономии воды, удобрений, электроэнергии, топлива при строительстве, реконструкции и эксплуатации оросительных систем с использованием техники орошения нового поколения, а снижение материалоемкости за счет новых конструктивных решений и оптимальной компоновки приводов, элементов и узлов машин, установок, использования облегченных шин, специальных гусеничных движителей, применения тонкостенных труб, современных материалов, в т.ч. пластмассовых для изготовления, как рабочих органов, так и труб, также других деталей и узлов, совершенствования алгоритма и программ управления, когда одновременно работает не более 1...2 приводов, в результате сечение управляющих кабелей уменьшается, применения радиоуправления, в т.ч. на базе сотовой связи, оп-

тико-волоконной автоматики, когда исключаются дорогостоящие управляющие медные и алюминиевые провода и кабели с увеличением быстродействия, снижения количества линий управления (до одной), их массы, внедрения современной высоконадежной микрокомпьютерной, микроконтроллерной и цифровой электронной техники вместо менее надежной, громоздкой, тяжеловесной релейной автоматики для контроля и управления технологическими операциями и процессами, защиты и блокировки.

Оросительные системы будут улучшать экологическую обстановку за счет создания высокого качества орошения с равномерностью полива и коэффициентом эффективности не ниже 0,9; крупностью капель дождя порядка 0,5...2 мм и выдачей нормы полива, удовлетворяющей оптимальному произрастанию сельскохозяйственных культур, когда будет отсутствовать дождевая эрозия, разрушение и смыв почвы, загрязнение окружающей среды (водоемов, рек) химическими и другими веществами, совмещения ряда операций при использовании поливной техники, когда происходит минимальное уплотнение почвы, его накапливание, применения новых технологий полива.

Оросительные системы нового поколения – это высокоавтоматизированные и телемеханизированные системы, сочетающие локальную автоматику и диспетчеризацию, имеющие иерархическую связь.

Автоматизация хорошо налаженного технологического процесса орошения, внесения питательных и других веществ позволяет получать высокие технико-экономические и качественные показатели. Успех в значительной мере определяется правильным выбором степени и объема автоматизации с учетом последних достижений науки и техники.

Средства управления в составе систем орошения нового поколения должны работать как автономно, так и в составе иерархической системы, обладать гибкостью, быть модульными и высокоунифицированными, надежными в работе, обеспечивать контроль управления, анализ, диагностику и отображение хода технологических процессов, воздействовать на условия жизни растений и среды их обитания, должны выполняться на базе современной компьютерной, микропроцессорной, микроконтроллерной и электронной цифровой техники, в качестве линий связи использовать проводные и, в первую очередь, радио, оптоволоконные каналы, линии электропередач.

В нашем случае системы управления должны контролировать и регулировать водный режим с обеспечением оптимальных влагозапасов в почве, параметры приземного слоя воздуха, качественную подачу питательных веществ с поливной водой (органических, минеральных удобрений, микроэлементов), средств активизации фотосинтеза, борьбы с вредителями растений (клещами, круглыми червями, слизнями, насекомыми), гербицидов для борьбы с сорной растительностью, химмелиорантов, а также иметь возможность управлять и производить электростатическую и электромагнитную обработку воды.

На ближайшую перспективу дождевальные оросительные системы нового поколения с учетом вышесказанного должны включать в свой состав усовершенствованные и унифицированные широкозахватные дождевальные машины фронтального или кругового действия, выполненных на базе машин "Кубань" и

их модификации. В первую очередь, целесообразно заменить привод колес опорных тележек на гиппоидный (планетарный), создав комплекс мотор-колесо, использовав облегченные резинотехнические шины или гусеничные тракты. При этом необходимо обеспечить увеличение скорости движения в 2 раза, что даст возможность осуществлять малоинтенсивное дождевание и выдавать нормы полива порядка 50...100 м³/га. Дождеобразующий пояс должен быть комбинированным, обеспечивающий обычный полив, полив животноводческими стоками и мелкодисперсный (аэрозольный) для подачи ядохимикатов, растворов солей по блокировке поступления радионуклидов в растения на зараженных почвах. Замена релейной, контактной электротехнической аппаратуры, средств автоматики на бесконтактные электронные и процессорные с использованием оптико-волоконных каналов связи позволит не только выполнять обычные функции синхронизации движения тележек и машины по курсу, но много дополнительных, обеспечивая при этом снижение веса и надежность их работы.

Предполагаемое иерархическое управление объектами оросительной системы диктует необходимость обеспечения автоматического и дистанционного запуска и реверса машины, последовательного запуска опорных тележек, исключая одновременное их включение и работу более одного привода во время движения машины, иметь возможность автоматического и дистанционного регулирования нормой полива (скоростью движения крайней тележки), дистанционно управлять каждой опорной тележкой с пульта машины или местного пульта для управления их недопустимого выбега или отставания. На машине необходимо предусмотреть защиту и блокировку от наличия возможных аварийных ситуаций, систему автоматической диагностики и отображения, модемы (контролируемые пункты) для телемеханической связи с вышестоящими диспетчерскими пунктами. Конструкция машины должна иметь модульный принцип построения.

На машинах кругового действия дополнительно необходимы устройства для полива углов, регулирования нормы полива на первых опорных тележках и предусмотрены средства управления ими для увеличения площади и качества полива.

Разработка малоэнергоемкой техники орошения и отработка способов ее эксплуатации, технологий переустройства существующей оросительной сети под эту технику потребует большого объема экспериментальных исследований и опытно-производственных испытаний конструкторских разработок и технологий, для чего требуется наличие соответствующей материально-технической базы и обеспечения финансирования.

Д.П. Гостищев

Россельхозакадемия, Москва, Россия.

Наиболее распространенным способом полива в большинстве стран с развитым орошаемым земледелием наряду с дождеванием является поверхностный. В аридных зонах с древними традициями орошаемого земледелия страны Ближнего Востока, Индия этот способ полива является основным. В СССР поверхностный полив применяли на 60% орошаемых площадей, расположенных главным образом в зоне сухих степей и полупустынь. В Средней Азии, Казахстане, Азербайджане поверхностным способом поливали практически всю орошаемую площадь.

В Болгарии этот способ применяли приблизительно на 60%, в США - свыше 60%, во Франции на 12% поливаемой площади.

По данным американских специалистов затраты ручного труда на поверхностном поливе на 60% выше, чем при дождевании установками кругового действия.

Совершенствование техники поверхностного полива происходит в основном по двум направлениям: разработка и внедрение совершенных средств механизации; улучшение способа подачи воды на поля, рациональное использование водных ресурсов (повторное применение воды, импульсная подача и др.). В России наиболее прогрессивным способом орошения - дождеванием поливалось 3,6 млн. га или 70% от всех орошаемых земель, площадью 5,2 млн.га. При этом 67 тысяч дождевальных машин, третья часть - широкозахватные машины типа «Фрегат», «Волжанка», «Днепр».

Сущность орошения дождеванием и его важнейшие положительные стороны изложены многими авторами: Б.А. и Б.Б. Шумаковыми, В.Ф. Носенко, Г.А. Ландесом, А.М.Буцыкиным, Ю.А. Москвичевым, К.В. Губером и др.

В настоящее время для транспортировки и внесения жидкого навоза на сельскохозяйственные угодья применяются мобильные жижевыбрасыватели различных типов и дождевальные машины: дождевальный трубопровод ДКН-80, модернизированная машина «Фрегат» ДМУ-Асс, ДФС-120, дальнеструйная машина ДДН-ЮОС, для близпочвенного орошения «Коломенка - 100» - электрифицированная фронтальная машина с водозабором на закрытой оросительной сети. Она имеет 10 фермовых полетов, опирающихся на 11 самоходных опор с электроприводом. Подача воды в водопроводящий трубопровод осуществляется из напорной сети с помощью шарнирного двухзвенного водозаборного устройства с опорной техникой. Выбрав всю длину водозаборного устройства, машина останавливается. Техничко-экономические показатели машины приведены в таблице. Равномерность распределения дождя достигается регулированием дождевальных аппаратов.

При приблизительно одинаковых поливных нормах по секциям глубина промачивания почвы уменьшалась от неподвижной опоры к периферии круга

полива с 60 до 35 см. При малой интенсивности дождя вода глубже проникала в почву, чем при большой.

У дождевальных машин кругового действия, обеспечивающих полив в движении, интенсивность дождя и время пребывания точки в зоне дождя существенно изменяется по длине захвата машины. Однако, сочетание интенсивности дождя с продолжительностью дождевания, должно обеспечивать выдачу по возможности одинакового слоя воды за один оборот машины. Для обеспечения структуры дождя, отвечающей агротехническим требованиям паспортной производительности дождевальной машины «Фрегат», давление на входе в машину следует поддерживать в пределах $\pm 5\%$ заданного его значения.

Из всех способов орошения внутрипочвенное (ВПО) - наиболее современный способ полива сточными водами. При этом способе полива полностью исключается соприкосновение сточной воды с наземной частью возделываемых культур, обеспечивается получение продукции, безопасной в санитарном отношении, что не всегда достигается при использовании для этих целей поверхностных способов полива и дождевания. При ВПО достигается полная механизация и автоматизация распределения воды в корнеобитаемом слое почвы.

Трубочатые системы ВПО для подачи воды в почву основаны на использовании внутрипочвенных увлажнителей различных конструкций. Эти системы получили наиболее широкое применение как в нашей стране, так и за рубежом.

Из всех систем ВПО кротовое наиболее дешево и доступно. Внутрипочвенно-кротовые системы основаны на применении искусственных кротовин для подачи воды в почву. Их устраивают механизированным способом на глубине 40...60 см. Высокое качество кротовин обеспечивается при влажности почвы на глубине их закладки 70...80% НВ. Грунт при этой влажности достаточно пластичен.

Равномерность увлажнения почвы при ВПО по результатам исследований В.И. Бобченко, В.Р. Ридигера, Г.Ю. Шейнкина, В.Б. Гордеева, Б.Б.Шумакова, Д.П. Гостищева и других зависит от сочетания факторов, влияющих на впитывание воды, расстояний между увлажнителями, режима подачи воды в поливную сеть и способа ее устройства.

В работах по качественному и количественному распределению влаги в почву из кротовых, полиэтиленовых и гончарных увлажнителей с экраном полиэтиленовой пленки установлена связь между объемом воды, раздаваемым с 1 м погонной длины увлажнителя, и размерами контуров увлажнения.

Исследованиями установлено, что время добегаания, в основном, зависит от расхода, скорости и напора в голове увлажнителей, а также от предполивной влажности почвы и ее гранулометрического состава. Установленные зависимости получены для полиэтиленовых, гончарных и некрепленых кротовых увлажнителей.

Максимальные расход и скорость движения жидкости наблюдаются в процессе добегаания по кротовым увлажнителям и их заполнения. Е.В. Астаповым и В.И.Бобченко выдвинуто предположение что, чем выше эта скорость, тем равномернее и больше увлажнение почвы по длине увлажнителей. Однако,

чем выше скорость заполнения, тем меньше срок службы кротовых увлажнителей. В опытах с неприкрепленными увлажнителями установлено, что они работают на протяжении одного вегетационного периода, если расход не превышал 0,25.. .0,30 л/с, а скорость 0,06.. .0,08 м/ч и всего 1...2 полива - при расходе от 0,3...0,5 л/с и до 0,2м/с. Исследование закрепленных раствором полимера кротовых увлажнителей позволяют наряду с увеличением срока службы повысить и скорость добегаания, а также увеличить их длину и равномерность увлажнения.

Литература

1. Шумаков Б.Б., Гостищев Д.П., Ноздрин Л.К. Дождевальная техника для полива сточными водами. Мелиорация и урожай, № 4, М., 1987
2. Шумаков Б.Б., Гостищев Д.П., Валиев А.М. Дождевальный аппарат. А.с. № 1424769, Б.И. №35, 1988.
3. Справочник. Орошение. Под редакцией Шумакова Б.Б. М., Колос.19
4. Гостищев Д.П. Ресурсосберегающие экологически обоснованные технологии орошения сточными водами и животноводческими стоками. Сб. Научных докладов международной научно-практической конференции ВНИИ «Радуга», Коломна, 2004
5. Боровой Е.П., Гостищев Д.П., Овчинников А.С. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации систем внутрипочвенного орошения водами и животноводческими стоками. Саратов, 2000.

УДК 631.67

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Губер К.В.

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Одной из наиболее актуальных проблем в орошаемом и осушаемом земледелии является создание конструкций гидромелиоративных систем, обеспечивающих ресурсосбережение и экологическую безопасность. Такие системы должны в комплексе регулировать водный, воздушный, тепловой, пищевой, солевой режимы почв и растений, а также фитоклимат посевов. Эти функции выполняются внутрихозяйственной частью систем, на долю которых в зависимости от их мощности приходится 50...100% всего объема капитальных вложений.

Создание внутрихозяйственных гидромелиоративных систем, исходя из условий регулирования режимов агробиоценозов, применения способов орошения и осушения, организации территории, должно базироваться на следующих принципах:

1. Обеспечение комплексного регулирования режимов агроценозов в соответствии с водно-физическими свойствами почв и возделываемыми сельскохозяйственными культурами и фазами их развития.

2.Создание конструкций систем замкнутого типа при сборе, накоплении, переработке и повторном использовании дренажно-сбросных вод на орошение в пределах мелиорируемого массива.

3.Многоцелевое использование оросительной сети и поливной техники при внесении с водой различных агрохимикатов (удобрений, микроэлементов, химмелиоратов, пестицидов, ростовых веществ), а также работой машин в режимах опрыскивания и опыливания.

4.Разработка конструкций систем при минимизации их материало- и энергоемкости.

5.Автоматизация процессов сбора, контроля, управления технологическими процессами и их параметрами при проведении поливов и внесении агрохимикатов.

6.Обеспечение надежности работы и экологической безопасности при эксплуатации систем.

7. Создание условий для внедрения интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур при сокращении числа рабочих операций.

ГМС должны являться составной частью агромелиоративного ландшафта природно-климатической зоны, обеспечивая его экологическую и социальную устойчивость, а также высокую продуктивность.

На ГМС предусматривается осуществление всего комплекса мелиоративных приемов, необходимых для конкретной природно-климатической зоны, а также комплексное регулирование водного, воздушного, солевого, теплового и пищевого режимов почв и микроклимата приземного слоя атмосферы, обеспечивающих поддержание и повышение плодородия почв, высокую продуктивность сельскохозяйственных культур и получение целесообразных объемов экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

На оросительных системах осуществляются комплексы мероприятий, включающие водосберегающие режимы и технологии орошения сельскохозяйственных культур, противofiltrационные меры на всех звеньях каналов и трубопроводов оросительной сети, уменьшающие опасность подъема уровня грунтовых вод, снижающие объемы коллекторно-дренажного стока и уменьшающие водозабор из источников орошения.

На осушительных системах нового поколения осуществляется двойное регулирование водного режима почв, для чего используется часть объема воды, сбрасываемого с осушаемых территорий в период осушения, зааккумулированного в специальных прудах-водоемах. Системы двойного регулирования позволяют также создать оптимальный водный режим почв, обеспечивающий поддержание и повышение их плодородия, высокую продуктивность сельскохозяйственных культур и сокращение объемов коллекторно-сбросного стока.

Сокращение объемов коллекторно-сбросного стока и улучшение его качества на мелиоративных системах нового поколения достигается проведением комплекса мероприятий, включающих водосберегающие технологии орошения, двойное регулирование водного режима при осушении, обратное использование воды при орошении и использование средств механической, химической и

биологической очистки коллекторно-дренажных вод с дальнейшим их использованием для орошения или водоснабжения.

Мелиоративные системы нового поколения должны создаваться как при осуществлении нового мелиоративного строительства, так и при проведении реконструкции физически и морально устаревших мелиоративных систем. Эти системы обеспечивают рациональное и экономное использование природных ресурсов.

Экологически ориентированная гидромелиоративная система – природно-хозяйственный объект, в состав которого входят мелиорируемая площадь и инженерные сооружения, обеспечивающие оптимальные режимы управления агробиоценозами выращиваемых сельскохозяйственных культур и не допускающие возникновения негативных явлений при их эксплуатации.

Оросительная система – природно-хозяйственный объект, включающий орошаемую площадь и комплекс взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающих в сочетании гидротехнических и других видов мелиорации в условиях недостаточного естественного увлажнения поддержание в корнеобитаемом слое почвы и подстилающем грунте орошаемого массива оптимальных водно-воздушного, солевого, пищевого и температурного режимов для получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении необходимого экологического равновесия агроландшафтов.

Осушительная система – природно-хозяйственный объект, включающий осушаемую площадь и комплекс взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающих в сочетании гидротехнических и других видов мелиорации в условиях переувлажнения земель поддержание в корнеобитаемом слое почвы и подстилающем грунте осушаемого массива оптимальных водно-воздушного, пищевого и температурного режимов для получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении необходимого экологического равновесия агроландшафтов.

Осушительно-увлажнительная система – природно-хозяйственный объект, включающий осушаемую площадь и комплекс взаимосвязанных сооружений, зданий и устройств, обеспечивающих в условиях переувлажненных земель двустороннее регулирование водно-воздушного, пищевого и температурного режимов почв путем осушения земель и дополнительного увлажнения в критические периоды роста и развития растений.

Создание внутрихозяйственных гидромелиоративных систем, исходя из вышеизложенной концепции, условий применения способов орошения и осушения, их районирования, организации территории и разработка новых водосберегающих технологий в России ведется по следующим направлениям: обеспечение комплексного регулирования режимов агробиоценозов в соответствии с водно-физическими свойствами почв и возделываемыми сельскохозяйственными культурами и фазами их развития; создание оросительных систем с замкнутым циклом водооборота при сборе, накоплении, переработке и повторном использовании дренажно-сбросных вод на орошение в пределах орошаемого массива и многоцелевым использованием оросительной сети и поливной техники и водооборотных осушительно-увлажнительных систем с подпочвенным

увлажнением и дождеванием; разработка технических решений по замене открытых оросителей на водоводы, обеспечивающие подачу воды к самоходным машинам и увеличению КПД оросительной сети и КЗИ орошаемого участка; разработка технологий по снижению интенсивности водоподачи при проведении поливов; создание комплекса поливной техники для его многоцелевого использования и разработка технологических режимов работы при внесении с поливной водой различных агрохимикатов, а также обеспечение режимов опрыскивания и опыливания в сочетании с машинами для их транспортировки; установление оптимальных типов поливной техники, исходя из минимизации их материалоемкости и энергоемкости и возможности многоцелевого применения; технологию утилизации дренажно-сбросных вод для повторного использования их на орошение при деминерализации и улучшения качественного состава, с учетом допустимых норм; автоматизация процессов сбора, контроля, управления технологическими процессами и их параметрами при проведении поливов и внесении агрохимикатов за счет использования как централизованных, так и локальных и технических средств; технологию производства строительных работ с минимальным нарушением почвенного покрова по трассам каналов и трубопроводов и гидросооружений. обеспечение надежности работы и экологической безопасности при эксплуатации систем

Конструкции гидромелиоративных систем должны обеспечивать: при орошении земель – регулирование водного, воздушного, солевого, теплового и пищевого режимов; при осушении земель – регулирование водного, воздушно-го, питательного и теплового режимов в соответствии с требованиями растений, обеспечивающих рациональное природопользование.

Для проведения экологически безопасной мелиорации выбран ландшафтный принцип оценки использования и охраны водных и земельных ресурсов. С учетом конкретных условий объекта мелиорации применяются агро-мелиоративные, агролесомелиоративные или инженерно-мелиоративные мероприятия. К последним относятся орошение и осушение земель, включающие устройство оросительной и осушительной сети и проведение орошения с использованием различных технических средств для поддержания в почве оптимального уровня влажности.

Создание экологически ориентированных ГМС на основе прогрессивных способов орошения (дождевание, поверхностное, капельное, внутрипочвенное орошение, мелкодисперсное дождевание) позволит совершенствовать технологии: поверхностного орошения (дискретный, импульсный и др. поливы); дождевальной техники на основе параметрических рядов и её применения за счет многофункционального использования (внесение агрохимикатов с поливной водой, опрыскиванием и опыливанием); систем капельного и внутрипочвенного орошения за счет снижения энерго- и материалоемкости и требований к качеству очистки воды. Кроме того, это позволит использовать для систем мелкодисперсного дождевания серийную дождевальную технику на основе дооснащения специальными рабочими органами и разработать технические средства внутрипочвенного орошения на основе модификации систем капельного орошения. Необходимо оптимизировать схемы внутрихозяйственной оросительных сис-

тем при различных видах поливной техники в условиях различных форм собственности. Результатом разработки являются технические решения по модульным средствам ГМС для зон незначительного, недостаточного, неустойчивого и избыточного увлажнения в условиях различных агроландшафтов, включающие новые конструкции сооружений на гидромелиоративной сети, поливной техники, устройств для деминерализации и очистки дренажно-сбросных вод, оборудования для улучшения качества поливной воды и внесения с ней агрохимикатов, а также средств контроля и управления. Разработки распространяются на внутрихозяйственную часть ГМС.

Современные экологические требования к мелиоративным системам ставят на первое место снижение отрицательного воздействия орошения на окружающую среду. В первую очередь это относится к исключению подъема грунтовых вод и загрязнению водоемов ядохимикатами, смываемыми с полей, а также снижению деградирующего воздействия орошения на почву. В комплексе различных мелиоративных мероприятий важную роль в решении этих задач занимает разработка и создание принципиально новых технических средств и технологии орошения. Уменьшение объема подачи воды за счет применения прогрессивных способов и техники полива обеспечивает предотвращение фильтрации воды в нижележащие слои почвы. Это позволяет исключить подъем уровня грунтовых вод и улучшить аэрацию почвы. Достигается значительная экономия поливной воды, а также повышается урожайность и качество сельскохозяйственной продукции.

Рекомендации по применению технических средств орошения позволяют производить реконструкцию устаревших и строительство новых оросительных систем в соответствии с требованиями экологической безопасности при высокой эффективности использования водных, земельных, трудовых, материальных и энергетических и временных ресурсов.

Наибольшую перспективу имеют способы орошения, которые обеспечивают не только экономное использование воды, но и возможность подачи растворенных в ней питательных веществ непосредственно в зону расположения корневой системы растения.

В гумидной зоне ГМС нового поколения представляют собой осушительные системы двойного регулирования. Осушение осуществляется преимущественно закрытым дренажем. Осушительные системы двойного регулирования имеют две основные разновидности.

1. Осушительно-увлажнительная система, с помощью которой дренажная сеть в период осушения отводит воду с осушаемого массива за его пределы, а в период увлажнения подает воду к мелиорированным землям для их дополнительного увлажнения. Такие системы успешно осуществляют двойное регулирование в условиях равнинного и слабоуклонного рельефа, поэтому широкого распространения в гумидной зоне России не получили.

2. В условиях сложного рельефа с выраженными уклонами местности для обеспечения двойного регулирования применяются осушительно-оросительные системы, представляющие осушительную систему с закрытым или комбинированным дренажем. На нее накладывается система дождевания. Для орошения

осушаемых земель используются объемы воды, аккумулированные в специальных прудах и водоемах и отводимые с мелиорированных площадей в период осушения. На мелиорированных землях гумидной зоны и прилегающих территориях выполняется комплекс мероприятий по недопущению возникновения процессов водной эрозии почв. Для улучшения водно-физических свойств почв и их раскисления осуществляются биологические и химические мелиорации.

Водооборотные осушительно-увлажнительные системы позволяют оптимизировать водный, воздушный и тепловой режимы почв, экономно использовать водные ресурсы, повторно использовать дренажные воды и растворенные в них питательные вещества, утилизировать загрязняющие вещества, повышают экологическую устойчивость мелиорируемых агроландшафтов по сравнению с традиционными гидромелиоративными системами. Вместе с тем требуется дальнейшее совершенствование конструкций таких систем и технологий управления водным режимом, отвечающих принципам повторного водопользования, экономии водных и материальных ресурсов и экологической безопасности. Разработано ряд принципиальных схем таких систем.

В последние годы сложилась крайне неблагоприятная обстановка с пожарами на торфяниках сельскохозяйственного и торфяных почвах сельскохозяйственного назначения. Пожары на этих землях вызваны рядом причин, к которым относятся: малоснежные зимы, и, как следствие, малые запасы влаги в почве; общее потепление климата, приводящее к глубокому иссушению торфяников; отсутствие материальных ресурсов для надлежащей службы эксплуатации на осушительных системах. Пожары приводят к огромным материальным потерям: уничтожению лесов, нарушению почвенного покрова, пожарам населенных пунктов, экологическим катастрофам, связанным с задымлением и образованием смога. В связи с этим нужно провести ряд мероприятий, направленных как на тушение торфяников, так и особенно на профилактику их возникновения в будущем. Для этого необходимо пересмотреть подходы к проектированию осушительных систем с точки зрения их пожарной безопасности. Необходима разработка ряда способов и конструкций систем, предотвращающих распространение пожаров на торфяниках.

Разработка новых конструкций систем и технологий их эксплуатации позволяют снизить их материало- и энергоёмкость на 10-15%, обеспечить экономию водных ресурсов на 10-20%, повысить производительность труда на 20-25%, поднять КЗИ на 5-8%.

УДК 631.4:631.67.03

УЛУЧШЕНИЕ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧНОГО ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

О.А. Захарова

Рязанская государственная сельскохозяйственная академия, Рязань, Россия

Регулярное орошение сточными водами в ОАО «Рязанский свинокомплекс» ведется с 1975 г. на площади 790 га. В настоящее время орошаемая

площадь значительно уменьшилась и составляет не более 80 га. Биологическая очистка сточных вод оценивается гидрологической и санитарно-эпидемиологической лабораториями как неудовлетворительная.

В первую очередь орошение сточными водами изменяет свойства и режимы серой лесной почвы. За этот срок (с 1975 по 2004 гг.) ухудшились ее водно-физические свойства: плотность возросла с 1,20 до 1,45 г/см³. Уплотнению орошаемых почв способствует закупорка пор в результате увеличения количества низкоагрегированного ила. Уплотняющие деформации снижают скорость впитывания поливной воды, ухудшают аэрацию почвы и состав почвенного воздуха, препятствуют всхожести семян и оказывают давление на корни. Так, содержание воздуха снизилось до 9,50%, порозность составила 45,25%. Почва во влажном состоянии характеризуется вязкостью, в сухом – становится монолитно-плотной, разбитыми трещинами, на поверхности образуется корка.

При изучении влияния орошения сточными водами необходимо проведение регулярного мониторинга земель, что является необходимым условием для разработки мероприятий по улучшению ее качества, предупреждению и восстановлению деградированных почв, а также получению экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Многочисленными исследованиями показано, что требуется дифференцированный подход к применению сточных вод в качестве удобрения (В.Т. Додолина, 1995 и др.). По ГОСТ Р 17.4.3.07-2001, сточные воды не должны оказывать отрицательного воздействия на агрохимическое, мелиоративное и санитарное состояние почвы, качество растениеводческой продукции. Совершенствование агротехнологии с целью уменьшения негативного воздействия орошения сточными водами на агроэкосистемы становится актуальной задачей настоящего времени.

Из неблагоприятных последствий регулярного орошения сточными водами можно отметить ухудшение впитывающей способности почвы и колюматацию подпахотного горизонта, что проявлялось в образовании луж на поверхности после полива и поверхностного стока по уклону местности, что может вызвать развитие эрозионных процессов, сильно развитых на территории Рязанской области из-за неровностей рельефа. Так, коэффициент фильтрации с 1975 по 1995 гг. снизился на 0,29 м/сут.

Изучение влияния орошения сточными водами на изменение плотности почвы при разных технологиях полива показало следующее. Выращиваемые культуры – многолетняя бобово-злаковая травосмесь. Точечные пробы почвы отбирались почвенным буром на полях орошения методом «конверта» с последующим отделением смешанной. Анализы производились в лаборатории агрохимической службы «Рязанская» и на кафедре агрохимии и почвоведения Рязанской ГСХА. Исходная (1975 г.) плотность почвы в слое 0-30 и 30-60 см составила 1,20 и 1,44 г/см³. Как показали результаты самостоятельных исследований и анализ данных института «Рязаньагроводпроект», непрерывное орошение сточными водами свинокомплекса с 1975 по 1995 гг. привело к уплотнению почвы на 0,25 и 0,06 г/см³ соответственно слоям почвы. Отмечено увеличение плотности верхних горизонтов почвы при орошении за счет заполнения пор тонкими частицами при перемещении низкоагрегированного ила из верхней в

среднюю часть профиля, образования плужной подошвы и при формировании почвенной корки. Уплотняющие деформации снижают скорость впитывания поливной воды, ухудшают аэрацию почвы и состав почвенного воздуха, препятствуют всхожести семян и оказывают давление на корни. Хотя грунтовые воды залегают глубоко и выращиваемые травы имеют высокую транспирацию, после подачи высоких поливных норм наблюдается уменьшение содержания кислорода. Это свидетельствует о затруднении аэрации орошаемых сточными водами почвы. Уплотнение почвы может быть начальной фазой слитизации почв. Увеличение плотности до $1,4 \text{ г/см}^3$ может быть необратимо и возврат к исходному состоянию невозможен. Плотность почвы, регулярно орошаемой сточными водами, выше этой величины на $0,05...0,1 \text{ г/см}^3$. Морфологически пахотный горизонт выглядит как монолитная плита, разбитая трещинами.

Негативные изменения произошли в почве вследствие большого поступления взвешенных частиц, ила, наносов и других элементов со сточными водами из-за длительного их использования, неэффективной очистки и нарушения режима и технологии полива (сточные воды подаются на поля в настоящее время в количестве и сроки, удобные хозяйству). Содержание гумуса снизилось на $0,31...0,36\%$. Из-за высокого содержания в сточных водах азота и калия увеличилась их концентрация в почве: общего азота - на $4,72 \text{ мг}$, нитратного - на $2,50$ и аммиачного - на $1,65 \text{ мг}$, обменного калия - на $8,65 \text{ мг/100 г}$ почвы.

Проведенные в 1995...1997 гг. лизиметрические исследования показали, что при орошении сточными водами нормой азота 300 кг/га наблюдаются положительные тенденции. Орошение сточными водами способствовало оструктурированию пахотного слоя почвы. В агрономическом отношении наибольшую значимость имеют такие показатели, как содержание водопрочных макроструктуры и пыли (отдельностей менее $0,25 \text{ мм}$). Так, процентное содержание наиболее ценных агрегатов размером $1,0...5,0 \text{ мм}$ возросло за три года на $11,45\%$.

Большое значение для агрономической характеристики почвы имеет водопрочность ее структуры, то есть образование прочных, неразмываемых в воде отдельностей. Такая структура образуется в результате скрепления механических элементов органо-минеральными коллоидами, скоагулированными необратимо. Почвы, обладающие водопрочной структурой, имеют благоприятный для развития растений водно-воздушный режим и хорошие физические свойства. В слое почвы $0-25 \text{ см}$ по сравнению с исходными показателями порозность возросла на $2,67\%$. Возросло содержание в почве воздуха на $1,6\%$. Плотность почвы уменьшилась по сравнению с исходными показателями на $0,33 \text{ г/см}^3$.

Пахотный слой серой лесной почвы характеризуется распыленной структурой и имеет склонность к заплыванию после выпадения дождей и поливов. Подпахотный горизонт обладает лучшей структурой.

Снижение плотности почвы после полива может происходить за счет набухания почвенных коллоидов, разложения органики, расклинивающего действия корней, а также благодаря активизации жизнедеятельности микроорганизмов, червей и насекомых.

При орошении сточными водами, содержащих большое количество питательных веществ, изменяются агрохимические свойства почвы. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы на вариантах опыта (средние значения)

Вариант опыта	Показатели						
	рН	Гумус, %	Азот общ.	Азот нитрат.	Фосфор подв.	Калий обмен.	Сумма солей, %
			мг/100 г почвы				
1	6,6	3,2	0,8	2,95	19,05	8,85	0,055
2	6,6	3,2	0,6	1,60	18,00	8,25	0,016

Наиболее заметное накопление питательных веществ в почве прослеживается по мере увеличения нормы сточных вод и в слое почвы 0-25 см, где сосредоточена большая часть корней растений. Так, в этом слое почвы за три года орошения сточными водами наблюдалось увеличение содержания Нобщего на 0,56 мг; P₂O₅ - 3,50 мг и K₂O - 6,03 мг/100 г почвы.

Изменилось содержание в почве разных форм азота. Так, за три года орошения содержание NO₃⁻ возросло по сравнению с исходным на 1,87 мг, содержание NH₄⁺ - 0,41 мг/100 г почвы.

Кислотность почвы снизилась до 6,8...6,85 единиц.

В слое почвы 25-50 см наблюдаются аналогичные изменения, но в меньшем размере.

Особенно четко прослеживается положительное влияние орошения сточными водами на степень гидролитической кислотности, увеличение емкости поглощения и степень насыщенности ППК основаниями. Наблюдается снижение гидролитической кислотности почвы (Н₂), то есть уменьшение содержания ионов водорода, находящихся в почве на 1,0 мг-экв/100 г почвы; повышение суммы обменных оснований в слое почвы 0-25 см на 1,9 мг-экв/100 г почвы.

Таким образом, в первые годы орошение сточными водами ведет к улучшению агрохимических и физических свойств серой лесной почвы. Оптимальной нормой внесения сточных вод является норма из расчета азота 300 кг/га. Именно она в данных почвенно-климатических условиях может обеспечить полноценную их утилизацию, не вызвав загрязнения почвы, поверхностных и грунтовых вод, растениеводческой продукции. В то же время регулярные поливы сточными водами вызывают аккумуляцию химических веществ в почве и растениях и, в конечном итоге, ведут к деградации.

Для снижения и предотвращения дальнейшего загрязнения агроэкосистемы, а также восстановления деградированных почв нами предлагается введение циклического орошения сточными водами оптимальной с экологической точки зрения нормой внесения азота сточных вод 300 кг/га с учетом конкретных почвенно-климатических особенностей региона.

За расчетный показатель циклов нами взято накопление в продукции растениеводства нитратов, как наиболее опасного химического соединения. В результате обработки опытных данных рассчитана зависимость их аккумуляции в продукции от срока орошения сточными водами.

Полученная модель имеет частный вид:

$$\Phi_K = \frac{\{783,11 + 96,99 \cos T_i^2 + 326,79 \sin t_i^2\}}{0,105},$$

где Φ_K - концентрация нитратов в растениеводческой продукции от срока орошения сточными водами; T - срок орошения сточными водами, лет; t - срок орошения природной водой, лет.

По вышеприведенной формуле рассчитаны циклы: в течение четырех лет производится орошение сточными водами оптимальной с экологической точки зрения нормой внесения азота 300 кг/га, а в последующие два года - только природной водой. Используя цикличность в орошении сточными водами можно улучшить качественные показатели почвы.

В 2002 г. получен патент РФ. № 2192738 БИ № 32 «Способ орошения с использованием животноводческих стоков».

Для сравнительной оценки традиционной и предлагаемой технологий орошения сточными водами проведены производственные исследования (1997...2003 гг.). Внедрение результатов исследований проводилось в 1997 г. в АОЗТ «Искра» (ныне ОАО «Рязанский свинокомплекс») на площади 300 га.

В опыте были использованы два варианта:

- 1 – регулярного орошения сточными водами,
- 2 – цикличного орошения сточными водами.

С 1997 по 2004 гг. удалось увеличить содержание воздуха на 1,1%, порозность - на 1,2%, а плотность почвы снизить на 0,07...0,10 г/см³. Одной из причин уменьшения плотности почвы можно считать большое количество растительных остатков, возвращаемых в почву, интенсивная минерализация их препятствует увеличению количества гумуса.

Снизилось содержание биогенных соединений вследствие выноса их урожаем выращиваемых сельскохозяйственных культур (табл. 1).

Как видно из табл. 1, на вар. 2 содержание азота общего снизилось на 0,2 мг, азота нитратного - на 1,3 мг, подвижного фосфора - на 1,05 мг и обменного калия - на 0,6 мг вследствие перерыва в подаче сточных вод на поля и поглощения биогенных соединений растениями из почвы. Также наблюдается тенденция к снижению валовых форм тяжелых металлов в почве за счет трансформации их в усвояемые формы и последующим выносом урожаем сельскохозяйственных культур.

В 2002...2003 гг. проведены лабораторный и полевой опыты с внесением в почву смеси эффективных микроорганизмов "Байкал-ЭМ" при разведении природной водой 1:50 из расчета 1 л/м³. ЭМ представляют собой смесь анаэробных и аэробных микроорганизмов. Технология внесения ЭМ-культуры является экологически чистой. Смесь ЭМ вносилась 3 раза за вегетацию сразу после полива сточными водами на участках регулярного и цикличного орошения на

площади 1 га, следовательно, было внесено 10 м³ разведенной смеси ЭМ. В результате наблюдалось улучшение агрохимических свойств почвы за счет снижения содержания нитратов в ней, эпидемиологической обстановки и интенсификация микробиологической активности на полях орошения.

Результаты полевых исследований (2003 г.) подтвердили данные лабораторного опыта (2002 г.). После трехкратного внесения ЭМ-смеси сразу после полива сточными водами (август 2003 г.) в почве значительно уменьшилось количество биогенных элементов.

Как показывают результаты агрохимического исследования, после внесения ЭМ-смеси наблюдается резкое уменьшение содержания биогенных соединений в почве на обоих вариантах (табл. 2). Так, концентрация нитратного азота, основного загрязняющего соединения, аккумулирующегося в почве при циклическом орошении сточными водами, снизилась почти на 50%, при регулярном – 37%. Содержание P₂O₅ уменьшилось на 26 и 40%, а K₂O – на 32 и 21% соответственно вариантам. рН несколько возросла, следовательно, обменная кислотность снизилась, а гидролитическая кислотность (Нг), соответственно, тоже снизилась. После снижения кислотности, улучшаются свойства почвы, в частности ее агрохимические показатели. Снижение кислотности ведет к увеличению количества обменно-поглощенных катионов Ca²⁺, Mg²⁺, а количество подкисляющих катионов (H⁺, Al³⁺, Fe³⁺) снижается. Так, сумма обменных оснований (S) выросла на 54 и 49 мгэкв/100 г, степень насыщенности почвы основаниями (V) – 38 и 41%, емкость поглощения (Т) – 30 и 28 мгэкв/100 г соответственно.

Как показала статистическая обработка результатов опыта по влиянию ЭМ-смеси на содержание нитратов в исследуемых почвах (рис. 1), хорошо прослеживается снижение концентрации N-NO₃⁻ после внесения препарата «Байкал ЭМ-1» с высокой степенью достоверности.

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод об эффективности внесения ЭМ-смеси с целью восстановления деградированных орошаемой сточными водами почвы. Так, наблюдается снижение биогенного загрязнения орошаемой сточными водами почвы, ускорение трансформации биогенных соединений, в первую очередь азотных, перевода их в доступные для растений формы и выноса их с урожаем трав, активизация процесса самоочищения почвы.

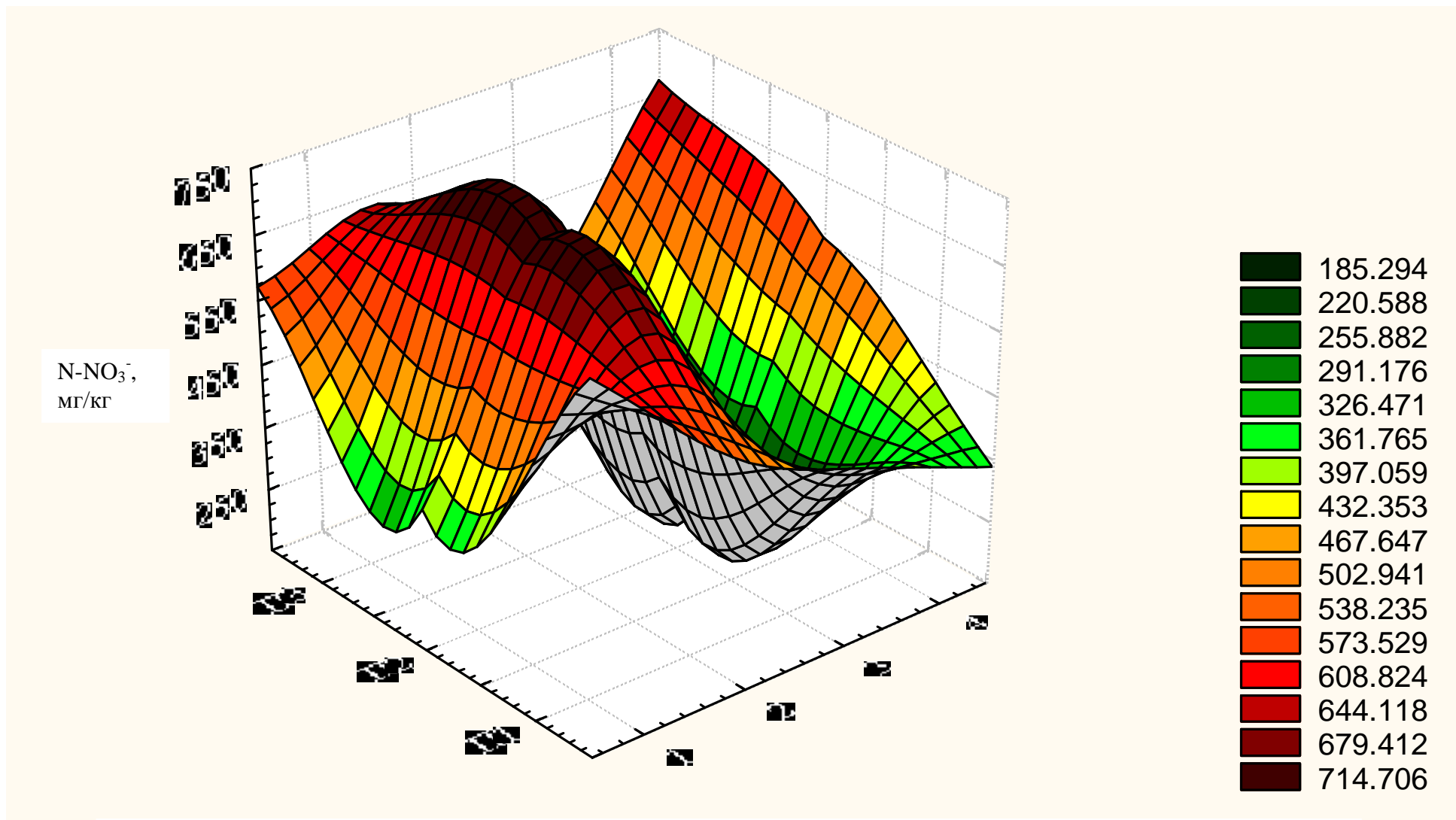


Рис. 1. Содержание $N-NO_3^-$ в почве по повторностям опыта до и после внесения ЭМ-смеси на участки регулярного и цикличного орошения сточными овдами.

Примечание: п1, п2, п3 – повторности опыта, 1, 2 – варианты цикличного и регулярного орошения сточными водами опыта до и 3, 4 – после внесения ЭМ-смеси.

Таблица 2. Агрохимические показатели почвы до и после внесения ЭМ-смеси на участках цикличного и регулярного орошения сточными водами свинокомплекса

Вариант	Повторность	Варианты опыта			
		До внесения смеси		После внесения смеси	
		1. Участки цикличного орошения сточными водами	2. Участки регулярного орошения сточными водами	1. Участки цикличного орошения сточными водами	2. Участки регулярного орошения сточными водами
1	2	3	4	5	6
рН	1	7,1	7,5	7,2	7,6
	2	7,5	7,6	7,6	7,5
	3	7,5	7,6	7,6	7,8
	Средн.	7,36	7,56	7,47	7,63
Нг, мгэкв/100 г почвы	1	7,68	7,95	7,40	7,79
	2	7,65	7,80	7,38	7,62
	3	7,66	7,90	7,33	7,80
	Средн.	7,66	7,87	7,39	7,74
N-NO ₃ , мг/кг поч- вы	1	558	662	298	484
	2	532	688	216	389
	3	588	596	315	360
	Средн.	559,3	648,7	276,3	411,0
P ₂ O ₅ , мг/кг поч- вы	1	208	288	140	155
	2	168	285	132	180
	3	180	228	140	142
	Средн.	185,3	267,0	137,3	159,0
K ₂ O, мг/кг поч- вы	1	266	300	180	210
	2	275	350	185	280
	3	280	315	196	270
	Средн.	273,7	321,7	187,0	253,3
V, %	1	68,2	75,4	90,8	98,8
	2	62,2	78,2	91,5	109,1
	3	66,1	71,8	88,8	108,9
	Средн.	65,5	75,1	90,4	105,6
S, мгэкв/100 г почвы	1	11,8	13,8	17,2	19,8
	2	10,1	13,2	16,3	19,6
	3	10,6	12,0	16,6	18,8
	Средн.	10,83	13,0	16,7	19,4
Т, мгэкв/100 г почвы	1	19,48	21,75	24,6	27,59
	2	17,75	21,15	23,98	27,25
	3	18,49	20,9	24,03	26,6
	Средн.	18,57	21,27	24,2	27,15

РЕЖИМЫ РАБОТЫ СИСТЕМ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ОРОШЕНИЯ

В.И. Канардов, Н.Г. Колесова, О.И. Пивкина, М. В. Силков
ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Внутрипочвенное орошение может найти применение при модернизации дождевальных систем на ровных полях со спокойным рельефом, с хорошо водопроницаемыми незаселенными почвами, на склонах с рыхлым почвенным покровом, подстилаемым водонепроницаемыми или слабопроницаемыми грунтами при понижении рабочего напора. Внутрипочвенное орошение по техническому уровню по ряду показателей превосходит капельное. Так, например, резко сокращается расход воды на испарение; с поверхности поля убирается водораспределительная сеть; подача воды производится непосредственно в корнеобитаемую зону почвы. По способу подачи воды системы внутрипочвенного орошения подразделяют на вакуумные (адсорбционные), напорные и безнапорные.

Основными параметрами и элементами техники внутрипочвенного орошения являются: глубина заложения увлажнителей, расстояние между увлажнителями, длина увлажнителей, диаметр увлажнителей, расход воды в головной части увлажнителя, напор в головной части увлажнителей.

Системы внутрипочвенного орошения с перфорированными увлажнителями применяют с соблюдением следующих требований:

- уклон местности по длине увлажнителей должен быть не более 0,01;
- почвы незасоленные, легкого, среднего и тяжелого гранулометрического состава со скоростью капиллярного поднятия не менее 0,5 мм/мин.

- расстояние между увлажнителями для культур сплошного сева принимают 1 м - на легких, 1,5 - на средних и 2 м - на тяжелых по гранулометрическому составу почвах. На супесях и легких суглинках при высокой водопроницаемости нижнего подпахотного слоя увлажнители укладывают на экран из полиэтиленовой пленки, увеличивая расстояние между ними до 2 м. Расстояние между увлажнителями для садов и виноградников принимают равным расстоянию между рядами посадок. Перфорация увлажнителей должна обеспечивать требуемый расход воды на единицу длины увлажнителя при расчетном напоре. Диаметр отверстий принимают от 1 до 2 мм при шаге от 10 до 30 см, при щелевой продольной перфорации ширина щели -1-2 мм, длина - 35 - 40 мм, шаг 200 -400 мм. Длина увлажнителей составляет 100 - 150 м., глубина заложения - 0,3 - 0,5 м.

Параметры системы внутрипочвенного орошения с интегральными линиями аналогичны параметрам системы капельного орошения с интегральными линиями.

К элементам режима орошения относятся единичная (удельная) поливная норма (объем воды в расчете на единицу увлажнителя, необходимый для образования в почве контура увлажнения с заданными параметрами), поливная норма, продолжительность полива.

Системы внутрпочвенного орошения следует создавать преимущественно в степных, полупустынных и пустынных зонах при остром дефиците воды для полива высокорентабельных сельскохозяйственных культур, а также вблизи населенных пунктов и животноводческих комплексов при использовании для орошения подготовленных городских сточных вод и животноводческих стоков. Вода для полива, сточные воды, животноводческие стоки должны удовлетворять следующим требованиям: размеры твердых частиц не должны превышать 1 мм; мутность-0,04 г/л, минерализация - 1 г/л. При необходимости предусматривают отстойники или очистные сооружения. Для оптимального увлажнения почвы в вегетационный период, т.е. в период развития растений после зимней спячки, назначается специальный режим орошения или режим проведения поливов. Режим орошения должен обеспечивать в почве нужный для данной культуры водный режим для конкретных климатических условий и хозяйственных целей. При этом необходимо строгое соблюдение агротехнических мероприятий. Режим поливов каждой культуры орошаемого массива при данных агроклиматических условиях должен отвечать следующим требованиям:

- соответствовать потребностям растений в воде в каждую фазу их развития, обеспечивая нормальное развитие данной культуры, а для плодовых культур и получение высоких урожаев при определенной агротехнике с внесением удобрений в необходимые сроки;

- осуществлять наиболее точное требуемое регулирование водного режима и связанных с ним питательного, солевого и теплового режимов почвы;

- повышать плодородие орошаемых земель, не допуская эрозии, заболачивания и засоления грунтов;

- отвечать правильной организации труда, повышая его производительность за счет применения автоматизации при совершенствовании технологии поливов и при использовании наиболее прогрессивных технических средств.

В соответствии с изменениями климатических, хозяйственных и агротехнических условий поливной режим каждой культуры подвержен значительным колебаниям по годам и отдельным периодам года. При проектировании технологии орошения необходимо устанавливать возможные размеры этих колебаний. Поэтому до установления поливного режима каждой культуры нужно знать то общее количество поливной воды, которое потребно данной культуре за весь вегетационный период при определенной агротехнике и данных природных условий для создания нормального развития растений. Это количество воды может быть установлено на основании анализа совокупности данных климатических, почвенных и некоторых других условий.

Общее количество потребляемой растением воды (транспирации культуры) - это может быть определено по следующему выражению:

$$E=10jb \text{ d, мм} \quad (1)$$

где: j - коэффициент влагообмена, b - микроклиматический коэффициент, d - сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, мб.

Поэтому определенное количество воды M , которое должно быть подано на полив определенной культуры за весь вегетационный период, или иными словами величина ее оросительной нормы, определяется следующим уравнением:

$$M = E - P_0 - W + E_0, \text{ м}^3/\text{га} \quad (2)$$

где E - общее водопотребление культуры (транспирация); P_0 - количество осадков, поступающее в активный слой почвы в течение вегетационного периода; E_0 - испарение с поверхности почвы за тот же период; W - используемые внутренние запасы влаги в почве за вегетационный период

$$W = W_0 - W_1 + K, \text{ м}^3/\text{га} \quad (3)$$

где: W_0 - запасы влаги в активном слое почвы в начале вегетационного периода; W_1 - запасы влаги в этом слое в конце периода (эта величина на должна быть меньше минимально доступного растениям запаса влаги в данной почве, принимаемого не менее 0,7...0,8 НВ в зависимости от вида культуры и типа почв); K - количество капиллярной влаги, могущей поступать в активный слой почвы снизу от грунтовых вод при близком их залегании.

Величина K при глубине грунтовых вод менее 2,5 м может составлять от 5 до 50 % от суммы общего водопотребления культуры (транспирации) и испарения с поверхности почвы (в зависимости от глубины их залегания), а при глубине более 2,5 м - меньше 5%. Как правило, поливной режим рассчитывается на год 95 % обеспеченности, т.е. среднестатистический год за многолетний ряд наблюдений (15...20 лет). В случае отхода от этой величины происходит корректировка в ту или иную сторону.

Таким образом, учитывая климатические условия, при падении влажности до 0,7...0,8 НВ назначаются поливы нормой, обеспечивающей увлажнение почвы на величину распространения корневой системы растений. В таблице 1 показаны поливной режим для трав, из которого видно, что поливы нормой 0,35...0,4 л/с га должны проводиться для средней полосы страны примерно с конца мая-середины июня до середины сентября, учитывая и перерывы на укос. Перерыв на укос должен составлять не менее 5...6 суток. Всего за вегетацию проводится 7...8 поливов.

В таблицах 2, 3, 4, даны режимы орошения овощных культур, различных кустарников и плодовых культур. Представленные данные показывают, что наиболее жесткий режим поливов приходится на июль месяц. Гидромодуль составляет 0,2...0,3 л/с га для овощных культур и 0,35 л/ га для кустарниковых культур и деревьев. Перед началом вегетационного периода в середине апреля, а также в конце вегетации (сентябрь-октябрь) дают по одному влагозарядочному поливу с увлажнением почвы до 1,5...2,0 м при уровне грунтовых вод более 2,5 м от поверхности земли, при уровне грунтовых вод менее 2,5 м влагозарядка не дается. В засушливые годы в наиболее жаркие летние месяцы поливы могут проводиться для овощных культур иной раз через 2...3 дня.

Таблица 1. Режим орошения трав

Месяц	Декада	Число	Гидромодуль л/с га	Фаза развития	Название полива
Апрель	II	10.12	0,35	-	Влагозарядковый
Май	III	23...25	0,35	колошение	Вегетационный
Июнь	I	9...23	0,35	-	Вегетационный
Июль	I	1...2	0,4	после укоса	Вегетационный
		17...20	0,4		
Август	II	17...20	0,4	после укоса	Вегетационный
Сентябрь	I	5...8	0,4	после укоса	Вегетационный
		15...18	0,4		

Таблица 2. Режим орошения овощных культур – картофеля

Месяц	Декада	Дата полива	Гидромодуль, л/с га	Фаза развития	Название полива
Апрель	III	18...21	0,3	посев	влагозарядковый
Май	II	15...18	0,2	всходы	вегетационный
	III	25...28	0,2	всходы	вегетационный
Июнь	I	5...8	0,2	смыкание ботвы	вегетационный
	II	11...12	0,2	смыкание ботвы	вегетационный
		15...18	0,2		вегетационный
	III	20...22	0,2	бутонизация	вегетационный
		26...27	0,2		вегетационный
Июль	I	1...2	0,2	цветение	вегетационный
		5...8	0,2		вегетационный
	II	11...13	0,2	клубнеобразование	вегетационный
		15...18	0,2		вегетационный
	III	21...23	0,2	клубнеобразование	вегетационный
		28...30	0,2		вегетационный
Август	I				
	II			отмирание ботвы	
	III				

Таблица 3. Режим орошения плодовых кустарников

Месяц	Декада	Числа	Гидромодуль, л/с га	Фаза развития	Название полива
Апрель	II	12...14	0,35	набухание почек, развитие побегов	влагозарядковый
Июнь	I	8...10	0,30	бутонизация, цветение	вегетационный
	III	20...23	0,30		
Июль	II	11...15	0,30	развитие побегов	вегетационный
	III	30...31	0,30		
Август	I	8...10	0,30 0,30	-	вегетационный
	III	25...28			
Сентябрь октябрь	III	-	0,35	-	влагозарядковый

Таблица 4. Режим орошения плодовых деревьев

Месяц	Декада	Дата полива	Гидромодуль, л/с га	Фаза развития	Название полива
Апрель	II	14...15	0,35	-	влагозарядковый
Май	III	20...22	0,3	окончание цветения	вегетационный
Июнь	I	8...10	0,3	завязывание плодов опадение завязей	вегетационный вегетационный
	II	15..18.	0,3		
Июль	I	8...10	0,3	налив плодов	вегетационный
	III	20...21	0,3		
Август	I	9...10	0,3	за 20...30 дней до сбора	вегетационный
Октябрь	I	6...8	0,35	массовое опадение листьев	влагозарядковый

УДК 626.87.577.4

СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

Т.П. Кашарина, Д.В. Кашарин
ФГОУ ВПО НГМА, Новочеркасск, Россия

Основной целью мелиоративных систем, включая и гидротехнические сооружения, является создание благоприятных условий для жизнедеятельности человека, а также соблюдения экологического равновесия данного агроланд-

шафта с наименьшими отрицательными последствиями для природной среды. Однако существующие мелиоративные системы оказывают значительное влияние на экологию агроландшафта, к которому можно отнести следующие последствия: развитие крупномасштабных негативных гидрологических и геологических процессов; физическое и бактериологическое загрязнение биосферы; количественное и качественное изменение флоры и фауны; снижение плодородия почв; почвенная эрозия; изменение уровней и химического состава грунтовых вод и др.

Для создания экологически ориентированных гидромелиоративных систем необходимо руководствоваться следующими принципами концепции экологической безопасности для окружающей среды: динамическое равновесие всех природных процессов при использовании различных технических решений; сохранение экологического равновесия при решении любых технических задач [1].

Предлагаемая нами мелиоративная система (патент № 2245616) относится к экологически ориентированной гидромелиоративной системе и оказывает наименьшее воздействие на агроландшафт при её строительстве и эксплуатации. Мелиоративная система включает оросительные, водопроводящие и сбросные системы, водоприёмник и водоподпорные регулирующие сооружения. Водоподпорные регулирующие сооружения выполняются съёмными с применением композитных материалов. Мелиоративная система также снабжена гибкими сборными резервуарами-оболочками, переходящими в дренажи-отстойники с мембранами-фильтрами и увлажнителями-фильтрами, по периметру орошаемого массива устроены фильтры-кассеты, обеспечивающие поступление очищенных вод в водоприёмник. Водопроводящие системы снабжены гибкой крышкой, препятствующей испарению воды. Для определения качества и количества поступающей и сбрасываемой воды устанавливаются подпорно - метрологические сооружения с датчиками – анализаторами.

Преимущество данной мелиоративной системы состоит в том, что предусматривается её непрерывная модернизация с учетом последних научно-технических достижений, а также экологических и социально – экономических факторов. Это обеспечивается применением облегченных гидротехнических сооружений, которые можно с минимальными трудозатратами и потерей времени заменять на более совершенные технические решения [2-5].

Например, в качестве водоподпорного сооружения можно применять подпорное сооружение (патент № 2245960), которое может обеспечивать одновременно регулирование уровня воды и её очистку за счет специальных фильтрующих полотнищ-сборщиков, прикрепленных к сборной ёмкости.

Оценку состояния экологически ориентированной гидромелиоративной системы можно вести с учётом следующих факторов [6]:

$$S_{эчмс} = f(t; \mathcal{E}_{пл.}; P; TC; УП; ГХ; W_{ор.}; W_{сбр.}; K_{в.}; K_{п.}; Y_{г.в.}; \mathcal{E}_k),$$

где: $S_{эчмс}$ - состояние экологически ориентированной гидромелиоративной системы на данный промежуток времени; t - время существования данной

системы; $\mathcal{E}_{пл.}$ - экология природного ландшафта до проявления антропогенных нагрузок; $П$ - исходное состояние природных почв; $ТС$ - технические системы повышения плодородия данного (участка) региона; $УП$ - улучшение почв (улучшение почвообразовательных процессов за счет специального комплекса химических компонентов; $ГХ$ - формирование гидрохимических потоков; $W_{ср.}$ - оросительная вода, поступающая в данную оросительную систему; $W_{сбр.}$ - сбрасываемая вода из данной оросительной системы; $K_{с.}$ - качество поступающей и сбрасываемой воды; $K_{п.}$ - качественно-структурный состав почвы; $У_{г.в.}$ - уровень грунтовых вод; $\mathcal{E}_к$ - энергия космического пространства.

В настоящее время разработаны технические решения по усовершенствованию существующих и новые типы гидротехнических конструкций, позволяющих формировать экологические процессы агроландшафта. Для постоянной оценки состояния данной мелиоративной системы разрабатывается структура экологического мониторинга, затем полученные данные используются для создания информационной модели.

Информационная модель должна включать в себя следующие способы сбора данных, основанные на теории независимого накопления и организации сбора данных; статистической теории.

Условно коэффициент воздействия на экосистему мелиоративных систем и гидротехнических сооружений можно представить по предложенным авторами зависимости:

$$K_{общ} = f(K_{м.}; K_{гтс}; K_{г.х.}; K_{г.б.}; K_{к.в.}; K_{э.р.}; K_{с.э.}; K_k),$$

где $K_{общ.}$ - общий коэффициент воздействий системы; $K_{м.}$ - коэффициент морфологических изменений; $K_{гтс}$ - коэффициент гидротехнических изменений; $K_{г.х.}$ - коэффициент гидрохимических изменений; $K_{г.б.}$ - коэффициент гидробиологических изменений; $K_{к.в.}$ - коэффициент качественного изменения воды; $K_{э.р.}$ - коэффициент экотоксикологических и радиоэкологических изменений; $K_{с.э.}$ - коэффициент социально – экономического эффекта; K_k - коэффициент космических воздействий.

Указанные выше вопросы требуют дальнейшего их исследования и проверки в натуральных условиях, что согласуется с задачами развития современной мелиоративной науки.

Литература

1. Безднина С.Я. Экосистемное водопользование: Концепция, принципы, технологии. -М.: изд-во «РОМА», 1997.- 137 с.
2. Кашарина Т.П. Современное состояние мелиоративных систем Ростовской области // Мелиорация и водное хозяйство. М.: 1997, №1, С.25-26.
3. Кашарина Т.П., Кашарин Д.В. и др. Научно-обоснованные рекомендации по применению подпорно-аэрационных регулирующих сооружений (ПАРС). - Новочеркасск, 1999, 23 с.

4. Кашарина Т.П., Кашарин Д.В. Руководство по контролю за проектированием и эксплуатацией облегченных плотин с водовыпускными окнами для малых и средних рек.- Новочеркасск, 1999.- 16 с.
5. Патент №2141552. Подпорно-аэрационное сооружение и способ его возведения.
6. Кашарина Т.П., Кашарин Д.В. и др. Рекомендации по оценке эксплуатационной надежности безопасного состояния отдельно расположенных и мелиоративных гидротехнических сооружений. – Ростов - на – Дону, 2002 г. – 69 с.

УДК 631.347

СОЗДАНИЕ МАЛОЭНЕРГОЁМКИХ, ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ ШЛАНГОВЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ УСТАНОВОК ПОЗИЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ

В.В.Каштанов

ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

В секторе малых форм хозяйствования России на сегодня насчитывается более 40 миллионов владельцев индивидуальных земельных участков. По данным статистики Российской Академии Сельскохозяйственных Наук за 2003 год земли хозяйств населения, включая коллективные сады и огороды, земли крестьянских (фермерских) хозяйств составляют 27,82 миллионов гектаров, что составляет 14,2% общей площади угодий, используемых для сельскохозяйственного производства [1].

Практика показывает, что средние размеры малых хозяйств находятся в пределах от 0,04 до 40,0 гектар [2,3]. Эти земельные участки отличаются мелкоконтурностью, неправильной конфигурацией, сложностью рельефа, наличием различных препятствий (мелколесье, дороги, линии электропередач и прочее).

В зависимости от увлажненности территории, от 10% до 50% площадей малых хозяйств требуют различных методов орошения, в основном реализуемых с помощью дождевальной техники.

Однако, на сегодня в России отсутствует дождевальная техника и специальное оборудование для орошения малых площадей и, независимо от природно-климатических условий того или иного региона России, продолжается использование ручного труда и нерациональное использование техники традиционного орошения, не приспособленной для использования в малых хозяйствах.

Поэтому, при сложившейся в России структуре сельскохозяйственных площадей, задача создания современной дождевальной техники малых форм орошения является весьма актуальной.

Анализ показателей существующих видов ирригационного оборудования, предназначенного для орошения малых площадей, показывает, что наиболее перспективными для использования в крестьянских (фермерских), приусадебных и садово-огородных хозяйствах являются шланговые дождевальные установки позиционного действия с сезонной нагрузкой до 1,0 га. Целесообразность их применения для орошения малых площадей объясняется рядом причин:

1. Наличие гибкого шланга даёт возможность применения разреженной оросительной сети и позволяет снизить затраты на оросительную систему.

2. Использование установок для орошения участков неправильной конфигурации позволяет организовать одиночную и групповую работу установок, когда эксплуатация другой поливной техники не допустима.

3. Установки можно перемещать вручную, без привлечения дополнительной техники, так как они обладают небольшой массой.

4. Для обеспечения рабочих параметров установок достаточно использовать бытовые насосы, работающих от однофазной электрической сети или бытовую водопроводную сеть, а также накопительные ёмкости.

Принципы создания шланговых установок для орошения малых земельных участков базируются на учёте основных эргономических, агробиологических, экологических и технико-экономических требований, предъявляемых к современным дождевальным машинам и установкам со стороны потенциальных заказчиков (сельхозпроизводителей) и прежде всего требований к качеству полива.

К ним относятся:

1. Сохранение комковатости структуры почвы в поверхностном слое и отсутствие стока воды.

2. Возможность промачивания почвы на требуемую глубину.

3. Обеспечение как можно более высокой равномерности увлажнения почвы под культурой.

4. Недопустимость механических повреждений культур дождевальной техникой и создаваемым ей дождём.

Поэтому при разработке установок их создатели должны решить следующие основные задачи:

- подобрать дождеобразующие устройства (ДУ) с необходимыми параметрами работы;

- обеспечить создание установками искусственного дождя низкой интенсивности с каплями, обладающими минимальным ударным воздействием на почву и растения;

- разработать оптимальные схемы размещения на установке дождеобразующих устройств с целью получения наиболее равномерного распределения дождя по орошаемой площади;

- создать конструкцию установки, максимально учитывающую технологию и особенности возделывания культур.

Пути решения указанных проблем можно проследить на примере обобщения опыта работы ФГНУ ВНИИ «Радуга» по разработке и созданию шланговых дождевальных установок позиционного действия, таких как: ПДУ-1, ДШ-0,6, ДШ – 0,6П, ДШ-1.

В ряду общих принципов создания этих технических средств орошения дождеванием лежат идеи использования низких напоров воды, т.е. использования минимальных энергетических затрат на полив и обеспечение экологической безопасности. Такой подход является наиболее приемлемым и экономически оправданным. Для обеспечения работоспособности установок выбран вари-

ант двойного использования энергии подводимого потока воды, с одной стороны, для механического перемещения установки и её конструктивных элементов, а с другой - для образования искусственного дождя гидравлическим способом. Напомним, что затраты энергии на образование искусственного дождя при гидравлическом способе минимальны и составляют 2-4 кВт на 1000 кг распределенной жидкости [4]. В современных условиях возрастания стоимости энергии большое значение имеет то, что шланговые установки используют низкие напоры воды 0,1 – 0,15 МПа (ДШ-0,6 и ДШ-0,6П), что позволяет почти в 5 раз снизить энергозатраты на орошение. Например, в расчете на 1000 м³ распределенной оросительной воды переставная дождевальная установка ДШ-0,6П затрачивает энергию лишь в 43 кВт · ч. В таком варианте представляется весьма рациональным использование в качестве источника энергии городских и поселковых низконапорных водопроводов, бытовых электронасосов с питанием от однофазной электрической сети, накопительных ёмкостей, расположенных на определенной высоте над землёй.

Следующая задача заключается в подборе дождеобразующих низконапорных устройств, способных создавать искусственный дождь высокого качества при низком давлении воды порядка 0,1...0,3 МПа. Работы в этом направлении подвинули создателей дождевальных установок для орошения малых площадей на использование и усовершенствование короткоструйных дождевальных насадок и аппаратов.

Известно, что водопроницаемость почвы значительно повышается при поливе дождём с диаметром капель менее 1,0 мм. Это реализуется работой насадок с диаметром сопла 3...5 мм при напоре воды около 0,2 МПа [5]. Такой дождь позволяет осуществлять орошение при значительно большей интенсивности искусственного дождя и большими поливными нормами.

Эффективность и экономическая целесообразность любого полива должна быть связана прежде всего с учетом возможности данного типа почвы впитывать с определённой скоростью подаваемую установкой дождевую воду без образования стока, т.е. с созданием условий экологически безопасного полива. Поэтому искусственный дождь установки должен иметь невысокую интенсивность, близкую по значению к скорости впитывания воды почвой.

Для регулирования интенсивности дождя и крупности капель, с целью осуществления различных видов полива, дождевальные установки позиционного действия комплектуются сменными насадками и аппаратами. Такой подход даёт возможность существенно расширить диапазон применимости установок, проводить экологически безопасные поливы в течение всего поливного сезона с учетом фаз развития культур.

Равномерность распределения искусственного дождя установки и его структура регулируется подбором дождеобразующих устройств и диаметров их выходных отверстий. При соотношении рабочего напора к диаметру выходного отверстия большего 2000, создаваемый дождь пригоден для орошения всех сельскохозяйственных культур, в том числе самых нежных растений и цветов [6].

Вместе с тем высокая надежность и качество работы дождеобразующих устройств (ДУ) и самих установок обеспечивается за счет оптимизации схем расстановки ДУ на водопроводящем поясе, обеспечением возможности регулирования интенсивности дождя в пределах одновременно орошаемой площади в каждом конкретном случае [7], применением различных материалов для изготовления (металл, пластмасса, металлокерамика и др.) и использованием в конструкции минимального количества трущихся элементов.

Проблема уменьшения интенсивности дождя конструктивно решается при использовании дождевальных крыльев установок. Для организации дискретного и равномерного полива целесообразно организовать вращение крыльев установок, например, по принципу «сегнерова колеса», где роль реактивного двигателя и оросителя внутренней части круга могут выполнять малоэнергоёмкие, короткоструйные насадки секторного действия, а периферийной – концевые того же типа (ДШ-0,6П) или комбинации дождевальных аппаратов и насадок (ПДУ-1, ДШ-1). Взаимное расположение этих ДУ может предусматривать объединение их в пакет, что позволяет ограничить конструктивную длину установки (рис. 1).

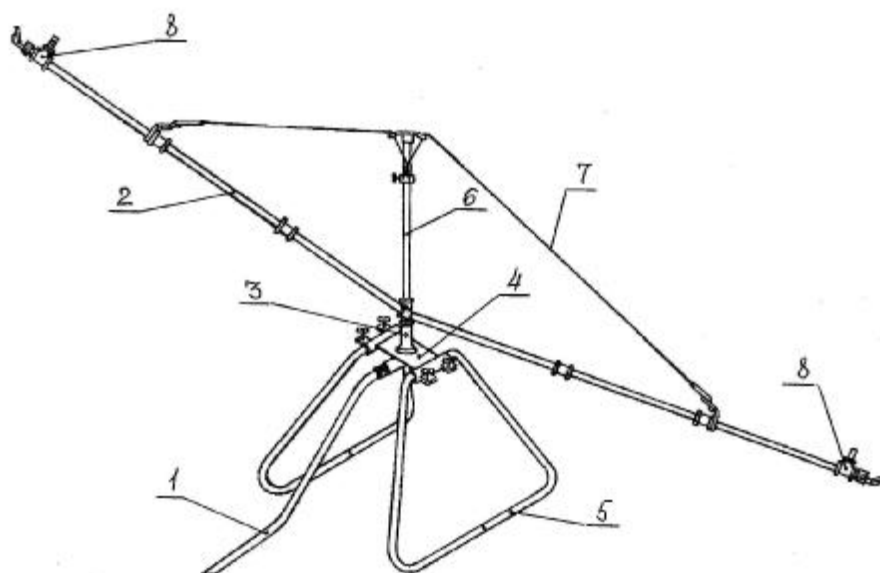


Рис. 1. Общий вид усовершенствованной дождевальной установки позиционного действия с расходом до 1,0 л/с «Водолей» с вращающимися крыльями: 1 – питающий шланг; 2 – водопроводящее звено; 3 – узел вращения; 4 – платформа; 5 – лыжная опора; 6 – стояк; 7 – регулируемые растяжки; 8 – пакет дождевальных насадок секторного действия

Для равномерного распределения силовых нагрузок на узлы вращения установок и изменения положения дождевальных крыльев на поливе кустарников могут быть использованы тросовые растяжки с регулируемой длиной.

Перемещение дождевателя с позиции на позицию без привлечения дополнительной техники (вручную) вызывает необходимость уменьшения его массы

до минимума. Это достигается за счет использования для водопроводящих конструкций тонкостенных труб и пластмассовых деталей.

Высокая степень унификации конструктивных элементов установок достигается путем модульной компоновки водопроводящего пояса из одинаковых звеньев и использования стандартных деталей.

Расположение установок на рабочих позициях орошаемого земельного участка может осуществляться с помощью регулируемых по высоте стоек с упорами в виде шайб или на лыжной основе [8]. Это позволяет повысить устойчивость установки и за всё время полива на позиции, удерживать её в строго вертикальном положении.

Работа установок в условиях повышенной влажности и дождя требует обязательного применения антикоррозионного покрытия всех внешних поверхностей и использования нержавеющей, полимерных материалов.

Если диаметр питающего шланга установок выбирается из условия обеспечения необходимого расхода, то длина его определяется технологической схемой полива (порядком расположения позиций) и может быть различной в зависимости от условий эксплуатации.

Все перечисленные разработки ФГНУ ВНИИ «Радуга имеют правовую защиту свидетельствами на изобретение и патентами.

Рассмотренные нами основные проблемы создания шланговых установок для орошения малых площадей, а равно как и варианты их конструктивного исполнения, имеют конкретные решения с учётом назначения, а в случае непреодолимых противоречий решаются путем компромисса между конструктивными и агроэкологическими требованиями к создаваемой технике.

Отметим, что разработанные дождевальные установки позиционного действия ПДУ-1, ДШ-0,6, ДШ-0,6П. ДШ-1 для орошения площадей до 1 га, являются составной частью технологического модуля орошения, а сам модуль представляет собой многофункциональный оросительный комплекс включающий: насос; подсоединительную арматуру; установку; питающий шланг; дополнительные приспособления для изменения площади захвата дождём; набор сменных дождеобразующих устройств; запасные изделия; гидрораздатчик для дозированного внесения растворимых минеральных удобрений.

Литература

1. Статистические материалы и результаты исследований развития агропромышленного производства России /В.А. Ключаков, П.П. Голуб // Сб. научн. трудов / Российская академия сельскохозяйственных наук (Отделение экономики и земельных отношений). – Москва, 2003. – 28 с.
2. Земельный Кодекс Российской Федерации / Санкт-Петербург; Изд. Виктория плюс, 2001.- 96 с. (30 С)
3. Закон Московской области «О предельных размерах земельных участков, предоставляемых гражданам в собственность на территории Московской области» / Москва, Информационный вестник Правительства Московской области №8, 2003
4. Д.Г. Пажи, В.С. Галустов Основы техники распыливания жидкостей.
5. М.: Химия, 1984. – С. 16 – 17.
6. Н.С. Ерхов О допустимой интенсивности искусственного дождя в различных почвенных

условиях / Гидротехника и мелиорация, № 8, 1974. – С. 45 – 51.

7. Б.М. Лебедев Дождевальные машины / М., «Машиностроение», 1977. – С. 65.

8. Патент на полезную модель № 40838 / Дождевальная установка / Заявка № 2004111401 / Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 октября 2004 г.

9. Патент на полезную модель № 40839 / Дождевальная установка / Заявка № 2004111402 / Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 10 октября 2004 г.

УДК 631.613.3:633.324.34 (571.63)

ПРИЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГРЕБНЕВОЙ МЕЛИОРАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ НА РИСОВЫХ СИСТЕМАХ ПРИМОРЬЯ

А.С. Корляков, В.Л. Головин, В.П. Абраменко
ДальНИИГиМ, Владивосток, Россия

Важной сельскохозяйственной культурой на юге Дальнего Востока, и в частности, Приморья является соя. Посевные площади под этой культурой в 1990 г. составили 590 тыс. га, валовой сбор соевого зерна превышал 500 тыс. т. С 1990 г. производство сои в регионе стало резко сокращаться, уменьшились посевные площади и урожайность сои.

В настоящее время в крае посевная площадь под соей превышает 100 тыс. га. Важным условием для восстановления и дальнейшего развития соевосия является двустороннее регулирование режима влажности почв. Этот мелиоративный прием с успехом решается на рисовых оросительных системах (РОС) с применением гребневой технологии возделывания сои.

В ДальНИИГиМ за последние 10 лет ведется работа по совершенствованию комплекса технических и агротехнических элементов, адаптации и внедрению гребневой мелиорации при возделывании сои на РОС Приморского края. В крае построено 65,0 тыс. га инженерных рисовых оросительных систем, которые в настоящее время используются менее чем на 10% и деградируют. Они могут стать основой устойчивого мелиоративного земледелия края, производя не только малозависящий от погодных изменений рис, но и сопутствующую ему в севообороте сою. Существующая оросительно-сбросная сеть может быть использована без изменения для этой культуры напуском.

Водный режим почв является важнейшим лимитирующим фактором, подлежащим регулированию для успешного возделывания сои. Конструкция поливной карты рисовой оросительной системы, применяемой в Приморском крае, позволяет без дополнительных капитальных затрат, только путем создания гребневой поверхности, проводить оперативное регулирование водного режима почв.

Работы проводились на опытном участке, расположенном на южном побережье оз. Ханка в центре крупнейшей Сиваковской рисовой системы. Экспериментальный участок представлял собой новую конструкцию рисовой оросительной системы “модульная карта дальневосточного типа”. Первичным элементом этой карты является чек с длиной сторон в пределах 300-400 м. Он ог-

раничен с двух сторон дамбами картового распределителя и коллектора, а с двух других сторон – валиками двух оросителей-сбросов. Модульный чек имеет два водовыпуска из картового распределителя и два водовыпуска из оросителей сбросов в картовый коллектор. Четыре модульных чека объединяются в модульную карту.

На рисовом чеке проведены эксперименты по определению эффективности орошения сои по бороздам и в сравнении с выращиванием неорошаемой сои на ровной поверхности, а также изучению элементов технологии и показателей для расчета поливных норм и техники полива. Опыт закладывался в 5-кратной повторности на делянках площадью 150 м². Нарезка гребней проводилась после вспашки, разделки пахотного горизонта тяжелыми дисковыми боронами специальной сеялкой навесной гребневой с захватом 3,6 м и расстоянием между гребнями 0,9 м. Гребни нарезались вдоль оросителя-сброса. Перпендикулярно к гребням для подвода воды из оросителя нарезались поперечные борозды-щели на глубину 0,40 м. В таблице 1 приведена урожайность сои при различных условиях возделывания.

Таблица 1. Урожайность сои в различных условиях возделывания

Варианты	Урожайность		Масса 1000 зерен, г
	т/га	%	
Соя на ровной поверхности – традиционная технология (без орошения)	1,16	100	126
Соя с применением гребневой мелиорации (без орошения)	1,27	110	159
Соя с применением гребневой мелиорации (при орошении)	2,72	234	190

При возделывании сои на ровной поверхности без орошения в условиях 2000 г. урожайность составляла 1,16 т/га. На гребнях без орошения урожайность не превышала 1,3 т/га, именно орошение в послепосевной период позволило повысить урожайность до 2,7 т/га. Снижение урожайности на ровной поверхности обусловлено как выпадом растений за счет переувлажнения, так и за счет снижения массы 1000 зерен. Наполненность семян при использовании гребневой мелиорации сои без орошения повышается до 160 г/1000 зерен. Однако количество стеблей здесь было на 12 % ниже, чем на ровной поверхности за счет снижения всхожести из-за пересыхания поверхности гребня. Урожай на гребнях формируется как за счет большей густоты стояния (на 24 %) и большей (в полтора раза) массы зерна (190 г/1000 зерен). При этом гребневая мелиорация обеспечивает повышенную аэрацию почвы, увеличивает мощность плодородного слоя, повышает вентилируемость посевов за счет наличия промежутков между гребнями.

Разработанная технология орошения гребневых посевов суходольных культур по бороздам включает следующую совокупность операций: 1) подачу воды в групповой ороситель; 2) отбор воды из группового оросителя и затопле-

ние чека; 3) поддержание уровня воды на чеке; 4) сброс воды с чека. Необходимо выполнить нарезку систематической сети борозд, в процессе формирования гребней при посеве гребневой сеялкой. После этого нарезаются щелерезом поперек борозд и перпендикулярно оросителям-сбросам оросительные канавки. Полив чаще всего проводится в сухую почву, не гарантиющую появление нормальных всходов. Острый дефицит влаги возникает в период максимального водопотребления сои в фазу бутонизации-бобообразования.

Полив по бороздам для получения дружных всходов проводится не позже 3-5 дней после посева. Более поздний полив через полторы-две недели приводит к резкому снижению полевой всхожести, сильной изреженности посевов. Для сохранения гребней от размокания ограничивается продолжительность затопления гребней не более 2-4 часов. Глубина затопления не должна превышать 10 см от поверхности гребней, т.е. не более 1/3 гребня от дна борозды. Напуск воды в борозды производится при полном открытии водовыпуска, сброс же – вначале при полном открытии водовыпуска, затем – перед обнажением дна борозды на основной площади чека – при частичном, с тем, чтобы не допустить размыва устьев межгребневых борозд и поперечных щелей.

Эффективное осушение рисовых полей для возделывания на них сои является одной из сложных проблем. Достигнуть требуемой степени осушения можно только за счет создания оптимальных условий для внутрипочвенного и поверхностного стока дренированием рисовых почв. Наличие на рисовых почвах уплотненного подплужного и оглеенного горизонтов, вызывает необходимость устройства кротовых дрен, которые закладываются на глубину 0,4 м с междренним расстоянием 2 м, а срок службы дрен определяется кротоустойчивостью почв. Этот прием мелиорации рисовых земель не нашел широкого применения.

С целью улучшения условий проветривания и просушивания почв был использован на опытно-производственных картах Сиваковской рисовой системы наиболее эффективный инженерный прием осушения – устройство увлажнительно-осушительной системы для обеспечения двустороннего регулирования водного режима почв при возделывании на рисовом поле сои с применением внутрипочвенного орошения. Современная конструкция рисовой карты позволяет осуществлять этот мелиоративный прием. Прокладка полиэтиленовых труб производится с помощью дреноукладчика МД-12. Технологический процесс устройства сети дрен-увлажнителей заключается в следующем. Гусеничный трактор К-701 в агрегате с рабочим органом начинает движение от канала (оросителя – сброса). При этом рабочий орган опускается на дно канала. Дрены– увлажнители следует располагать под прямым углом к оросителям – сбросам. С целью исключения возникновения воздушных пробок при орошении истоки дрен - увлажнителей следует соединять воздухопроводом из пластмассовой гофрированной дренажной трубы. Закладка дрен может быть безуклонной. При такой конструкции системы оросительная вода поступает в почву через отверстия перфорации малого диаметра (2,0-2,5 мм) полиэтиленовой трубы диаметром 50 мм. Ороситель – сброс заполняется до отметки ниже 5-10 см средней плоскости чека. При этом оросительная вода не выходит на поверхность чека.

Рабочий орган бестраншейного дреноукладчика мало нарушает структуру почвы, а уменьшение плотности почвы после укладки дрен способствует продвижению воды в пахотный слой. Происходит это в результате создания рыхлого слоя почв по профилю траншеи. При подаче воды в каналы в увлажнителях создается давление, под действием которого влага поступает в почву через отверстия в дренах.

Конструкции карты широкого фронта залива чеков КШФЗ и Дальневосточной модульной карты позволяют осуществлять орошение сои путем устройства бестраншейных пластмассовых дрен-увлажнителей (рис.1, 2).

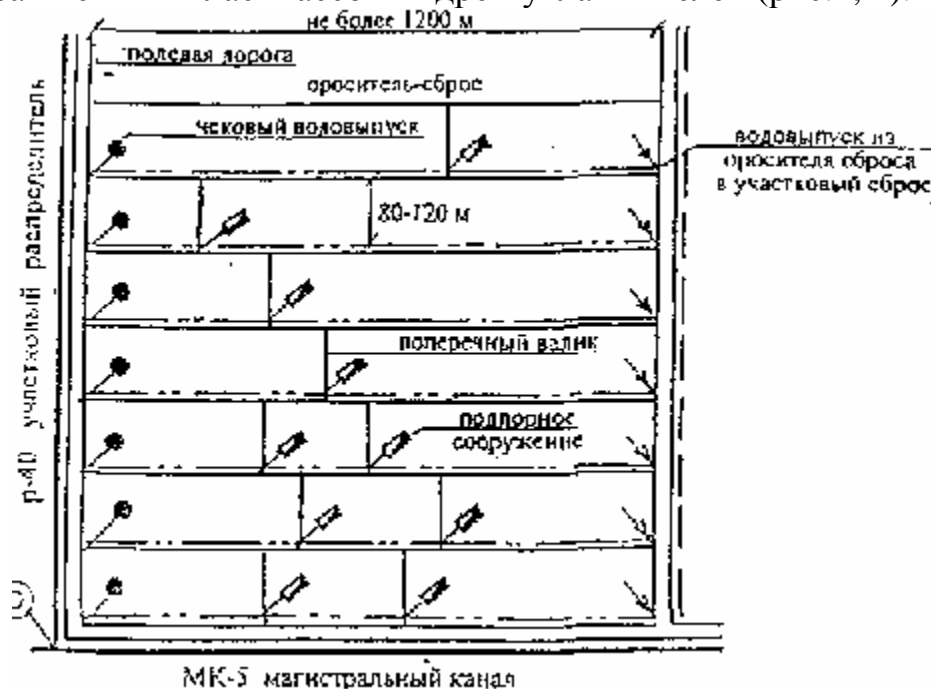


Рис. 1. Карты широкого фронта затопления и сброса (КШФ)

Для устройства дрен-увлажнителей использованы полиэтиленовые трубы диаметром 50 мм с точечной перфорацией малого диаметра (2,0-2,5 мм). С внедрением пластмассовых труб при сельскохозяйственной мелиорации земель появилась возможность расширить площади систем с внутрипочвенным орошением и повысить производительность труда при их строительстве. Прокладка полиэтиленовых труб проводилась посредством дреноукладчика МД-12. Рабочий орган бестраншейного дреноукладчика мало нарушает структуру почвы, а уменьшение плотности ее после укладки дрен способствует продвижению воды в пахотный слой. Происходит это в результате создания рыхлого слоя почвы по профилю траншеи, и при подаче воды в увлажнители создается давление, под действием которого влага поступает в почву через отверстия в увлажнителях. Полное насыщение влагой почвы происходит на расстоянии 2,0-3,0 м от дрен-увлажнителей, а от этой зоны влага перемещается, главным образом, за счет капиллярного движения. При этом гидростатический напор в увлажнителе создает более интенсивное капиллярное движение.

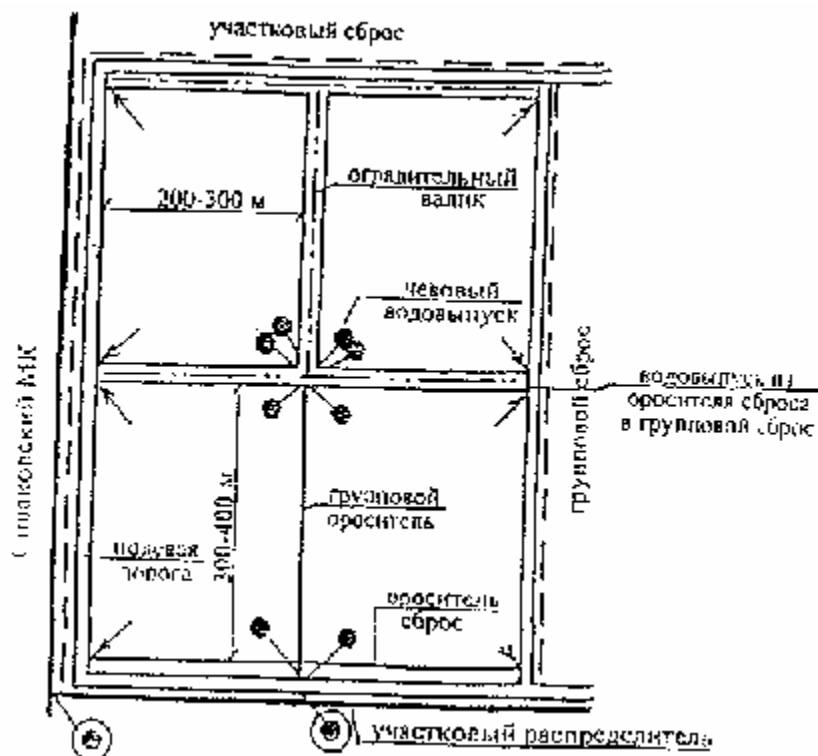


Рис. 2. Модульная карта Дальневосточного типа (МКДТ)

При заполнении оросителя – сброса до отметки ниже 5-10 см средней плоскости чека оросительная вода хорошо увлажняет корневую систему растений и не выходит на поверхность.

Материалы предварительных исследований внутрипочвенного орошения на РОС дали основание предположить, что эффект орошения достигается при расстоянии между дренами-увлажнителями в пределах 5-7 м.

В настоящее время отсутствуют в достаточном количестве производственные и экспериментальные данные по режиму орошения сои при внутрипочвенном поливе на рисовых оросительных системах.

Наиболее приемлемая технология проведения поливов при работе систем внутрипочвенного орошения – прерывистая периодическая подача воды. Чтобы приблизить кривую подачи воды на орошение к кривой оптимального потребления растениями на транспирацию и испарение.

Поливную норму при внутрипочвенном увлажнении определяют из условий создания в расчетном слое почвы запасов влаги, соответствующих наименьшей влагоемкости (НВ) почвы этого слоя. Для установления величины НВ необходимы исследования по определению водно-физических свойств наиболее распространенных почв систем внутрипочвенного увлажнения.

Таким образом, технология внутрипочвенного орошения применяется на рисовых оросительных системах с соблюдением следующих требований:

- дрены – увлажнители закладываются на рисовых чеках без уклона;
- напор воды во внутрипочвенных увлажнителях не должны превышать глубины их закладки на 5-10 см;
- расстояние между увлажнителями следует принимать не более 5 м, диаметр перфорированной трубки увлажнителя – 50 мм;

- глубина заложения дрен – увлажнителей 0,9-1,1 м;
- длина дрен определяется конструкцией РОС.

Длительные исследования в области применения гребневой мелиорации на тяжелых рисовых почвах подтвердили положительные результаты этого вида мелиорации. Улучшение водно-воздушного, температурного, пищевого режимов при гребневой технологии позволяет повысить урожайность риса до 3,0-3,5 т/га и сои – 1,5-2,0 т/га и обеспечивает снижение производственных затрат, уменьшение норм высева семян, доз минеральных удобрений и гербицидов. При этом снижается себестоимость продукции и повышается рентабельность рисосеяния и соесеяния.

Разработанная ДальНИИГиМ гребневая технология на РОС дает возможность:

- освоить специализированные рисовые севообороты с ежегодным чередованием посевов риса с гребневыми посевами сои, исключая монокультуру;
- гарантированно выращивать на рисовых оросительных системах чувствительные к переувлажнению сухолюбивые культуры;
- произвести увлажнение культур в засушливый период и сброс избыточной влаги из гребня в дождливый летне-осенний период по бороздам;
- увеличить корнеобитаемый слой и сохранить его в рыхлом состоянии после высыхания почвы, что особенно необходимо для сои;
- одним проходом гребневой сеялки формировать гребни, сеять и вносить удобрения, сократить количество почвообрабатывающих операций, а при развале прошлогодних гребней исключить вспашку;
- в сое-рисовом севообороте повысить накопление биологического азота и снизить расход азотных удобрений под рис;
- за счет применения междурядных обработок уменьшить дозы внесения гербицидов;
- при чередовании анаэробного режима, залитой водой почвы под рисом, и аэробного, в почве под соей, сдерживать распространение сорняков, болезней и вредителей и понизить пестицидную нагрузку;
- снизить экологическую нагрузку при уменьшении дозы минеральных удобрений и гербицидов на гребневых посевах в сравнении с посевами на ровной поверхности;
- приостановить деградацию и повторно задействовать 65,9 тыс. га РОС, используемых в настоящее время на 10 %;
- увеличить урожайность, расширить объемы производства ценнейших культур - риса, сои для обеспечения продовольственной безопасности населения России.

При этом гребневая мелиорация на РОС при возделывании сои имеет высокий потенциал развития. В настоящее время разработана и апробирована паровая мелиорация и рекультивация песчаных и деградированных земель для введения в оборот продолжительное время неиспользовавшихся земель. Проводятся опыты по совершенствованию гребневой мелиорации, в частности, по управлению процессами накопления питательных веществ и режимом питания возделываемых культур. На основе гребневой мелиорации обрабатываются но-

вые приемы регулирования теплового режима почв.

УДК 633.2/.3:631.52(73)

БИМЕЛИОРАЦИЯ ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДИЙ В США

Н.П. Крылова

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Природные пастбища и сенокосы занимают 40% общей площади земель США и обеспечивают более половины производимого в стране мяса, одну треть молока и все производство шерсти. Они представлены различными растительными сообществами и оцениваются как динамичный агроландшафтный ресурс для людей, домашних и диких животных. Этот тип земельных угодий, в растительном покрове которого доминируют злаки и разнотравье, а в засушливых регионах полукустарники и кустарники, используется как природная экосистема.

Природные кормовые угодья в США охватывают сообщества из трав Великих Равнин, степи Техаса и Флориды, закустаренные земли Большого Бассейна, тундру Аляски, альпийские луга, пустыни. Они встречаются в каждом штате страны, но доминируют в засушливых регионах на западе США. Так, в штате Невада занято природными пастбищами 80% земель, а в штате Мэн лишь 7%.

Программа биологической мелиорации США предусматривает усиление природоохранной функции растительного покрова естественных сенокосов и пастбищ с целью предотвращения деградации почв сельхозугодий и возможных отрицательных последствий глобального потепления климата. Развитие агроландшафтного земледелия и фиторемедиации почв также невозможно без устойчивой продуктивности и обогащения ботанического состава пастбищных угодий.

Основными направлениями биомелиорации природных кормовых угодий в США в настоящее время признаны: организация на пастбищах строго контролируемого выпаса для предотвращения или ослабления эрозии почв; подбор, введение в культуру и интродукция растений – фитомелиорантов; широкое использование бобовых трав для улучшения сенокосно-пастбищного травостоя, агролесомелиорации, мобилизации азота биологической фиксации; оценка и прогноз природоохранной роли растительного покрова пастбищ в условиях глобального потепления климата.

Оптимизация нагрузки и пастбищесемкости

Регулируемое использование пастбищного травостоя, оптимизация количества нестравленных остатков – факторы, определяющие устойчивую продуктивность и экономическую эффективность природных кормовых угодий, защиту почв от эрозии. В настоящее время в США считаются подверженными эрозии примерно 90% пахотных земель. Около 54% пастбищных угодий США (включая федеральные земли) признаны объектом, где темпы эрозии высокие вследствие чрезмерного стравливания и сбоя. За истекшие два столетия в США

площадь бросовых сельхозугодий, возникших под влиянием эрозии, засоления, заболачивания составила примерно 30% от исходной общей площади сельхозугодий. Ежегодно там от ветровой и водной эрозии пахотные угодья теряют в среднем 17т/га почвы, а пастбища соответственно -6т/га. Живая и отмершая биомасса растений, оставленная на поверхности почвы, ослабляет эрозию и рассеивает, уменьшает поверхностный сток воды. По данным производственных опытов в штате Миссури, обнаженный почвенный покров уносится со скоростью в 123 раза большей по сравнению с почвами, покрытыми дерниной. Потери последних составляют менее 0,1т/га в год.

В результате деградации почв в США за последние 50 лет средняя площадь ферм возросла более, чем вдвое. Это нередко сопровождалось уничтожением полезащитных полос из трав и древесных насаждений, что стимулировало эрозию.

Усиление природоохранной роли пастбищ в программе их обновления и использования предусматривает исследования и производственные технологические схемы по оптимизации нагрузки и пастбищесемкости. В соответствии с законом о регулируемом использовании пастбищ Служба по инвентаризации природных кормовых угодий США ежегодно контролирует их состояние. Разрешение на выпас сельскохозяйственных животных на государственных землях требуется обновлять каждые 10 лет. Кроме этого, такое разрешение оформляется при передаче пастбищных угодий другому владельцу. Пастбищесемкость и поголовье выпасаемых животных – базовые показатели при назначении налогов на владельцев ранчо.

Специалисты США подчеркивают, что контроль за нагрузкой и пастбищесемкостью – природоохранное мероприятие, которое помогает получить информацию по инфраструктуре территории (доступность воды, наличие загонов, состояние ограды, прогонов и т.д.). Сведения по пастбищесемкости позволяют оценить экологические условия различных типов улучшенных пастбищ и степень их засоренности вредными, ядовитыми растениями; выявить земли, непригодные для выпаса из-за рельефа местности, ее почвенного покрова, удаленности от водоисточников. При изучении емкости пастбищ рекомендуется пристально изучать состав растений, относящихся к категории доминантов и индикаторов.

Для разработки и внедрения оптимального режима пастбищного использования в США организованы специальные консультативные группы защиты окружающей среды. Совершенствование технологии выпаса в пределах каждого региона страны сочетается с поиском перспективных для биомелиорации видов и сортов пастбищных растений.

Перспективные фитомелиоранты

Интродукция и селекция кормовых растений, способных оптимально использовать экологические ресурсы природных пастбищ засушливой зоны, – отличительная черта современного ландшафтного земледелия США. За последние годы там заметно возросло внимание к периодическому обновлению этих угодий посевами кохии простертой (*Kohia prostrata*) не только с целью стабилизации их продуктивности, но и для борьбы с опустошительными пожарами.

В США кохия была интродуцирована из бывшего Советского Союза в 60-е годы прошлого столетия. За относительно короткий срок (около 20 лет) там были изучены ее биологические особенности и создан урожайный сорт этого растения «Иммигрант», который предназначен для улучшения деградированных кормовых угодий, освоения засоленных земель, борьбы со степными пожарами.

Создание пастбищезащитных полос с участием кохии в настоящее время рассматривается в США как обязательный элемент биомелиорации природных кормовых угодий в засушливых условиях. Для их создания, кроме кохии простертой, рекомендуются житняк гребенчатый, житняк пустынный, житняк сибирский, тысячелистник обыкновенный, черноголовник кровохлебковый, люцерна посевная, волоснец, псевдорегнерия. Основными признаками растений для защитных зеленых полос на пастбищах засушливой зоны признаны: высокая конкурентоспособность к сорным растениям; быстрое укоренение и формирование растительного покрова; слабая воспламеняемость; способность к интенсивному возобновлению и отавность; хорошая поедаемость домашними и дикими животными, препятствующая образованию подстилки и накоплению легко воспламеняющихся остатков. Исследования, проведенные в США, показали, что в то время как многие рекомендуемые виды обладают лишь некоторыми желательными признаками, кохия простертая обладает большинством их, если не всеми. Она способна не только уменьшать линию и интенсивность огня, но и ослаблять, останавливать пожары.

Производственные опыты показали, что полукустарник кохия превосходит по конкурентоспособности сорные травы и характеризуется высоким содержанием влаги в течение основного сезона пожаров. Так, в августе содержание влаги в кохии в 4 раза и в 10 раз больше, чем соответственно в житняке гребенчатом и костре кровельном. Сорт кохии «Иммигрант» способен активно распространяться на деградированных пастбищах, также как и на полностью оголенных территориях, стабилизируя почвенный покров.

Перспективы интродукции кохии в США и других зарубежных странах во многом определяются также ее устойчивостью к засолению. Этот признак позволяет использовать кохию не только для создания и улучшения кормовых угодий, но и при восстановлении бросовых земель в нефтедобывающих районах, а также при освоении в засушливой зоне выработанных карьеров, в частности рудниковых.

С целью улучшения условий окружающей среды и мобилизации азота биологической фиксации в США широко распространен подсев бобовых трав (люцерны, клевера, донника, лядвенца, эспарцета) при минимальной полосной обработке почвы. В условиях США среднее количество азота, фиксируемого бобовыми травами составляет (кг/га): люцерной – 219, клевером Ладино – 202, клевером розовым -134, клевером луговым -129, клевером ползучим -116. Эти показатели значительно выше по сравнению с соответствующими данными при выращивании однолетних кормовых культур (вика – 90, горох -81, соя -66, кормовые бобы -45).

Среди перспективных для России зарубежных технологий проведения агролесомелиоративных работ следует выделить опыт США по использованию бобовых трав (клевера земляничного, Ладино, лугового, ползучего; лядвенца рогатого) в качестве живой мульчи при создании лесных насаждений. Полученные данные подтверждают, что система землепользования, объединяющая сообщества древесных растений с травами способствует разнообразию и стабильности ландшафтов, рациональному использованию земель.

Природоохранная роль пастбищ при глобальном потеплении климата

Данные по мониторингу и прогнозу состояния пастбищ в условиях потепления климата, полученные в США, свидетельствуют о том, что улучшение их продуктивности и плотности дернины под воздействием биомелиорации может превратить природные кормовые угодья в объект активного поглощения углекислого газа, уменьшив тем самым уровень его содержания в глобальном масштабе. Прогнозируемые климатические изменения, связанные с повышением содержания углекислого газа в атмосфере, способны положительно влиять на продуктивность пастбищ, динамику их вегетации, потребление ими воды и питательных веществ (азота), кормовую ценность.

Однако, потепление климата и высокое содержание углекислого газа оказывает большое влияние на среду обитания и может нарушить традиционную систему выпаса на природных пастбищах в первую очередь из-за доступности воды. Это существенно снижает экономическую эффективность пастбищного содержания скота, питательную ценность пастбищного корма, долголетие пастбищ. Изменение экологической среды под влиянием высокой концентрации углекислого газа в атмосфере, изменение температурного режима ландшафтов, условий их влагообеспеченности может вызвать миграцию видов и сообществ растений.

Изменение режима осадков, температуры, содержания углекислого газа на неулучшенных угодьях воздействует на агрохимические свойства почвы, уменьшая мощность подстилки и скорость ее разложения. При этом прогнозируется, что глобальное повышение содержания CO_2 может привести к существенному увеличению биомассы растений и росту микоризы, нарушая конкурентоспособность видов и структуру сообществ.

Заключение

В целом анализ информационных данных позволяет сделать вывод, что проблема биомелиорации природных кормовых угодий в США имеет четко выраженную природоохранную функцию. Технология биомелиорации на современном уровне предусматривает регулируемое использование кормовых угодий, способствующее формированию плотного урожайного растительного покрова, и интродукцию фитомелиорантов.

Развитие биомелиорации в США исследуется с учетом изменения условий окружающей среды, в том числе под влиянием глобального потепления климата.

Литература

1. Harrison R.D., Waldron B.L., Jensen K.B. et al
Forage kochia helps fight range fires. Rangelands, 2002, v.24, N5, p.3-7.

2. Moh'd Khair J.El-Shatnawi and Taoufik Ksiksi. How might global warming and greenhouse effect impact rangelands? Rangelands, 2001, v.23, N4, p. 24-26.
- 3.Pimentel D., Harvey C., Resosurdarmo P. et al. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. Science, 1995, v.267, p.1117-23
- 4.Rangelands for the Future. Rangelands, 2001, v.23, N3, p.3-15.
- 5.Soussana J.F. et al Impacts des changements climatiques et atmospheriques sur la prairie et sa production. Fourrages, 2002, v.169, p.3-24.
- 6.Концепция аграрной политики России в 1997-2000г.г. Ред. Е.С. Строев – М: изд. Вершина-Клуб, 1997г., 352 С.
7. Крылова Н.П. Бобовые травы в системе агролесомелиорации. Аграрная наука, 2002г., №12, с.25-27.

УДК 631.6:627.8

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.П. Курбатов

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Нерациональная хозяйственная деятельность, уничтожение естественной растительности, сокращение биологического разнообразия привели к ухудшению процесса естественного почвообразования, заболачиванию почв и увеличили эрозионные потери.

Критерии оценки состояния агроландшафтов в условиях мелиоративной и водохозяйственной деятельности тесно связаны с количественной характеристикой поверхностного стока, определяющего темпы потерь почвы и почвообразования, их компенсирующих.

Водохозяйственное строительство и мелиоративные работы нарушают сложившиеся в природе саморегулирующие гидрогеохимические процессы и потоки, особенно в верхнем геологическом этаже, и интенсифицируют движение солевых масс.

В Тверской области водохранилища построены на ряде рек. Сток воды из нескольких озер зарегулирован, а сами озера превращены в водохранилища. Общая площадь их составляет 1% всей площади области, а объем при максимальном наполнении превышает 5081 млн. м³. Наиболее крупные из водохранилищ, объемом от 500 млн.м³ до 1250 млн.м³ образуют каскад на реке Волге: Верхневолжское, Иваньковское, Угличское, Рыбинское (к Тверской области примыкает его Моложский плес). К крупным водохранилищам относится и Вазузское (в пределах Тверской области находится его северная часть).

В 70-х, 80-х годах прошлого века в Нечерноземье интенсивно велось мелиоративное строительство. Осушительные и оросительные мелиорации существенно повлияли на режим поверхностного и грунтового стока.

В области наблюдается заметное снижение урожайности и ухудшение кормовых свойств травостоя на некоторых сенокосных и пастбищных угодьях. Объясняется это постепенным заболачиванием лугов и пастбищ. По данным областного управления сельского хозяйства (табл. 1) с 1949 по 1956 год пло-

щадь заболоченных сенокосов в области увеличилась на 60 тыс. га, заболоченных пастбищ — на 48 тыс. га, в то время как площадь суходольных сенокосов с 1949 по 1955 год сократилась на 71,5 тыс. га [1].

Таблица 1. Площади переувлажненных и заболоченных земель в Тверской области, тыс. га

Угодья	Переувлажненные			Заболоченные			
	Всего	Из них		Всего	Из них		
		поймен.	внепойм.		слабо	средне	сильно
Пашня	483,2	10,8	472,4	343,4	316,1	23,8	3,5
Сенокосы	33,9	3,8	30,1	174,5	91,4	55,1	28,0
Пастбища	72,8	6,4	66,4	262,2	69,7	60,8	31,7

В качестве критерия предлагается использовать количественные соотношения между площадями с/х угодий с различным функциональным назначением, показатели степени заболачивания и эрозионные потери.

Определение главных и второстепенных факторов формирования стока, ландшафтная дифференциация по реальным потерям почвы, темпам почвообразования и их соотношениям в зависимости от вида ландшафта определяют путь максимального приспособления к экологическим условиям и адаптивности систем ведения хозяйства.

Смена почвенных разностей имеет закономерный характер, так как связана с изменениями вод режима почв (перераспределением влаги в почве). При этом, можно наблюдать переход не только одного подтипа почв в другой, но и одного типа почв в другой. Эти переходы были замечены еще в 1914 году проф. М. М. Филатовым [3] в предварительном отчете по почвенным исследованиям Московской губернии.

На примере двух хозяйств, которые по почвенным и гидрогеологическим параметрам являются характерными для ряда районов Тверской области, нами детально рассматривается применение этой методики.

Хозяйства Калининского района Тверской области ЗАО «Андрейково» и АОЗТ «Петровское» находятся в зоне влияния Ивньковского водохранилища.

На территории хозяйства ЗАО «Андрейково» сложился почвенный покров, типичный для лесолуговой зоны. Основной фон почвенного покрова дерново-подзолистые почвы, которые занимают в настоящее время 2309 га, что составляет 54% от общей площади [2].

Хозяйственная деятельность человека изменила водный режим почв ЗАО «Андрейково», вследствие чего изменились их морфологические свойства. На пашнях нижняя граница верхнего гумусового горизонта в 1967г. была $A_1 = 21$ см, в 1984г. - $A_1 = 24$ см (табл. 2). Увеличился позолистый горизонт вымывания (A_2) с 36см в 1967г., до 41см в 1984г. На сенокосах граница верхнего гумусового горизонта (A_f) увеличилась за 17 лет с 23 см до 27см.

Таблица 2. Изменение гумусового горизонта в ЗАО «Андрейково»

Наименование	с\х назначение	Нижняя граница, см (глубина см)			Год
		A ₁	A ₂	A ₂ B	
Дерново- среднеподзолистые	Пашни	23	37	-	1967
		23	35	-	1984
Дерново-средне- суглинистые слабо- каменистые		21	36	-	1967
		24	41	-	1984
Дерново-средне суглинистые про- фильно –глеевые	Сенокосы	23	37	-	1967
		27	37	-	1984
Дерново –глеевые		25	39	-	1967
		27	39	-	1984

Химический анализ почв ЗАО «Андрейково» (данные на 1985 год) показал, что рН солевой вытяжки среднеподзолистых почв составил 5,1 (табл. 2), а сумма Са + Mg мг-экв. на 100гр почвы - 10. Процесс направлен на постепенное оглеение почв. На пойменных дерново-луговых глеевых почвах рН солевой вытяжки – 4,3, Са + Mg мг-экв. на 100гр почвы – 8,8. Менее всего отмечено содержание Са + Mg подзолах железистых, песчаных – 2,0.

С течением времени происходит трансформация площадей сельхозугодий: осушительные мелиорации и распашка увеличивают площади пашни, а в результате естественного заболачивания пашня переходит в сенокосы и пастбища.

С 1967г. по 1984г. площадь пашни в ЗАО «Андрейково» увеличилась на 988 га. При этом, площади пашен на дерново-подзолистых почвах поверхностно-слабоглееватых за 17 лет увеличились со 180 га до 856 га. Общая площадь глееватых почв уменьшилась, а поверхностно-глееватых увеличилось. Происходит постепенное поднятие горизонта оглеения к поверхности и качество почв ухудшается.

Аналогичная картина наблюдается на землях АОЗТ «Петровское», центральная усадьба которого (с. Петровское) расположена юго-западнее г.Твери в 24 км. Здесь так же сложился почвенный покров, типичный для лесолуговой зоны. Дерново-подзолистые почвы занимают в настоящее время 2809 га, что составляет 65% от общей площади сельскохозяйственных угодий. За период с 1971г. по 1984г. изменились морфологические свойства почв (табл. 3). Нижняя граница верхнего гумусового горизонта на пашнях в 1971г. A₁ = 21см, в 1984г. - A₁ = 23см. Подзолистый горизонт вымывания (A₂) возрос с 35см в 1971г., до 38 см в 1984г. На сенокосах граница верхнего гумусового горизонта (A₁) увеличилась за 13 лет с 25 см до 27см.

Таблица 3. Изменение гумусового горизонта в ЗАО «Петровское»

Наименование	с\х назначение	Нижняя граница, см (глубина см)			Год
		A ₁	A ₂	A ₂ B	
Дерново- среднеподзоли- стые	Пашни	23	37	-	1971
		23	39	-	1984
Дерново-средне- суглинистые слабокаменистые		21	35	-	1971
		23	38	-	1984
Дерново-средне суглинистые по- верхностно- глеевые	Сенокосы	22	39	-	1971
		23	41	-	1984
Дерново- подзолистые профильно- глеевые		25	40	-	1971
		27	43	-	1984

С 1971г. по 1984г. произошла трансформация площадей сельхозугодий АОЗТ «Петровское»: пашня сократилась на 50 га, сенокосы на 1303 га, пастбища – 2243га. Площади пашен на дерново-подзолистых почвах поверхностно-глееватых за 13 лет увеличились с 293 га до 1178 га, а общая площадь глееватых почв уменьшилась, 180 га сенокосов перешли в болотные почвы.

По химическому составу, по анализу рН солевой вытяжки среднеподзолистых почв в АОЗТ «Петровское», установлено, что при рН от 4,5 до 5,5 сумма Са + Mg мг-экв. на 100гр почвы изменяется от 6,9 до 14,5. Идет оглеение почв.

Земли хозяйств ЗАО «Андрейково» и АОЗТ «Петровское» по почвенному районированию отнесены к Центральному району, который характеризуется сложностью и неоднородностью поверхности, отличается большой пестротой почвенного покрова. Район подвергается производственному воздействию. Почвы находятся в условиях промывного режима, идет выщелачивание и вынос растворенных веществ. Видимым признаком выщелачивания является наличие в почве подзолистого горизонта.

Грунтовые воды приурочены к четвертичным отложениям, глубина их залегания - от 1м до 20м. Подземные воды, приуроченные к отдельным генетическим и стратиграфическим горизонтам и комплексам четвертичных отложений вследствие фациальной изменчивости этих пород, а также выклинивания и замещения песков суглинистыми породами, часто находятся в сложной взаимосвязи между собой, а также с подземными водами, заключенными в дочетвертичных породах, и с водами рек и озер.

В 1975 году в ЗАО «Андрейково» была построена плотина на р.Крапивня и создано водохранилище для орошения сельскохозяйственных культур. Ём-

кость водоема – 500 тыс. м³, площадь зеркала - 45 га. Очевидно, это послужило толчком к более интенсивному процессу оглеения почв.

Благодаря большому содержанию глинистых частиц валунные суглинки отличаются высокой капиллярностью, плохой водопроницаемостью и плохой аэрацией. Поэтому почвы, формирующиеся на этих отложениях, часто имеют признаки заболачивания. Разложение растительных остатков вследствие плохой аэрации протекает в них медленно.

В результате изменения водного режима нарушаются сложившиеся в природе саморегулирующие гидрогеохимические процессы и потоки, особенно в верхнем геологическом этаже. Происходит перевод автоморфных процессов почвообразования в гидроморфный, подъем грунтовых вод и их испарительный режим, снижение естественной дренированности и усиление искусственного дренажа.

Литература

1. Отчет о наличии, состоянии и использования земель в Тверской области по состоянию на 1.01.2000 года. Тверь 2000. 47с.
2. Природа и хозяйство Калининской области. – Калинин: Калининский Государственный педагогический институт, 1960 – 645с.
3. Добровольский В.В. География почв с основами почвоведения: Учеб. для геогр. спец вузов. – М.: Высш. шк. 1989. - 320с.

УДК 624.131.6

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИВА СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

А.М. Ларионова

Россельхозакадемия, Москва, Россия

Орошение навозными стоками (далее стоками), зачастую, вызывает негативное отношение населения вообще к какой-то мелиорации. Возможно, на то имеются причины. Остановимся на отдельных моментах. На комплексах по выращиванию крупного рогатого скота (КРС) и свиней возникает серьезный вопрос, куда девать стоки? Накопительные емкости переполняются, имеется опасность сброса стоков в водоемы. Одним из путей утилизации навозных стоков – это их распределение на земельно-сельскохозяйственных полях орошения. Обследование полей орошения поставило ряд вопросов, главные из которых, а правильно ли мы поливаем и не ухудшаем ли мы землю и экологию окружающей среды?

Приведу пример – это утилизация навозных стоков КРС в совхозе «Лакинский» Владимирской области с помощью дождевальная машины ДКН-80. В 1984 г. обследованы земельно-сельскохозяйственные поля орошения при поливе многолетних трав 2-го года. После очередного полива дождевальная машина (ДМ) часть участков (от отдельных гидрантов) были затоплены, а на части сожжен травостой навозными стоками. Причина неудовлетворительного состояния поливных участков в следующем: поливные нормы для полива навозными стоками были

завышены; не согласованы цели научных, проектных организаций, хозяйств и исполнителей – поливальщиков.

Наука и проектные организации устанавливают, в основном, расчетную поливную норму исходя из потребности растений в питательных элементах (НРК), а это в пределах – 200-400 м³/га. Время стоянки ДКН-80 на одной позиции около 1-2-х часов (от 60 до 120 мин) при средней интенсивности дождя 0,35 мм/мин. При этом поверхностный сток образуется через 20-30 минут, или вылитая норма составляет в пределах 70-105 м³/га, что значительно ниже проектируемых поливных норм.

Следует отметить, что проектными организациями основной расчет величины поливных норм ведется с целью обеспечения растений питательными элементами. При этом не учитывается снижение впитывающей способности почвы при подаче навозных стоков и поливной нормы до образования поверхностного стока. Цель работников хозяйств утилизировать навозные стоки с минимумом расходов, освободить накопители, не допустить сброса стоков в водоемы и не платить штрафы.

В производственных условиях, из-за несовершенства ДМ и незаинтересованности поливальщиков в качественном поливе, продолжительность стоянки ДМ на одной позиции достигал 2–7 суток, а это объем вылитой сточной воды в пределах 9–30 тыс. м³/га. Такой избыточный объем воды явно не мог впитаться в почву, а стекал по уклону местности и скапливался в пониженных участках. Далее переезд ДМ на очередную позицию проводился через 2-4 гидранта.

В итоге, после такого полива орошаемый ландшафт представился шахматной доской, где зеленая трава перемежалась с коричневой выжженной травой, были четко видны места стоянки ДМ – это затопленные и заболоченные участки в пониженных местах и выжженные избытком азота участки. В местах стоянки ДМ в несколько раз увеличивался объем вылитых стоков и растения были затоплены, а на соседних не поливаемых позициях растения не получали ни воды, ни питательных элементов. Явно, что от такой технологии полива больше вреда, чем пользы.

При поливе навозными стоками существующими дождевальными машинами существует еще одна проблема – это забивание дождевальных насадок илом и волокнистыми включениями. Даже в период широкого развития мелиоративных работ поливальщики без особого удовольствия очищали насадки от навозных взвесей, что требовалось практически после каждого переезда на очередную позицию. В будущем конструкторам необходимо учесть засорение насадок при распределении навозных стоков, подумать об их удобной очистке и улучшении условий труда поливальщиков.

Кроме этого от земледельческих полей орошения разносился аромат навозных стоков. Может животные и с удовольствием поедали корм, выращенный на этих полях, но населению не очень приятно было такое соседство.

Другой пример – орошение сточными водами Оренбургского газоперерабатывающего комбината на площади 1500 га в Оренбургской области. Полив осуществлялся с помощью дождевальных машин «Фрегат». В отличие от совхоза «Лакинский» вода была прозрачной и не содержала включений, был хо-

рошо организован процесс распределения сточных вод, соблюдалась технология полива. Интенсивность дождя ДМ» Фрегат» соответствовала впитывающей способности данных почв. Однако высокое расположение водопроводящего пояса данного типа ДМ способствовало отнесу дождя до 120 м при скорости ветра около 4-6 м/с. Так, качественный дождь, но падающий с большой высоты, относится ветром на значительные расстояния. В опытах была снижена высота падения дождя на ДМ «Фрегат» от 3 до 1 м и уменьшился относительный дождь ветром до 68 м и за счет применения нового опытного аппарата (а.с. № 1516064) – до 45-50 м.

При несоблюдении технологии утилизации сточных вод и длительном орошении сточными водами постепенно идет накопление в почве и вредных элементов, находящихся в поливной воде. Аэрозоль сточных вод разносится на большие расстояния, загрязняя соседние территории. Опять напрашивается вопрос о пересмотре требований при орошении сточными водами.

Здесь не грех вспомнить, что слабым местом при утилизации сточных вод являются накопители. Многими авторами отмечается то, что из-за несвоевременного проведения ремонтов, неудовлетворительного состояния накопителей и сооружений участились случаи сброса стоков в водоемы и это еще больше ухудшает экологическую обстановку, в т.ч. на полях орошения.

В настоящее время при скудных объемах финансирования и отсутствия, зачастую, «хозяина» или ответчика за сбросы стоков в водоемы, меньше уделяется внимания техническому состоянию накопителей и элементов оросительной системы, в т.ч. дождевальных машин. К отмеченным недостаткам присовокупляются и другие факторы, как нет достаточно средств на проведение поливов, из села уходит трудоспособное население и специалисты. Здесь научным и проектным организациям больше следует обратить внимание на разработку более совершенной поливной техники и улучшение условий труда поливальщиков.

Большинство существующих дождевальных машин дает структуру дождя больше допустимых значений по агротехническим требованиям. Из-за несоответствия качества дождя впитывающей способности почвы и подаваемого объема воды, невозможно выдать требуемую поливную норму, так как образуется поверхностный сток, который вызывает эрозию почв, затопление и загрязнение участков, особенно при поливе сточными водами, а малый объем ведет к недобору урожая.

При затоплении и загрязнении участка ухудшаются не только условия роста и развития растений, но и экологическая обстановка сопряженных территорий, чего нельзя допускать мелиораторам, так как мелиорация призвана улучшать неблагоприятные природные условия.

При растущих ценах на воду, энергию и горюче-смазочные материалы повышается стоимость гектарополива, а следовательно и затраты на производство сельскохозяйственной продукции, поэтому особо актуальным становится вопрос экономного и рационального использования поливной воды. Настала не-

обходимость пересмотреть отдельные положения и дать направление на водосберегающие и почвоохранные технологии полива, что особенно актуально для засушливой зоны России.

На основе сказанного можно сделать ряд выводов:

1. Расчетную поливную норму при поливе навозными стоками назначать с учетом требований растений в воде и питательных элементах, соответствия качества дождя и впитывающей способности почв и снижения скорости впитывания сточных вод по сравнению с чистой водой.

2. Не допускать образования поверхностного стока при поливе дождеванием, ухудшения и загрязнения окружающей среды.

3. Для распределения сточных вод в ветровой зоне необходимо приблизить их распределение к поверхности земли.

4. Совершенствовать конструкцию насадок, с целью снижения отбоя дождя ветром и возможности самоочищения их от взвесей.

5. Улучшить условия труда поливальщика, снизить контакт его со стоками и участие при переездах на очередную позицию.

6. Для уменьшения загрязнения окружающей среды и водоемов обратить особое внимание на техническое состояние накопителей и элементов оросительных систем.

7. Не допускать перевода орошаемых земель в поля для утилизации сточных вод и навозных стоков.

УДК 635.64:631.67:631.8

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ КУКУРУЗЫ ПРИ ОРОШЕНИИ

А.В. Майер

Волгоградский КО ГНУ ВНИИГиМ, Волгоград, Россия

В условия аридного климата Нижнего Поволжья особое значение приобретают вопросы водного питания кукурузы. Поливной режим кукурузы существенно зависит от комплекса природных и управляемых человеком факторов, таких, как уровень водообеспеченности, условия минерального питания, генетический потенциал растений, метеорологические факторы и др. Поэтому важным условием проектирования поливных режимов сельскохозяйственных культур, в частности, кукурузы, является изучение закономерностей формирования суммарного водопотребления посевами во взаимосвязи с этими факторами.

С 2002 года нами проводятся исследования, важной задачей которых являлось изучение особенностей и закономерностей суммарного потребления воды посевами кукурузы при регулировании водного и пищевого режима почвы.

Опыты проводилась на орошаемых землях Городищенской оросительной системы в зоне светло-каштановых почв Волгоградской области. По фактору водного режима почвы изучалось пять уровней водообеспечения посевов куку-

рузы в сочетании с внесением минеральных удобрений дозами N₉₀P₄₀K₁₀₀, N₁₄₀P₆₀K₁₆₀, N₁₉₀P₈₀K₂₂₀ и N₂₄₀P₁₀₀K₂₈₀. Наименьший уровень водообеспечения кукурузы, А0, предусматривал поддержание постоянного порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ. Также схемой опыта предусматривалось изучение трех вариантов дифференцированного водообеспечения, 70-80-70 % НВ, при поддержании предполивного уровня влажности почвы 80 % НВ в периоды соответственно «выметывание метелки...молочно-восковая спелость зерна» (А1), «11-й лист... молочно-восковая спелость зерна» (А2), «7-й лист... молочно-восковая спелость зерна» (А3) и вариант, где поливы проводились при снижении влажности почвы до 80 % НВ в течение всего периода вегетации культуры (А4).

Анализ опытных данных (табл.1) показывает, что суммарное водопотребление кукурузы возрастает с улучшением условий водного и минерального питания растений.

Таблица 1. Суммарное испарение воды посевами кукурузы при разных сочетаниях условий водного и минерального питания растений, м³/га

Уровень ного Д питания минерала	Вариант режима	ВОДНОГО ПОЧВЫ 2002	Г 2003	Г 2004	Среднее 2002...2004	Δ E _{crop} на каждом агрофоне (среднее за 2002-2004 гг.)	
						м ³ /га	Г %
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	А0	4100	3610	3740	3820	-	-
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	А1	4230	3720	3860	3940	120	3,1
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	А2	4320	3790	3940	4020	200	5,2
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	А3	4370	3750	3980	4030	210	5,5
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	А4	4480	3930	4090	4170	350	9,2
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₆₀	А0	4140	3650	3780	3860	-	-
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₆₀	А1	4290	3780	3920	4000	140	3,6
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₆₀	А2	4390	3860	4010	4090	230	6,0
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₆₀	А3	4460	3840	4070	4120	260	6,7
N ₁₄₀ P ₆₀ K ₁₆₀	А4	4570	4020	4180	4260	400	10,4
N ₁₉₀ P ₈₀ K ₂₂₀	А0	4220	3730	3860	3940	-	-
N ₁₉₀ P ₈₀ K ₂₂₀	А1	4390	3880	4020	4100	160	4,1
N ₁₉₀ P ₈₀ K ₂₂₀	А2	4500	3970	4120	4200	260	6,6
N ₁₉₀ P ₈₀ K ₂₂₀	А3	4590	3970	4200	4250	310	7,9
N ₁₉₀ P ₈₀ K ₂₂₀	А4	4700	4150	4310	4390	450	11,4
N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₂₈₀	А0	4260	3770	3900	3980	-	-
N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₂₈₀	А1	4430	3920	4060	4140	160	4,0
N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₂₈₀	А2	4560	4030	4180	4260	280	7,0
N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₂₈₀	А3	4650	4030	4260	4310	330	8,3
N ₂₄₀ P ₁₀₀ K ₂₈₀	А4	4760	4210	4370	4450	470	11,8

В вариантах, где порог предполивной влажности почвы 70 % НВ поддерживался в течение всего периода вегетации культуры, а минеральные удобрения вносили дозой $N_{90}P_{40}K_{100}$, численные значения суммарного испарения влаги посевами кукурузы не превышали 3610...4100 м³/га. Повышение уровня предполивной влажности почвы до 80 % НВ в период от «выметывание метелки» до фазы «молочно-восковая спелость зерна» увеличивало суммарное водопотребление в среднем на 120 м³/га или 3,1 %. При поддержании порога предполивной влажности почвы 80 % НВ в течение вегетационного периода объем потребляемой влаги возрастал на 9,2 %. При поддержании дифференцированных порогов предполивной влажности почвы 70-80-70 % НВ по схеме вариантов А2 (80 % НВ – в период «11 лист...молочно-восковая спелость») и А3 (80 % НВ – в период «7 лист...молочно-восковая спелость») величина суммарного испарения влаги кукурузой возрастала на 5,2...5,5 % в сравнении с контролем (вариант А0 – 70-70-70 % НВ).

В вариантах с более высоким уровнем минерального питания улучшение условий водообеспечения растений кукурузы увеличивало суммарное потребление влаги посевами в большей степени. Так, повышение уровня предполивной влажности почвы с 70 % НВ (вариант А0) до 80 % НВ (вариант А4) на фоне внесения минеральных удобрений дозой $N_{90}P_{40}K_{100}$ увеличивало суммарное водопотребление кукурузы на 9,2 %, при внесении $N_{140}P_{60}K_{160}$ – на 10,4 %, $N_{190}P_{80}K_{220}$ – на 11,4 %.

Такая же закономерность прослеживается и при повышении доз внесения минеральных удобрений на вариантах с разным уровнем водообеспечения. Повышение доз внесения минеральных удобрений с $N_{90}P_{40}K_{100}$ до $N_{240}P_{100}K_{280}$ в сочетании с поддержанием порога предполивной влажности почвы на уровне 70 % НВ увеличивало объем суммарного испарения влаги посевами кукурузы в среднем на 4,2 %, а при поддержании предполивного уровня 80 % НВ – на 6,7%.

Существенное влияние на формирование суммарного водопотребления в опыте оказали погодные условия в период вегетации культуры. Наименьшее количество воды за вегетацию, 3610 м³/га, посева кукурузы испаряли в наиболее обеспеченном осадками 2003 году, а наибольшее значение суммарного водопотребления, 4760 м³/га, отмечено в острозасушливом, 2002 году.

С использованием методов математического анализа численного материала нами определена тесная корреляционная зависимость суммарного испарения воды посевами кукурузы от регулируемых в опыте факторов водного и пищевого режимов растений и метеоусловий, складывающихся в течение вегетационного периода. Коэффициент множественной детерминации равен 0,95. Форма зависимости согласно результатам выполненного анализа с наибольшей точностью описывается уравнением вида:

$$E_{\text{crop}} = 3226 + 0,21 \cdot X_1 + 0,0002 \cdot X_1 \cdot X_2 + 2478,7 \cdot X_3 - 6218,6 \cdot X_3^2$$

где X_1 – уровень водообеспечения посевов кукурузы, представляющий собой суммарный объем воды, поступившей с осадками и поливами, м³/га; X_2 – уровень минерального питания, кг д.в./га; X_3 – гидротермический коэффициент вегетационного периода.

Исследование вариационной динамики численных значений суммарного потребления воды посевами кукурузы показало преимущественное влияние водного режима почвы и погодных условий в годы проведения исследований. Суммарная доля совместных вариаций водопотребления кукурузы и факторов погоды, водного режима почвы составляет 91,6 %. Доля влияния удобрений в изменении суммарного испарения влаги кукурузой не превышает 8,3 %. С целью упрощения формы полученной зависимости был проведен регрессионный анализ численных значений суммарного водопотребления в функции факторов погоды и водного режима почвы с исключением фактора питательного режима растений. Получена формула вида (рис.1):

$$E_{\text{crop}} = 3226 + 0,29 \cdot X_1 + 2478,7 \cdot X_3 - 6218,6 \cdot X_3^2$$

где X_1 – уровень водообеспечения посевов кукурузы, м³/га; X_3 – гидротермический коэффициент вегетационного периода.

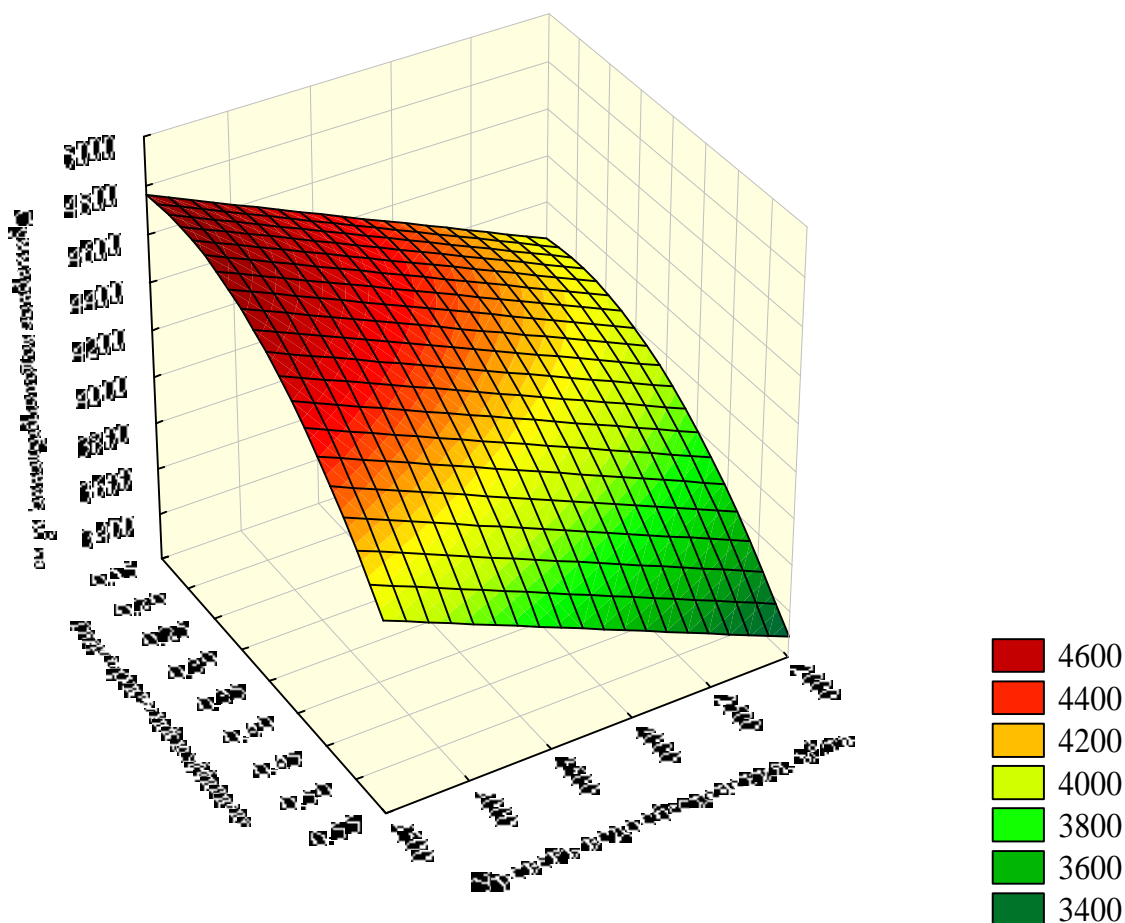


Рис. 1. График зависимости суммарного водопотребления кукурузы от уровня водообеспечения и погодных условий в период вегетации культуры

Полученная зависимость характеризуется высоким значением коэффициента детерминации, $R^2 = 0,92$, что позволяет использовать формулу на практике.

Е.А.Макарычева

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Влагообмен почвы с грунтовыми водами осуществляется по закономерностям гравитационного, капиллярного и парожидкостного переноса воды (О.В.Шаповалова, 1987), при этом основную роль играет капиллярное движение, определяемое глубиной залегания уровня (Н), капиллярными свойствами почвы и породы зоны аэрации, а также влажностью на подошве расчетного слоя (ω_p), изменяющейся во времени. Направление и скорость капиллярного движения при постоянных значениях Н и мощности расчетного слоя (h_p) могут быть установлены при наличии графика изменения во времени капиллярного потенциала почвы и основных водно-физических характеристик почвы и породы.

В качестве последних можно принять эпюру равновесной влажности в зоне капиллярного увлажнения - $\omega_p(H_k)$ и коэффициент влагопроводности (К) в виде его зависимости от капиллярного потенциала, равного высоте точки над зеркалом воды (H_k). Эти характеристики определяют методом высоких монолитов при капиллярном увлажнении почвы (породы) с нижнего торца, измеряя в процессе опыта высоту увлажненной зоны, а после достижения максимальной высоты капиллярного поднятия (H^*) – равновесную влажность. Скорость впитывания воды ($V_{вп}$) рассчитывают по формуле (Е.А.Макарычева, 1987):

$$V_{вп} = V_{и} + V_{фр}(\omega_p - \omega_{исх}) \quad (1),$$

где $V_{и}$ - скорость испарения с зеркала воды, замеряемая по испарителю, $V_{фр}$ - скорость движения фронта увлажнения, $\omega_{исх}$ – исходная влажность.

Значения H^* закономерно увеличиваются с увеличением содержания частиц крупной пыли диаметром 0,01 – 0,05 мм (С), зависимость $H^*(С)$ в диапазоне $10 < С < 55\%$ является линейной (Е.А.Макарычева, 1998) в виде:

$$H^* = 50 + 2,2 С, \text{ см} \quad (2)$$

Зависимость скорости впитывания воды от равновесной влажности, как показали опыты на колонках легкосуглинистой почвы нарушенного сложения, характеризуется тремя диапазонами влажности, в каждом из которых закономерности капиллярного движения различны (Е.А.Макарычева, 2004). Это отражает разную степень подвижности воды в крупных, средних и мелких порах, что ранее отмечал А.А. Роде (1952) при оценке возможности применения метода электродинамических аналогий в теории подвижности почвенной влаги. Зависимость скорости впитывания от потенциала является степенной в виде:

$$V_{вп} = 12 / H_k^{1,72}, \text{ м/сут} \quad (3),$$

где H_k - значение потенциала, изменяется в диапазоне $12 < H_k < 90$ см.

Мощность переходной зоны на фронте увлажнения (h) составляет 1 – 3 см, что также было установлено экспериментально другими исследователями (А.В.Журов, В.А. Тормасов, 1985, П.В.Тищенко, 1972). Поэтому, принимая в

качестве расчетного значение h равным 2 см, можно определять градиент капиллярного потенциала по их разности потенциалов на границах переходной зоны:

$$I_k = 0,5 (H_{k, \text{исх}} - H_{k, \text{р}}) \quad (4),$$

где значения потенциалов измеряются в см.

В этом случае коэффициент влагопроводности можно рассчитать по формуле:

$$K = 2(V_{\text{вп}} - V_{\text{и}}) / (H_{k, \text{исх}} - H_{k, \text{р}}) \quad (5)$$

Результаты расчетов для легкосуглинистой почвы из частиц более 1мм при $H^* = 90$ см, $V_{\text{и}} = 5$ мм/сут и исходной влажности 5% представлены в таблице 1.

Таблица 1. Расчет капиллярной проводимости почвы по скорости впитывания

$\omega_p, \%$	27	30	33	34,5	36	39	40	41,6	42	42,8
$H_k, \text{см}$	90	73	57	50	40	30	25	20	16	12
$V_{\text{вп}}, \text{мм/сут}$	5	7	11	14	21	34	46	65	100	160
$V_k, \text{мм/сут}$	0	2	6	9	16	29	41	61	95	155
I_k	0	8,5	16,5	20	25	30	32,5	35	37	39
$K, \text{мм/сут}$	0	0,24	0,36	0,45	0,64	0,97	1,26	1,74	2,56	4,0

Зависимость коэффициента влагопроводности от потенциала является степенной:

$$K = 0,2 / H_k^{1,57}, \text{ м/сут} \quad (6)$$

Определение коэффициента влагопроводности по кривым водоудерживания (ОГХ) приводит к занижению их значений вследствие преувеличения капиллярного потенциала (Н.А. Муромцев, 1984, Е. А. Макарычева, 1992), обусловленного деформацией порового пространства (Н.А. Качинский, 1947). Последняя проявляется в увеличении удельной поверхности почв (S) после их иссушения действием внешнего давления, вызывающим разрушение агрегатов. По результатам исследований процессов влагопереноса в бурых лесных и лугово-болотных почвах значения S при их увлажнении составляли 27,6 – 112,5, а при иссушении – 46,9 – 148,6 м²/г (В.Г. Онищенко, 1984).

В зависимости от динамики влажности на подошве расчетного слоя почвы наблюдается нисходящее движение воды в зону аэрации или приток грунтовых вод. Для примера рассмотрим изменение направления и значений скорости влагообмена на подошве расчетного слоя мощностью 1,0 м в расчетный период 20 сут при уменьшении влажности почвы, соответствующем увеличению потенциала почвы от 30 до 120 см (рис.1). Характеристики породы принимаем по таблице 1, глубина залегания уровня постоянна и равна 1,5 м, расчетное значение потенциала породы составляет 50 см.

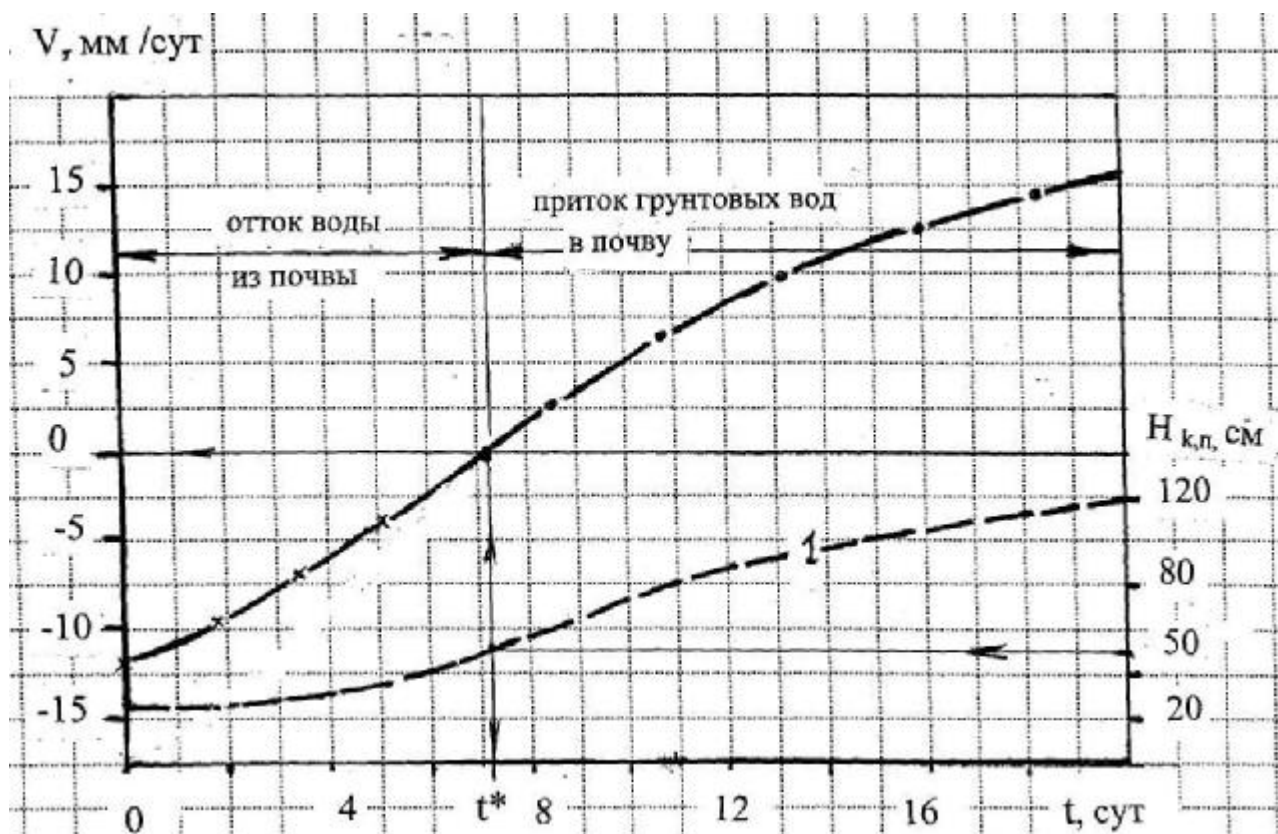


Рис.1. Графики потенциала почвы (1) и скорости влагообмена почвы с грунтовыми водами при $H = 1,5\text{ м}$ и $h_p = 1,0\text{ м}$

В период $t < t^*$ потенциал почвы меньше 50 см, поэтому имеет место отток воды в зону аэрации со скоростью $V_{от}$, при $t > t^*$ происходит приток грунтовых вод. Скорость притока ($V_{г.р.}$), определяется коэффициентом влагопроводности равным 0,45 мм/сут. Результаты расчета скоростей при коэффициенте влагопроводности почвы равном $0,2/H_k^{1,5}$ приведены в таблице 2.

Таблица 2. Значения скоростей влагообмена в мм/сут при $H = 1,5\text{ м}$ и $h_p = 1,0\text{ м}$.

t, СУТ	0	2	4	6	8	10	15	20
$H_{k,п}$	30	34	37	45	60	75	105	120
I_k	-10	-8	-6.5	-2.5	5	12.5	27.5	35,0
$K_{п}$	1.2	1.0	0.9	0.7	0.45	0.3	0.2	0.15
$V_{от}$	12.2	8.0	5.8	1.7				
$V_{г.р.}$					2.3	5.6	12.4	15.8

С увеличением глубины залегания уровня скорость притока грунтовых вод уменьшается, а влияние влажности почвы остается существенным, что видно из зависимостей, представленных на рисунке 2. Поэтому динамику влажности на подошве расчетного слоя почвы следует учитывать при обосновании допустимой глубины залегания уровня и нормы осушения, определяющих водно-солевой режим почв.

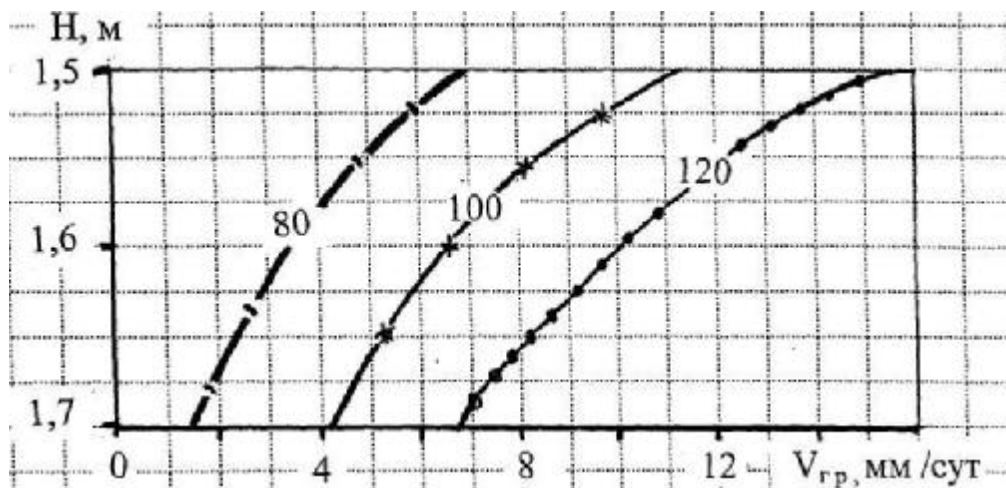


Рис.2. Зависимости скорости притока грунтовых вод в почву от глубины залегания их уровня при значениях потенциала на подошве расчетного слоя почвы 80-100-120 см

Зависимости $V_{вп}(H_k)$ и $K(H_k)$, установленные методом высоких монолитов, могут быть использованы для более точной оценки водоподъемной способности почв и пород зоны аэрации, приближенной характеристикой которой служит максимальная высота капиллярного поднятия.

Литература

1. А.В. Журов, В.А. Тормасов. К вопросу о механизме капиллярного поднятия в связи с подтоплением застроенных территорий.// Гидродинамическое обоснование прогнозов подтопления городских территорий. М., 1985.
2. Н.А. Качинский. О структуре почвы, некоторых водных ее свойствах и дифференциальной порозности.// Почвоведение, №6, 1947.
3. Е.А. Макарычева. О методах определения потенциала влажности.// Труды ВНИИГиМ, том 84, М., 1992.
4. Е.А. Макарычева. Определение характеристик водоподъемной способности почвогрунтов.// Мелиорация и водное хозяйство, №5, 1998.
5. Н.А. Муромцев. Водоподъемные свойства аллювиальной луговой суглинистой почвы.// Почвоведение, №3, 1984.
6. В.Г. Онищенко. Индивидуальные и обобщенные гистерезисные характеристики коэффициентов влагопереноса.// Почвоведение, №9, 1984.
7. А.А. Роде. Почвенная влага. М., 1952.
8. П.В. Тищенко. Опыт определения интенсивности капиллярного подъема влаги в почве с помощью полуавтоматической компенсационной установки.//Труды ГГИ, вып. 199 – Водный баланс орошаемых земель. Л., 1972, Гидрометеиздат.
9. О.В. Шаповалова. Роль фазовых переходов при передвижении воды в системе почва – растение – атмосфера.// Обоснование допустимых глубин грунтовых вод орошаемых земель. М., ВНИИГиМ, 1987.

УДК 631.452:631.811

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ СУПЕСЧАНЫХ ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСПЕНЕННОГО КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОГО УДОБРЕНИЯ (ВКФУ)

Максименко В.П., Деев С.Ю.

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия;

Мажайский Ю.А.

МФ ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Солотча, Россия

Под антропогенным и природным воздействием постоянно происходит уплотнение корнеобитаемого слоя почвы, усиление эрозионных процессов, нарушение питательного и водного режимов. Разуплотнение его достигается различными способами: пахотой с оборотом и без оборота пласта, чизелеванием, глубоким периодическим рыхлением, внесением химмелиорантов.

Применение искусственных высокомолекулярных полимеров представляет одну из возможностей повышения плодородия земель путем создания субстратов из почвы и искусственных материалов. Химически измененные природные материалы или синтетические продукты позволяют эффективно изменять водно-физические и химические свойства почвы.

В таких преобразованиях нуждаются все типы подзолистых почв, исходно низкое плодородие которых усугубляется при организации производств растениеводческой продукции. Повышение плодородия таких почв обеспечивается известкованием, внесением органических и минеральных удобрений. Регулирование минерального питания растений с использованием минеральных удобрений, особенно азотных, с целью повышения их эффективности, осуществляется дифференцированно по фазам развития культуры.

Большая часть сельскохозяйственных угодий на территории распространения подзолистых почв подвержена переувлажнению естественными осадками. Негатив усиливается еще и тем, что значительная часть атмосферных осадков в летний период при их интенсивном выпадении не аккумулируется в почве в виде продуктивных влагозапасов, а стекает в понижения, водоемы и водотоки, вызывая эрозионные процессы на пашне и создавая инфильтрационные потоки воды, обогащенной растворенными минеральными удобрениями.

Работы по повышению устойчивости структуры почвы и созданию комплексных медленно действующих удобрений были начаты еще в начале прошлого столетия. Применяются различные химические мелиоранты, удобрения-мелиоранты [6], которые в комплексе с агрохимическими мероприятиями способствуют повышению плодородия почв и урожаев возделываемых культур. Большое внимание уделяется получению и практическому применению различных искусственных структурообразователей, с помощью которых не только улучшают структуру почвы, но и вызывают активное развитие растений, что приводит к увеличению их урожайности.

Разработка технологий эффективного экологически безопасного применения удобрений-мелиорантов комплексного действия с медленным (многолет-

ним) высвобождением основных элементов минерального питания и прямого действия на структуру почвы, ее аэрированность и водоудерживающую способность становится задачей сегодняшнего дня.

Исследования по использованию высокомолекулярных пенопластов для целей улучшения и повышения плодородия почв начаты в 40-50 гг. XX века в Германии, применялись мочевиноформальдегидный (МФП), полиуретановый и другие пенопласты [1].

Известны сложные медленно действующие удобрения, полученные на основе мочевиноформальдегидных смол [2;3] и защищенные, например, патентами SU 1063801, 1983, или SU 1726467, 1992, или SU 4174957, 1979.

Состав и физико-химические свойства мочевиноформальдегидных соединений во многом зависят от условий конденсаций, прежде всего, от температуры и **pH** раствора. В кислой среде образуется монометилмочевина **CO-NH-CH₂-NH₂OH**, которая, выделяя воду, связывается мочевиной в метилендимочевину с нарастанием при дальнейшем взаимодействии метилен мочевиновых групп.

Под руководством Л.Д. Нагорного группой специалистов, включая и сотрудников ВНИИГиМ, создано вспененное карбамидоформальдегидное удобрение (ВКФУ). В состав высокомолекулярного полимера входят следующие компоненты: карбамидоформальдегидная смола, растительный дубильный экстракт коры хвойных пород, ортофосфорная и соляная кислота в качестве кислотного катализатора отверждения, поверхностно-активные вещества (ПАВ) – алкилбензолсульфо кислота и органические композиции. Все исходные компоненты комплексного удобрения гостированы и изготавливаются промышленностью.

В результате было получено комплексное удобрение в виде поропласта, которое функционально может использоваться как аэрант, сорбент, биостимулятор и комплексное удобрение с содержанием азота – до 34,2 %, фосфора – до 0,41, калия – 0,0018, магния – 0,005 %. В состав полимера могут включаться различные поверхностно-активные вещества, микробиологические и органические добавки и штаммы. Дополнительно удобрение может содержать микроэлементы: бор, железо, марганец, медь, молибден и др.

Плотность поропласта при влажности 8,3 % от массы не превышает 22,4 кг/м³. При содержании открытых пор 85-92 % он аккумулирует в себе доступную для растений влагу – до 2500-3000 % от массы.

В 2003 году были начаты исследования по разработке технологии применения нового вспененного карбамидоформальдегидного удобрения (ВКФУ) комплексного длительного действия при возделывании различных сельскохозяйственных культур в основных почвенно-климатических зонах России.

В Рязанской области исследования проводились на супесчаных подзолистых почвах. Были заложены вегетационные лабораторные опыты [4, 5] с томатами и полевые деляночные – с морковью. Эксперимент включал пять вариантов в 3-х кратной повторности с дозами внесения исследуемого вспененного карбамидоформальдегидного удобрения (ВКФУ): вариант I – 1/5, вариант II – 1/10, вариант III – 1/10 в виде «экрана» от объема сосуда или от объема мелио-

рируемого слоя почвы в полевом опыте; IV вариант – смесь ВКФУ+торф 1/10:1/10 (1:1) и V вариант – контроль.

В полевом эксперименте представлены следующие варианты: вариант I – 1/5, вариант II – 1/10, вариант III – 1/20, IV вариант – смесь ВКФУ+торф 1/10:1/10 (1:1) и V вариант – контроль.

Проведенные вегетационные опыты показали, что формирование и развитие биологической массы, а также корневой системы томатов интенсивнее всего происходит в почвенных субстратах с исследуемым удобрением ВКФУ. Наибольший эффект при внесении удобрения достигнут в варианте с дозой удобрения ВКФУ 1/10 «экран» – прирост биологической массы томатов к контролю составил 122,8 %. В вариантах I и II (внесение ВКФУ в чистом виде) прирост биологической массы по отношению к контролю, соответственно составил 93,6% и 89,9% (табл. 1).

Таблица 1. Формирование биологической массы томатов (г) под влиянием дозы ВКФУ и способа его внесения

Вариант	Доза удобрения	Биологическая масса по вариантам	
		г	% к контролю
I	1/5	246,85	93,6
II	1/10	242,15	89,9
III	1/10 «мелиоративный слой»	284,14	122,8
IV	Торф+ВКФУ – 1/10:1/10	158,12	24,0
V	Контроль	127,52	-

В полевых исследованиях наибольшая урожайность моркови наблюдалась в II и IV вариантах и была больше в сравнении с контрольным вариантом, соответственно на 103,9 и 134,0 % (табл. 2).

Таблица 2. Формирование урожая моркови в полевом опыте

Вариант	Доза удобрения	Продуктивность, кг/м ²			Процент к контролю
		Общая масса	Масса ботвы	Масса корнеплодов	
I	1/5	1,70	0,40	1,30	26,2
II	1/10	3,00	0,90	2,10	103,9
III	1/20	3,20	1,12	2,08	101,9
IV	Торф+ВКФУ – 1/10:1/10	3,30	0,87	2,41	134,0
V	Контроль	1,80	0,43	1,03	-

Полученная продукция была проанализирована на пищевое качество. Результаты показали, что содержание в ней токсичных элементов (цинк, медь, свинец, кадмий, мышьяк, ртуть) и нитратов значительно меньше предельно допустимых норм (ПДН). Содержание в моркови каротина – высокое по отношению к контролю и установленным нормам. Содержание тяжелых металлов в томатах и моркови незначительное (табл. 3).

Таблица 3. Результаты определения состава и качества продукции

Вариант	Продукция	Влажность, %	Массовая доля в воздушно-сухом веществе продукции, %								Содержание, мг/кг нат. влажности	
			Азота	Протеина	Клетчатки	Зола	Жиры	БЭВ	Фосфора	Калия	Нитратов	Каротина
I	Томаты	94,5	3,31	20,69	8,99	6,22	2,48	61,62	0,59	2,11	24	-
II	-«-	94,7	2,93	18,31	8,03	6,42	2,54	70,33	0,54	2,40	86	-
III	-«-	93,6	2,60	16,25	8,76	6,48	2,62	65,89	0,55	2,54	22	-
IV	-«-	95,5	4,12	25,75	9,06	6,60	2,57	56,02	0,69	2,21	37	-
I	Морковь	85,39	1,05	6,56	8,00	4,26	3,84	68,58	0,28	1,30	12	138
II	-«-	84,33	0,90	5,63	8,40	4,58	3,13	69,65	0,32	1,71	13	95
III	-«-	88,82	0,96	6,00	9,40	4,54	3,55	67,84	0,30	1,58	9	88
IV	-«-	83,79	1,03	6,44	8,40	4,04	3,12	69,46	0,30	1,50	10	96
V	-«-	82,69	0,81	4,81	8,23	4,76	3,60	70,24	0,25	1,84	15	72

Предварительный анализ результатов экспериментальных исследований показал, что ВКФУ способствует уменьшению доз вносимых минеральных удобрений, восстановлению, повышению плодородия и водоудерживающей способности почвы, снижению поступлений в растения токсичных веществ (получена высококачественная экологически чистая продукция), повышению эффективности использования водных, энергетических и материальных ресурсов.

Литература

1. Кульман А. Искусственные структурообразователи почвы /Перевод с немецкого и предисловие Н.Г. Ракипова.-М.: Колос, 1982.-158 с.
2. Агрохимия /Под редакцией акад. В.М. Клечковского и проф. А.В. Петербургского.- М.: Колос, 1964.- 527с.- (Учебники и учеб. пособия для высших с.-х. учеб. заведений).
3. Агрохимия /Под ред. Б.А. Ягодина.- М.: Колос, 1982.- 574 с., - (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
4. Методические указания для лабораторных работ по прикладной и частной экологии. – Р.: 1999.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос. 1973, 336 с.
6. Михайлина В.И. Применение полимеров в сельском хозяйстве. – ВНИИТЭИСХ. 1973.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ АРИДНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В.В. Мелихов, П.И. Кузнецов
ВНИИОЗ, Волгоград, Россия

Орошение является важнейшим мероприятием в комплексе мелиоративных воздействий по защите посевов от негативного влияния погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур в аридной зоне страны. В настоящее время общая площадь орошаемых земель в Российской Федерации составляет 4533,4 тыс. га [1]. Это на 26 % ниже, чем в 1990 г. Половина из них находится в Южном Федеральном округе (ЮФО). В самом округе 80 % поливных угодий находится в 6-ти из 13-ти субъектах Российской Федерации; Волгоградской, Ростовской, Астраханской областях; Ставропольском и Краснодарском крае, а также в Республике Дагестан. Лидирующие места из них (табл. 1) занимают Ставропольский край (346,0 тыс. га), Республика Дагестан (384,7 тыс. га), Краснодарский край (394,8 тыс. га).

Половина оросительных систем в ЮФО (51,3 % на сумму 44679,8 млн. руб.) является собственностью государства и субъектов РФ сильно варьируя по регионам. В Астраханской области им принадлежит 5-ая часть поливных систем (19,4 %), в Ростовской области, Дагестане и Краснодарском крае – половина (соответственно 45,0; 52,8; 45,3 %), а на Ставрополье и в Волгоградской области – две трети (соответственно 72,1 и 78,6 %).

Имея значительную господдержку, техническое состояние оросительных систем юга России требует существенного обновления.

Протяженность оросительной сети в стране (табл. 2) составляет 187,39 тыс. га, значительно изменяясь на юге России от 7,1 в Волгоградской области до 23,7 тыс. км в Краснодарском крае.

Обеспеченность дренажем – тоже очень неравномерна. Самые низкие показатели – в Волгоградской области. Протяженность коллекторно-дренажной и водосборно-сбросной сети составляет 8,4 % от общей длины оросительной. Только 5,2 % площади орошаемых земель имеют дренажную систему. Область имеет самую большую протяженность трубопроводов, однако 41,3 % (как в стране и округе) нуждаются в замене.

Хотя протяженность дренажной сети в Астраханской области составляет 85,1 % от оросительной, только 36,7 % площади орошаемых земель (также как в ЮФО) обеспечено дренажем. При этом 38,1 % длины трубопроводов требует замены (табл. 2).

Краснодарский край, имеющий самую высокую обеспеченность дренажем по площади орошаемых сельскохозяйственных угодий и самую большую протяженность оросительной сети, занимает «лидирующую позицию» по необходимости замены трубопроводов.

Таблица 1. Мелиоративное состояние орошаемых земель в Южном Федеральном округе (на 01.01.2004 г.)

Основные водопотребители	Площадь орошаемых сельскохозяйственных угодий			Из общей площади орошаемых земель						
	всего тыс. га	с дренажом		не поливалось						Поливалось, Тыс. га
		тыс. га	%	всего		из-за недостатка воды в источнике		из-за неисправности сети		
				тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	
Российская Федерация	4553,4	1015,6	22,3	2083,6	45,8	62,1	3,0	951,7	45,7	2469,8
Южный Федеральный округ	2267,5	809,8	35,7	721,7	31,8	16,3	2,3	168,2	23,3	1545,8
Волгоградская область	245,3	12,8	5,2	130,0	53,0	0	0	16,0	12,3	115,3
Ростовская область	263,7	135,3	51,3	81,0	30,7	0	0	0	0	182,7
Астраханская область	181,5	66,7	36,7	135,2	74,5	0	0	0	0	46,3
Республика Дагестан	384,7	111,2	28,9	0	0	0	0	0	0	384,7
Ставропольский край	346,0	166,3	48,1	130,0	37,6	0	0	50,5	38,8	216,0
Краснодарский край	394,8	270,5	68,5	148,2	37,5	15,2	10,3	51,7	34,9	246,6

Таблица 2. Техническое оснащение орошаемых земель в Южном Федеральном округе (на 01.01.2004 г.)

Основные водопотребители	Протяженность			Протяженность трубопроводов			Имеется в наличии			Нагрузка на одну дождевальную машину, га
	ороசி-тельной сети, тыс. км	коллекторно-дренажной и водосборно-сбросной сети		всего, км	нуждается в замене		гидротехнических сооружений, тыс. шт.	насосных станций, шт.	дождевальных машин, шт.	
		тыс. км	%		км	%				
Российская Федерация	187,39	127,72	68,2	78321,0	31272,7	40,0	821,17	8934	27631	89
Южный Федераль-ный округ	98,90	52,61	53,2	20290,3	7922,7	39,0	514,30	3241	7492	206
Волгоградская об-ласть	7,10	0,60	8,4	4461,2	1844,2	41,3	19,40	662	1928	60
Ростовская область	11,30	6,20	54,9	2559,3	570,2	22,3	74,00	316	984	186
Астраханская об-ласть	11,40	9,70	85,1	1473,7	561,0	38,1	101,50	976	1100	42
Республика Даге-стан	18,60	8,40	45,2	2051,4	1065,0	51,9	30,40	35	60	6412
Ставропольский край	11,50	10,7	93,0	3719,10	1110,3	29,8	80,50	278	2029	106
Краснодарский край	23,70	12,40	52,3	3268,8	1934,5	59,2	159,40	514	473	521

Даже в Республике Дагестан, практикующей в основном поверхностные способы полива и на треть по площади обеспеченной дренажем, 51,9 % протяженности трубопроводов требуют обновления.

В настоящее время 45,8 % орошаемых земель по стране и 31,8 % по округу не поливаются.

Наиболее неблагоприятная обстановка наблюдается в Волгоградской и Астраханской областях, где без полива остаются от 53,0 до 74,5 % площади орошаемых сельскохозяйственных угодий. Основным лимитирующим фактором является неисправность поливной сети.

Нагрузка на дождевальную технику остается очень высокой. В целом по стране она составляет 89, а по округу 206 га на один поливной агрегат.

Только в Волгоградской и Астраханской областях, учитывая наличие рабочих дождевальных машин на реально орошаемых площадях, она близка к нормативной.

Тем не менее, следует отметить, что ресурсный потенциал орошаемых сельскохозяйственных угодий, несмотря на деградационные процессы, вызванные «перестройкой» в стране и обществе, остается достаточно значительным. В Российской Федерации на 1 км оросительной сети в среднем приходится 4,4 шт. гидротехнических сооружений, на юге страны – 5,2, а в самом округе (не считая Республики Дагестан) – от 8,9 до 2,7 шт. Одна насосная станция в России обеспечивает подачу оросительной воды на 21 км длины трубопроводов, в ЮФО – на 30,5, а в самом округе – от 46,1 до 10,4 км. Более двух трети площади поливных сельскохозяйственных угодий (за исключением Астраханской области и Республики Дагестан) незасолены, несолонцеваты, имеют хорошую оценку по уровню залегания грунтовых вод.

В связи с этим становится понятным целесообразность мелиоративной политики на современном этапе (указанной в «Концепции развития мелиорации сельскохозяйственных земель в России» [2], направленной в первую очередь на сохранение действующих гидромелиоративных систем и других видов мелиорации, восстановление их на новой, более совершенной технической основе. На 25% площади необходимо освоить научно обоснованные адаптивно-ландшафтные системы орошаемого земледелия, улучшить мелиоративное состояние земель и реконструировать оросительные системы на площади 1,7 млн. га, расширить площадь полезащитных лесонасаждений до 3,3 млн. га, мелиорировать часть солонцовых комплексов. Все это позволит поднять продуктивность поливных угодий до 4...5 тыс. корм. ед. с 1 га.

Эту Концепцию, утвержденную Президиумом Россельхозакадемии в январе 2004 г., необходимо как можно быстрее одобрить Минсельхозом России и довести до регионов с последующей разработкой программ по ее реализации. Без столь базового, основополагающего документа трудно с помощью мелио-

раций стабилизировать и развивать дальше АПК, как неотъемлемый элемент национальной безопасности страны.

Литература

1. Мелиоративное состояние орошаемых и осушенных сельскохозяйственных угодий и техническое состояние оросительных и осушительных систем по состоянию на 01.01.2004г. – Москва, 2004. – 35 с.
2. Концепция мелиораций сельскохозяйственных земель в России. – М.: Россельхозакадемия. ВНИИА, 2004. – 42 с.

УДК 631.67

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРОШАЕМОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.А. Нагорный
ФГНУ ВолжНИИГиМ, Энгельс, Россия

Как известно, вода является главным созидющим фактором в орошаемом земледелии. Одновременно она же является самым дорогостоящим ресурсом с экономической точки зрения и дефицитным – с социально-экологической. Так или иначе все затраты, производимые на проведение орошения, направлены на обеспечение сельскохозяйственных культур необходимым количеством влаги в оптимальные сроки с целью получения (в комплексе с проведением других приемов) максимальной продуктивности. При этом около половины затрат в себестоимости продукции составляют затраты, связанные с подачей воды.

Переход к рыночным отношениям изменил условия научного обеспечения агропромышленного комплекса Саратовской области. Возник спрос на научные разработки, обеспечивающие быструю окупаемость средств при их внедрении. В этом направлении институт и проводит экспериментальные и поисковые работы на орошаемых землях области.

Особенно большие затраты несут оросительные системы на подачу электроэнергии при работе насосных станций, что является накладным для хозяйств, использующих широкозахватную поливную технику. В связи с этим, в настоящее время в институте ведутся разработки, которые позволяют осуществить снижение напора в оросительной сети с 0,7 до 0,35 мПа. Перевод высоконапорных ДМ «Фрегат» на режим работы в условиях пониженного напора позволит экономить электроэнергию на 20 - 30 %. Годовой экономический эффект составит от этого 12-14 тыс. руб. на одну машину.

Проведенные испытания переоборудованных дождевальных машин в ОПХ ВолжНИИГиМ Энгельсского района, ОПХ «Декабрист», ОПХ «Красный боец» Ершовского района, ЗАО АФ «Волга», СХА «Михайловское» Марксовского района подтвердили их работоспособность. Это позволило в прошедшем году сэкономить на насосных станциях в этих хозяйствах 700 тыс. руб. и сократить количество порывов.

Предложена программа перевода 1000 ДМ «Фрегат» на низкий напор в областном масштабе, что позволит сэкономить электроэнергию на сумму 20 млн. руб., а с учетом сокращения (на 30 %) количества порывов закрытой оросительной сети - общий эффект будет еще значительнее.

Продолжены работы по переводу ДМ «Фрегат» на приповерхностное орошение, обеспечивающее снижение потерь воды на испарение и унос ветром с 15-20 % до 4-10 %. Экономический эффект от экономии оросительной воды и прибавки урожая сельхозкультур составляет 15-25 тыс. руб. на одну машину. При этом стоимость дополнительного оборудования окупается за год.

Технология приповерхностного орошения нашла свое применение в Казахстане, где также для летнего периода характерны интенсивный ветровой режим и высокие температуры воздуха, и для них в 2002 г. изготовлены 15 комплектов устройств приповерхностного дождевания для ДМ «Кубань-ЛК1» кругового действия. Устройства приповерхностного дождевания приближают дождевой факел к земле, позволяют экономить оросительную воду и повысить равномерность полива при ветре. Данная работа находит широкое применение в условиях Саратовской области.

Разработана эскизная конструкторская документация и на базе серийной ДМ «Фрегат» впервые создан опытный образец реверсивной ДМ «Фрегат», который успешно прошел испытания в ОПХ ВолжНИИГиМ и внедрен в совхозе «Ворошиловский» Тукаевского района Татарстана. Перевод машины на реверсивное движение осуществляется путем переоборудования привода тележек и системы регулирования скорости тележек; сохраняются технические характеристики базовой машины, как при прямом, так и при обратном движении. При использовании реверсивной ДМ «Фрегат» возможно возделывание под одной машиной нескольких сельскохозяйственных культур с различной кратностью поливов и различными биологическими особенностями культур, что позволит экономить поливную воду и получать высокие и стабильные урожаи.

Институт разработал опытный образец ДМ «Фрегат» фронтального действия, обеспечивающий повышение использования орошаемой площади, а также возможность использования оросительной сети на полях, предназначенных для полива ДМ «Волжанка» и «Днепр». При этом поливается вся площадь, без оставления углов, как это имеет место при поливе ДМ «Фрегат» кругового действия.

В мелиоративном комплексе в условиях рыночных отношений необходимо решить проблему платы за поливную воду. В связи с этим возникает необходимость разработки и внедрения водоучитывающих приборов, способных обеспечить водоучет на оросительных системах.

Используемый в настоящее время метод учета расхода воды на напорных трубопроводах насосных станций по производительности насосных агрегатов дает погрешности. Поэтому институтом разрабатывается прибор водоучета нового поколения. Точность измерения расхода воды составляет 1,5 %, а диаметры контролируемых трубопроводов от 0,3 до 2 м. В настоящее время прорабатывается вопрос снижения стоимости данного прибора, и проводятся подготовительные работы по его аттестации.

В институте разработаны и широко внедряются на ДМ «Фрегат» полимерные дефлекторные насадки, которые отличаются высокой надежностью в работе в результате отсутствия вращающихся деталей. Дефлекторные насадки формируют мелкокапельный дождь, а высота дождевого облака снижается до 3 м вместо 5-7 м у серийных аппаратов, при этом уменьшается снос ветром капель дождя. Стоимость дефлекторных насадок в 8 раз ниже стоимости серийных дождевальными аппаратами, и они пользуются достаточно широким спросом в орошаемых хозяйствах области.

Качество полива дождевальных машин и энергетические затраты насосных станций зависят от степени засоренности оросительной воды. В Саратовской области общая протяженность магистральных каналов составляет 1002 км. По мере удаления от головного водозабора происходит засорение оросительной воды растительными остатками, прогрев и зарастание водорослями. Все это вызывает засорение сороочистных решеток на водозаборе и на всасывающих линиях, что приводит к снижению производительности насосных станций. Удельная годовая подача насосных станций, расположенных в середине оросительной системы (ОС), снижается на 27%, а на тупиковых насосных станциях в конце ОС - на 38% по сравнению с расположенными в начале.

Для повышения эффективности работы насосных станций и дождевальных машин разработаны и внедрены на Энгельсской и Комсомольской ОС сороочистные устройства транспортерного типа с ручным и электрическим приводом. Данное устройство включает сороочистную решетку, устанавливаемую на водозаборе насосной станции. Внедрение сороочистных устройств повышает надежность и производительность работы насосных агрегатов, снижает потребление электроэнергии на подачу оросительной воды.

Основой эффективного ведения орошаемого земледелия является водосбережение и продуктивное использование оросительной воды. Институт на протяжении многих лет занимается разработкой ресурсосберегающих технологий возделываемых культур.

В целях нормирования и экономии водных ресурсов в период вегетации, в соответствии с потребностью культур во влаге в различные периоды их роста и развития, разрабатываются экологически безопасные дифференцированные поливные режимы основных сельскохозяйственных культур.

Применение на посевах сельскохозяйственных культур невысоких норм полива на гумусированных почвах тяжелого гранулометрического состава – в пределах 250 – 350 м³/га в начале вегетации и не более 350 – 400 м³/га в середине периода значительно сокращает поверхностный сток и уменьшает вероятность перераспределения влаги в пониженные элементы рельефа (служащие источником питания грунтовых вод при длительном орошении).

Дифференциация режима орошения исключает водоемкие влагозарядочные поливы на черноземных почвах, а при необходимости (в засушливый период) происходит замена их на предпосевные поливы невысокой нормой – под поздние яровые культуры и озимую пшеницу.

Дифференциация поливов и поддержание необходимой предполивной влажности в активном слое почвы обеспечивает оптимальную влагообеспечен-

ность растений и позволяет экономить до 500 м³ воды на гектаре без снижения уровня урожайности с.-х. культур.

Для оптимизации режима орошения в институте разработана система автоматизированного управления процессом полива культур с почвенным датчиком влажности. Данная разработка позволяет определить влажность почвы и автоматически подавать команду на пуск и остановку ДМ «Фрегат» без участия оператора в зависимости от уровня влагозапасов в почве.

Внедрение в производство экологически безопасных низкочастотных технологий полива позволит существенно поднять эффективность орошения и получать дешевую и качественную продукцию.

УДК 631.4

МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

А.Н. Николаенко

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Из всего многообразия химических элементов для мелиорации, почвоведения и растениеводства значительный интерес представляют те из них, которые принимают участие в важных биологических процессах и реакциях в растительных и живых организмах, и используются ими в незначительных количествах. К ним относятся такие элементы как цинк, медь, кобальт, молибден, марганец, бор и ряд других, биологическая роль которых в настоящее время еще надежно не идентифицирована. Изучение физиологической роли микроэлементов продолжается многие годы и началось довольно давно. Так в 1869 г. появились первые данные для цинка, в 1917 г. - для меди, в 1935 г. - для кобальта, в 1942 г. - для молибдена.

Значение микроэлементов для организма определяется тем, что они входят в состав ферментов, витаминов, гормонов и других физиологически активных соединений. Под влиянием микроэлементов увеличивается содержание хлорофилла в листьях, улучшается процесс фотосинтеза, усиливается ассимилирующая деятельность всего растения.

Цинк входит в состав карбоангидразы, катализирующей одну из важнейших реакций процесса дыхания. Принимает непосредственное участие в синтезе хлорофилла и оказывает влияние на углеводный обмен в растениях. Скорость различных окислительно-восстановительных реакций зависит от содержания цинка в растениях. Об участии его в этих процессах свидетельствует повышение содержания аскорбиновой кислоты. Микроэлемент цинк усиливает биосинтез нуклеиновых кислот и влияет на активность ферментов нуклеинового обмена. При недостатке цинка нарушается синтез витаминов В1 и В6, в тканях растений накапливаются азотные соединения, что снижает образования белка. При слабой обеспеченности цинком, растения начинают страдать от неблагоприятных условий внешней среды. Установлено специфическое значение цинка как активатора стимуляторов роста - ауксинов.

Медь принимает участие в фотосинтезе и входит в состав ферментов, влияет на биосинтез хлорофилла. Медь в растениях содержится преимущественно в органической форме как составная часть ферментов. Входя в состав окислительно-восстановительных ферментов, участвует в процессах дыхания и азотного обмена, повышает биосинтез аминокислот и фиксацию молекулярного азота. Имеются данные об участии меди в белковом и углеводном обмене. При недостатке меди снижается активность окислительно-восстановительных процессов в растениях, задерживается рост и развитие, снижается урожай и растения поражаются так называемой болезнью экзантемой. Внесение меди повышает устойчивость растений к грибковым заболеваниям, снижает поражаемость зерновых культур головнями.

Кобальт повышает содержание витаминов С и В₁₂, играет значительную роль в жизнедеятельности клубеньковых бактерий. Кобальт положительно влияет на процесс позеленения растений, вместе с цинком и медью повышает устойчивость хлорофилла, обуславливает преобладание процесса синтеза над процессом разрушения каротина. Предполагают его участие в энергетическом обмене, обнаружено влияние кобальта на засухоустойчивость.

Основная биохимическая роль молибдена состоит в его участии в ферментативных окислительно-восстановительных процессах, связанных с фиксацией молекулярного азота бобовыми культурами, восстановлением и ассимиляцией нитратов, синтезом белков и ферментов в растениях. Под влиянием молибдена увеличивается содержание хлорофилла, повышается синтез витаминов. Недостаток молибдена приводит к нарушению обмена веществ: ухудшается азотный обмен, снижается синтез белков, редуция нитратов.

Бор участвует в синтезе белков и углеводов, углеводном обмене веществ в растениях, необходим им в течение всего вегетационного периода. При недостатке бора нарушается рост и развитие органов плодоношения.

Марганец - постоянная составная часть растительных организмов (0,001-0,0001 %), регулирует активность ряда ферментов, влияет на минеральное питание растений, участвует в процессах дыхания и фотосинтеза, в биосинтезе нуклеиновых кислот. Недостаток этого микроэлемента у растений вызывает хлороз (яблоня, цитрусовые), пятнистость (злаки), ожоги (картофель, ячмень).

Микроэлементы с одной стороны являются катализаторами биосинтетических процессов в растительных и живых организмах, а с другой – могут быть потенциальными загрязнителями окружающей среды. Положительное или отрицательное воздействие микроэлемента на растительные и живые организмы определяется величиной его содержания (концентрацией) в воздухе, почве или в воде. Изучение химического поведения микроэлементов и их воздействие на отдельные составляющие окружающей среды представляет не только научный, но и практический интерес.

Под микроэлементным режимом почв будем понимать динамику общего содержания и соотношения концентраций различных химических форм микроэлементов в жидкой, твердой и сорбированной фазах почвы под воздействием совокупности экологических, климатических и физико-химических условий. Соотношение концентраций химических форм микроэлементов и их трансфор-

мация в почвенных и водных объектах определяют воздействие на растительные и живые организмы. В таблице 1 приведены обобщенные данные разных авторов по распределению микроэлементов в различных фазах почв. В последнем столбце таблицы приведены значения суммарных концентраций микроэлементов в поверхностном слое почвы, считающиеся предельными в отношении фитотоксичности.

Таблица 1. Интервалы содержания микроэлементов в различных фазах почв (данные разных авторов)

Микроэлемент	Содержание в фазах			ПДК (мг/кг)
	твердая (мг/кг)	сорбированная (мкг/кг)	жидкая (мкг/л)	
Zn	17 - 192	16 – 70	4 - 270	350
Cu	2 - 100	0,064 – 64	3 - 135	80
Co	1 - 60	3 – 60	0,3 - 87	50
Mo	0,013 - 17	1 - 5 % от ПДК (отриц. адсорбц.)	1,9 - 7,7	8
Mn	10 - 9000	-	25 - 2200	2250

Начальный этап изучения микроэлементного режима необходимо начинать с анализа общего содержания микроэлементов в почве, проводимого, как правило, спектральными методами. Результаты анализа сопоставляются с некоторой средней распространенностью элемента, называемой кларком. В таблице 2 приведены кларки основных микроэлементов в различных геологических формациях.

Таблица 2. Средняя распространенность микроэлементов в различных геологических формациях, мг/кг [3]

Элемент	Почва	Земная кора	Отложения	Вода морей и океанов
Цинк	50	125	80	10^{-2}
Медь	20	75	57	$3 * 10^{-3}$
Марганец	850	975	760	$2 * 10^{-3}$
Кобальт	10	35	22	$5 * 10^{-3}$
Молибден	2,5	2,3	2	-
Бор	10	10	56	4.6

Приведенные в табл. 2 данные распространения микроэлементов в почвах являются данными глобального усреднения и относятся к общему содержанию микроэлементов гипотетической почвы, находящейся в ней как в подвижной, так и в не подвижной форме. Значительное отклонение от среднего указывает

на существенную вероятность недостатка либо избытка определенного микроэлемента в водных или почвенных объектах. В таблице 3 приведены градации общего содержания в почвах, основанные на данных разных авторов.

Таблица 3. Градации общего содержания микроэлементов в почвах

Элемент	Содержание в почвах, мг/кг				
	Среднее взвешенное	Интервал	Недостаточное	Нормальное	Избыточное
Цинк	50	4–400	<20	30–125	>300
Медь	20	1–100	1–6	6–60	60–100
Марганец	850	10–9000	<100	200–800	>1500
Кобальт	10	0,5–100	<5	5–40	35–50
Молибден	2,5	0,2–15	0,3–0,8	1–4	4–10
Бор	10	1–270	<5	13–45	30–100

Что касается марганца, наиболее распространенным из микроэлементов, то его содержание не характеризует тип почв и можно указать лишь интервал встречаемых значений (табл. 3). Уровень содержания микроэлементов в пределах одного типа почв очевидно определяется балансом поступления, значительная составляющая которого приходится на техногенные процессы, и выноса, контролируемого протеканием физико-химических процессов растворения, осаждения и сорбции и зависящего от условий среды, в которых эти процессы протекают с участием растений. Значительный привнос микроэлементов может наблюдаться на орошаемых почвах при их поступлении с оросительной водой [2].

В различных типах почв встречающиеся значения содержания микроэлементов могут перекрываться. Несмотря на это, средневзвешенные значения содержания микроэлементов в них могут служить характеристикой этих почв (табл.4). Это характерно для таких микроэлементов как цинк, медь, кобальт и молибден.

Однако для растительных и живых организмов существенное влияние оказывают подвижные формы микроэлементов. Соотношение подвижных и неподвижных форм микроэлементов определяется совокупностью физико-химических условий, наиболее значимые из которых электродный потенциал и рН почвенной среды [1].

Таблица 4. Распределение микроэлементов в основных типах почв
(данные различных авторов)

Тип почвы	Содержание микроэлементов, мг/кг (числитель - средневзвешенное значение, знаменатель - интервал встречаемых значений)			
	Zn	Cu	Co	Mo
Подзол и песчаные	$\frac{31}{3,5-57}$	$\frac{11}{1,5-29}$	5,9	$\frac{1,5}{0,3-29}$
Лессовые и пылевидные	$\frac{48}{40-55}$	$\frac{12}{4-21}$	$\frac{2,9}{2,3-3,8}$	$\frac{2,2}{1,8-3,3}$
Суглинки и глины	$\frac{35}{9-77}$	$\frac{15}{7-23}$	-	$\frac{2,0}{0,6-4,0}$
Каштановые и бурые	$\frac{43}{33-54}$	$\frac{25,5}{14-44,5}$	-	$\frac{1,3}{0,4-2,8}$
Солончаки и солонцы	$\frac{100}{44-155}$	$\frac{19}{9-37}$	$\frac{10,4}{9-14}$	$\frac{2,4}{0,9-5,7}$
Черноземы	$\frac{57}{39-82}$	$\frac{27,5}{16-70}$	$\frac{12}{0,5-50}$	$\frac{2,6}{1,6-4,6}$
Торфяные	$\frac{34}{8-84}$	$\frac{6}{1-11}$	-	$\frac{1,2}{0,3-1,9}$

Литература

1. Николаенко А.Н. Тяжелые металлы и микроэлементы в природных и техногенных процессах. Алматы, «Алем», 2002. – 109с.
2. Николаенко А.Н. Тяжелые металлы в природных водоемностях. //Мелиорация и водное хозяйство, 2002, №5, с. 37-38.
3. Химия окружающей среды. М., «Химия», 1982. – 672с.

УДК 631.347

ПОВЫШЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН ДДА-100МА И ДДН-70

Г.В. Ольгаренко, С.М. Давшан, С.С. Савушкин
ФГНУ ВНИИ "Радуга", Коломна, Россия

В настоящее время из-за недостаточного обновления продолжается сокращение общего парка поливной техники. Срок эксплуатации большинства дождевальнх машин превысил нормативный срок службы. Поэтому наряду с налаживанием производства новой и модернизированной поливной техники и оборудования предстоит организовать работы по восстановлению машин, в том числе отработавших нормативный срок службы.

Двухконсольные дождевальные агрегаты типа ДДА-100МА и дальнеструйные дождеватели ДДН-70 нашли широкое применение при заборе воды из открытой оросительной сети во всех зонах орошаемого земледелия для полива сельскохозяйственных культур, в основном овощных.

Удельный вес дождевальных машин ДДА-100МА в последние годы остается на уровне 15 % от общего числа дождевальных машин, что говорит о возможном их востребовании и в дальнейшем. В то же время количество исправных машин насчитывается не более 50-60 %, с истекшим нормативным сроком службы (8 лет) – до 70 %, а списывается не более 10 % от наличия машин. По другим данным за пределами нормативных сроков службы (до 13 и более лет) эксплуатируется до 90 % наличного парка машин.

Общая тенденция уменьшения поливной техники в последние годы коснулась и дождевателей ДДН-70. В настоящее время их насчитывается не более 2 тыс. шт. При этом только около половины их исправны, причем до 70 % - устаревших, т.е. оставленных в эксплуатации, несмотря на выработанный нормативный (8 лет) срок службы. Списание их идет темпами ниже необходимого (около 8-10 %) для замены стареющего парка. Это объясняется нехваткой средств для покупки новых машин.

В настоящее время всех видов дождевальных машин в РФ осталось не более 23,5 тыс. шт. (против почти 70 тыс. шт. в 1990 году), в том числе машин типа ДДА-100МА – около 3,5 тыс. (против 7 тыс. шт. в 1996 году) и ДДН-70 – около 5 тыс.шт. При этом к началу 2005 года они практически все должны быть описаны и заменены новыми. Если оставить в эксплуатации примерно 60-65 % таких машин, они должны быть подвергнуты капитальному ремонту (приблизительно по 600-700 шт. в год). Обойдется такой ремонт порядка 50 тыс. руб. на одну машину ДДА-100МА и 40 тыс.руб. на ДДН-70 в год.

Любой ремонт сопровождается заменой отказавших или выработавших свой ресурс деталей и узлов на новые. При этом не исключается применение в качестве запасных частей деталей со списанной техники для вторичного использования в случае достаточного оставшегося ресурса, что обеспечивает наиболее полное их использование, удешевляет ремонт.

Возможность использования ресурса большого числа элементов в конструкции ДДА-100МА и ДДН-70 подтверждается оценкой ремонтпригодности этих машин. Так, например, коэффициент унификации 0,45 показывает, что до 45 % использованных в этой машине деталей являются одинакового с другими машинами функционального назначения, что сокращает число типоразмеров, упрощает ремонт, уменьшает количество требуемых запасных частей. Коэффициент применяемости 0,48 вместе с коэффициентом унификации и конструктивной приемственности 0,46 указывает на достаточно высокий уровень стандартизации, что позволяет организовать восстановление отказавших узлов, особенно на специализированных ремонтных участках, в том числе и в ремонтных мастерских, оснащенных соответствующим оборудованием и значительно повысить качество ремонта.

Анализ неисправностей дождевальных машин ДДА-100МА и ДДН-70 по результатам наблюдений в различных регионах страны показывает, что наи-

большее число отказов приходится на всасывающую линию (15-9 %), гидромеханическую часть (насос с приводом, гидросистему, систему управления, дождеобразующие устройства (до 60 %) (табл. 1).

Таблица 1. Распределение отказов основных частей дождевальных машин ДДА-100МА и ДДН-70

Составные части машины	Отказы к общему числу по машине, %	
	ДДА-100МА	ДДН-70
Всасывающая линия	14,8	9,1
Насос с приводом	24,1	42,2
Ферма	3,7	-
Насадки, дождевальный аппарат с механизмом поворота ствола	12,0	48,7
Гидросистема, вакуум-аппарат и другие узлы	45,4	-

В отличие от всасывающих труб, всасывающего клапана, рамы, при восстановлении которых используется в основном сварочное оборудование, ремонт насоса, дождевателей, гидросистемы производится главным образом путем замены изношенных и поломанных деталей на реставрированные, а чаще закупленные новые.

Если, например, кольца защитные в корпусе насоса без ухудшения характеристик насоса служат в среднем 1600 ч, то их необходимо заменить как минимум дважды за нормативный срок службы. Аналогично можно ориентировочно рассчитать необходимое количество запчастей при других значениях срока службы деталей и сезонной загрузке машины.

Очевидно, сборочные единицы вышеуказанных частей машин и будут составлять основную массу запасных частей, необходимых для восстановления работоспособности машин, в том числе отслуживших нормативный срок службы или близких по техническому состоянию и возрасту к этому сроку.

Некоторые сведения о долговечности отдельных частей машин при различной сезонной ее загрузки (400, 600 и 800 ч) приводятся в таблицах 2 и 3.

На практике владелец машины может ориентировочно определить, когда следует заменить тот или иной узел или деталь, зная средний срок их службы и ведя учет наработки машины по годам использования.

Например, периодичность замены частей машины, имеющих срок службы 3200 ч, составляет 8,5 лет и 4 года в соответствии с годовой загрузкой 400, 600 или 800 часов.

Это дает определенное представление об объеме предстоящего ремонта и соответствующей закупке запасных частей.

Наряду с дождевальными машинами ДДА-100МА, выпускаемыми на Украине (г Херсон) и еще находящимися в хозяйствах, объединение ОАО "Ортех"

(г. Волгоград) освоило выпуск аналогичных машин под маркой ДДА-100ВХ, а позднее – ДДА-100В и ДД-70ВН.

Таблица 2. Продолжительность эксплуатации до замены некоторых узлов и деталей при ремонте ДДА-100МА

Составные части машины и штатное их количество (шт.)	Срок службы частей машины, ч	Продолжительность эксплуатации (лет) при сезонной загрузке (ч)		
		400	600	800
Всасывающая линия				
Манжета (2)	1300	3	2	1,5
Рукав (1)	2800	7	4,5	3,5
Сетка клапана плавучего (1), труба (2), колено (3), патрубков (2)	3200	8	5	4
Насос с приводом				
Кольцо защитное (2)	1800	4,5	3	2
Втулка (3), вал насоса (1)	2400	6	4	3
Манжета (1)	3000	7,5	5	3,5
Колесо рабочее (1), вилка (1), муфта (1), кольцо (1)	3200	8	5	4
Шарикоподшипник (9), роликподшипник (2)	5000	12,5	8	6
Корпус в сборе (1), крышка (1), рычаг вилки (1)	6000	15	10	7,5
Водопроводящий пояс				
Рукав (2), труба открыва-ка (52), короткоструйная насадка (52)	3200	8	5	4
Система управления				
Кольцо (14), манжета (17)	2800	7	4,5	3,5
Детали эжектора	3000	7,5	5	3,5
Рукав (1), манометр (1), вакуумметр (1)	3200	8	5	4
Гидроцилиндр (5)	3600	9	6	4,5

Подробный перечень выпускаемых для этих машин запасных частей, кроме инструкций по эксплуатации, приводятся в нормативных документах ОАО "Ортех" и в разработках ВНИИ "Радуга".

Таблица 3. Продолжительность эксплуатации до замены основных узлов и деталей при ремонте ДДН-70.

Составные части машины и штатное их количество (шт.)	Срок службы частей машины, ч	Продолжительность эксплуатации (лет) при сезонной загрузке (ч)		
		400	600	800
Всасывающая линия				
Манжета 180x210(4)	2800	7	4,5	3,5
Трубопровод (1), колено (1), сетка (1), трос лебедки (1), пружина (2)	3200	8	5	4
Насос-редуктор				
Набивка сальниковая (1)	400	1	0,7	0,5
Втулка защитная (1), кольцо защитное корпуса (2)	1600	4	2,7	2
Колесо рабочее (1)	2200	5,5	3,7	2,8
Манжета (2)	2800	7	4,5	3,5
Втулка сальника (1)	3200	8	5	4
Вал насоса (1)	3500	8,5	6	4,5
Шарикоподшипник (4)	5000	12,5	8	6
Дождевальная машина с механизмом поворота ствола				
Манжета (2)	2800	7	4,5	3,5
Ползушка (1), упор (1), собачка храпового колеса (1)	3200	8	5	4
Пружина собачки (1)	4000	10	7	5
Шарикоподшипник (2)	5000	12,5	8	6
Сепаратор (1)	6600	16	11	8
Колесо червячное (1)	7200	18	12	9
Система залива насоса				
Рукав (2)	3200	8	5	4

Приведенные данные могут быть использованы при организации восстановительных ремонтов после обследования технического состояния каждой конкретной машины.

Ресурс восстановленной, например, при капитальном ремонте, машины может достигать 80-90 %, а обходится такой ремонт как минимум в 2-3 раза дешевле, чем приобретение новой. Это делает ремонт технически и экономически целесообразным.

Возвращенные в строй дождевальные машины ДДА-100МА и ДДН-70 позволяют орошать в Российской Федерации не менее 200 тыс. га.

АГРОТЕХНИКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОГУРЦА В ПЛЕНОЧНЫХ ТЕПЛИЦАХ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

А.П. Разумов

Волгоградский КО ВНИИГиМ, Волгоград, Россия

В практике орошаемого земледелия в последние годы большое значение придается применению экологически безопасной технологии и технических средств полива. В ведущих странах мира при орошении сельскохозяйственных культур все большее предпочтение отдается таким способам, которые позволяют обеспечивать водой их в соответствии с водопотреблением. К ним относятся все способы малообъемного орошения, в том числе и капельное. Этот способ позволяет в течение вегетационного периода поддерживать в почве оптимальный водно-воздушный режим и получать экономически оправданные высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

В агроклиматических условиях Волгоградской области возделывание сельскохозяйственных культур с высокой реализацией их продуктивности возможно только в условиях орошения. Однако при постоянно возрастающем дефиците пресной воды дальнейшее расширение площади поливных земель и повышение эффективности орошаемого земледелия возможны только на основе внедрения новых водосберегающих методов и технологий орошения. Внедрение в сельскохозяйственное производство ресурсосберегающей и экологически обоснованной технологии капельного орошения, позволяющей повысить продуктивность поливного гектара при эффективном использовании оросительной воды является одной из приоритетных задач орошаемого земледелия области.

Волгоградская область является одним из самых крупных производителей овощной продукции в Южном Федеральном округе Российской Федерации. Огурец традиционно пользуется повышенным спросом населения и перерабатывающей промышленности, благодаря отличным вкусовым качествам плодов, выращенных в специфических агроклиматических условиях региона. В современных экономических условиях очень важно получать раннюю продукцию, чтобы обеспечить достаточную рентабельность производства огурца, заинтересовать товаропроизводителей в освоении наукоемких технологий.

В исследованиях по обоснованию режима капельного орошения и системы применения удобрений в весенних пленочных теплицах использовали гетерозисный гибрид огурца Маша F₁ как самый ранний из существующих партенокарпических гибридов огурца-корнишона.

Важное значение имеет выращивание рассады, в основном в горшочках, что позволяет нам получить более раннюю продукцию, экономно использовать посевной материал, лучше защитить растения на первых стадиях развития. В пленочные теплицы 25-дневную рассаду (3-4 листа) высаживали в апреле при температуре почвы выше 16⁰. Для выращивания рассады использовали стандартные торфяные горшочки диаметром 8 см. В питательную смесь состоящую

из перегноя, торфа, дерновой земли добавляли аммиачную селитру, суперфосфат и сульфат калия. Так как использовали семена фирмы «СЕМИНИС В.С.», которые проходят необходимую предпосевную обработку в Голландии, поэтому никакой другой предпосевной обработки не было. После посева и до появления всходов температуру в теплице поддерживали в пределах 25-28⁰С. С массовым появлением всходов ее понижали до 18-20⁰ днем, а ночью не ниже 15⁰С. Уход за рассадой заключается в проведении умеренных поливов и своевременной вентиляции теплицы. Очень важно не допускать резкого снижения температуры воздуха и почвы ночью, что отразится на качестве посадочного материала. Перед высадкой в пленочные теплицы рассада должна быть хорошо закалена.

Почву для посадки готовили заблаговременно. Учитывая, что корневая система у изучаемого гибрида хорошо развита, вдоль будущих рядов формировали небольшие гряды с внесением минеральных удобрений и навоза. Высота гряд 12-15 см. Расстояние между растениями в ряду 35 см. Обычно на 100 м² приходится 250 растений. Между рядами на расстоянии 20 см от высаженной рассады укладывали капельные линии. Расстояние между капельными линиями 1,4 м.

Большое внимание уделяется формированию куста в один стебель с боковыми пасынками. Когда растения образуют 6-7 узлов, проводили ослепление нижней части стебля: на первых 5 узлах полностью удаляли плоды и пасынки, оставляя основной стебель, а на последующих 3-4 узлах пасынки прищипывали, но оставляли по одному плоду на каждом узле. Этот прием способствует укреплению молодых растений и получению высокого раннего урожая. После этого на 4-5 узлах оставляем все плоды и прищипываем пасынки над первым листом. Дальше пасынки прищипывали над 2-3 листом, в зависимости от загущенности. После того, как центральный стебель Маши F₁ достигает вершины шпалеры, его направляем вдоль ряда и на расстоянии 0,7 м направляем вниз. Центральный стебель прищипываем на расстоянии 0,9-1,0 м от земли. По мере старения удаляем нижние листья, которые начинают желтеть или сильно загущают посадку. Проведение этого приема улучшает вентиляцию теплицы, способствует предотвращению заболеваемости растений.

Растения огурца имеют мощную корневую систему, поэтому хорошо отзываются на локальное внесение через систему капельного орошения минеральных удобрений. Обычно после первых двух сборов растения подкармливали азотно-калийными удобрениями. Подкормки повторяли через каждые 10-12 дней.

Уход за растениями состоит в защите огурца от корневой и стеблевой гнили в стадии рассады, для чего использовали фунгицид системного действия превикур. Для этого почву поливали 0,15% раствором превикура (2-4 л раствора на 1 м²). После высадки рассады в пленочную теплицу защиту осуществляли с помощью препарата татту – смеси системного и контактного фунгицида. Для эффективной защиты опрыскивания проводили до плодоношения (учитывая период ожидания) систематически через 8-12 дней. При необходимости защиты посевов от клеща применяли фитоверм.

УДК 631.67

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ В ОРОШАЕМЫХ ТЕПЛИЦАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А. И. Рязанцев, В. А. Борисов, Ф.А. Гусаков
ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Получение высоких урожаев капусты белокочанной невозможно без выращивания высококачественной рассады. Существуют различные способы выращивания рассады. Однако основных из них два - это горшечный и безгоршечный.

Как разновидность горшечного способа в настоящее время широкое распространение получило производство рассады в кассетах. Выращивание рассады в ячеистых кассетах – высокоэффективный, перспективный способ её получения. Этот способ позволяет:

- значительно увеличить выход рассады с единицы площади (до 750 шт./м²);
- сократить расход семян и субстрата по сравнению базовым способом в 2,5-3,0 раза;
- получить более выровненную рассаду 100%-ой приживаемости;
- оперативно и эффективно в любой период вегетации рассады влиять на её рост и развитие;
- высокое качество кассетной рассады обеспечивает выравненность растений в поле;
- значительно повысить культуру производства и улучшить условия труда в защищенном грунте.

Одним из сдерживающих факторов распространения кассетной технологии является отсутствие в теплицах мелкодисперсного, равномерного полива. При наличии оборудования для такого полива через него легко контролировать режим питания рассады, внося с водой необходимые внекорневые подкормки, различные микроэлементы, биопрепараты. Необходимо отметить, что при совершенствовании технологии выращивания рассады на уширенных грядах (безгоршечный способ) качественный полив так же необходим, так как применяемые в этом случае почвенные гербициды на сухой почве теряют свою активность и их эффективность падает.

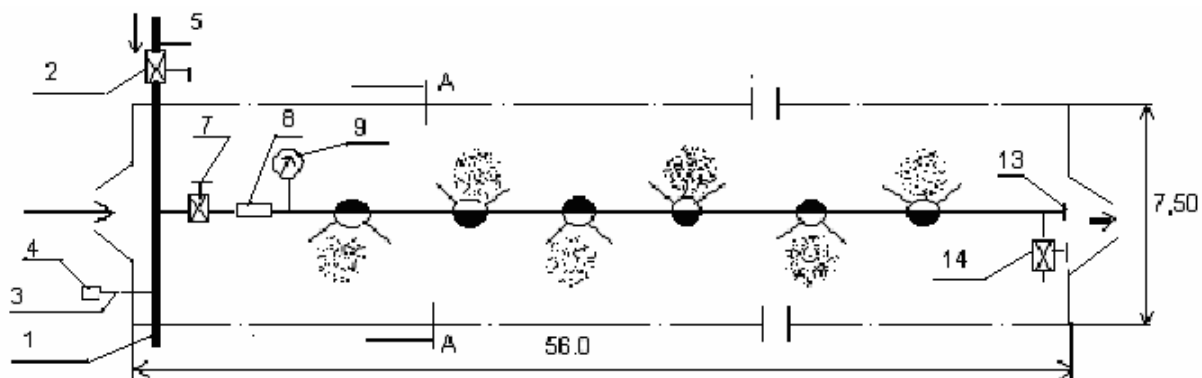
В практике сельскохозяйственного производства получили широкое распространение плёночные (весенние) теплицы как для выращивания товарной продукции, так и для производства рассады овощных культур. Для полива теплицы оборудовались стационарными двухтрубными дождевальными системами, на которых в качестве дождеобразующих устройств используются огородные дождеватели РВО-8. Анализ работы дождевальных систем с РВО-8 показывает, что при поливе создаётся многоструйная крупнокапельная структура

дождя со средним диаметром капель более 1 мм (максимальный диаметр капель больше 2 мм), которая обладает высокой ударной энергией воздействия на почву, разрушает почвенную смесь в кассетах и вымывает её вместе с семенами и всходами. Распределение дождя характеризуется резкой неравномерностью по радиусу полива, а расположение этих дождеобразующих устройств на оросительных трубопроводах приводит к постоянному увлажнению конструктивных элементов каркаса теплицы, которые превращаются в концентраторы образования крупных капель диаметром до 4...5мм и к их струйному стеканию. При использовании таких систем в ГУП ПНО «Пойма» (Луховицкий р-он, Московской области) на поливе рассады капусты в кассетах товарный выход рассады не превышал 30...40%.

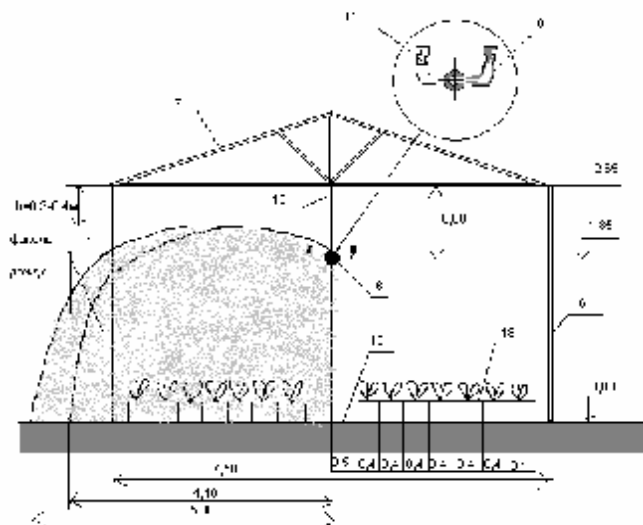
Учёными Всероссийского научно-исследовательского института систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» и специалистами хозяйства ГУП ПНО «Пойма» разработана и успешно апробирована однотрубная дождевальная система (рис. 1.) с использованием в качестве дождеобразующих устройств короткоструйных энергосберегающих дефлекторных дождевальных насадок секторного действия. Эта система работает три сезона в одногектарной теплице тепличного комплекса ГУП ПНО «Пойма» при выращивании рассады капусты в кассетах и используется во втором обороте для полива овощных культур и при проведении селекционной работы по выращиванию безвирусного картофеля.

Модернизированная дождевальная система секции теплицы (17) с кассетами (18) для выращивания рассады капусты включает смонтированную под её крышей оросительную сеть, состоящую из магистрального трубопровода (1) и присоединенного к нему распределительного оросителя (6), подвешенного в середине теплицы посредством тросовой системы (15). На ней установлены вертикально с помощью переходников малоинтенсивные дефлекторные насадки секторного действия (11) с попеременно чередующимися направлениями факелов дождя в ту или иную сторону от оросителя (см. рисунок). Дождевальная система работает следующим образом. Вода по магистральному трубопроводу (1) оросительной сети, смонтированной под крышей теплицы (17), поступает в подвешенный в её середине посредством тросовой системы (15) распределительный ороситель (6), откуда она в виде мелкодисперсного дождя через переходники и чередующиеся по направлению сектора действия дефлекторной насадки (11) подаётся для орошения кассет (18) в правой и левой частях теплицы (16) без образования стока воды с оросителями (6) и его сброса на поливаемую под ним площадь.

Для обеспечения надёжной и качественной работы дождевальной системы её распределительный ороситель оборудуется магнитным фильтром (8) и манометром (9). В конце оросителя установлен сбросной вентиль (14), обеспечивающий возможность промывки трубопровода в начале и в конце сезона.



а)



б)

Рис. 1. Схема модуля теплицы с дождевальная системой при выращивании рассады кассетным способом: а)- вид в плане; б)-разрез А-А;

1-магистральный трубопровод; 2-завдвижка; 3-сбросной патрубок; 4-пробка; 5-патрубок подводящий; 6-трубопровод оросительный; 7-вентиль; 8- фильтр; 9-манометр; 10-штуцер; 11-насадки секторные правосторонние и левосторонние; 13-пробка; 14-сбросной узел; 15-подвеска трубопровода; 16-стойка; 17-ферма перекрытия теплицы; 18-кассеты с растениями; 19-технологический проход, граница модуля

Принятая конструкция оросительных трубопроводов обеспечивает достижение следующих технико-экономических эффектов:

- снижение рабочего давления воды до 0,15 МПа, т. е. на 25%;
- обеспечивает повышение степени очистки оросительной воды, в том числе от ферромагнитных примесей;
- снижает до минимума попадание взвешенных и твёрдых частиц из магистрального трубопровода в оросительные;
- исключает попадание оросительной воды на конструктивные элементы каркаса и её крупнокапельное стекание на кассеты;

- сведено до минимума крупнокапельное истечение воды из оросительных трубопроводов и попадание её на кассеты при переходных процессах включения и выключения подачи воды;

- образуемый искусственный морозящий дождь имеет мелкокапельную структуру, близкую к структуре естественного дождя, со средним диаметром капель 0,4...0,5 мм;

- обеспечивается лучшая равномерность распределения слоя дождя по орошаемой площади, а коэффициент эффективного полива при ширине модуля от 5,0 до 7,5 м составляет не менее 0,7;

- исключается практически образование ферромагнитных примесей (ржавчины) в оросительных трубопроводах;

- обеспечен непрерывный контроль рабочего давления и расхода воды в оросительных трубопроводах;

- повышена эксплуатационная надёжность работы;

- снижена металлоёмкость в 1,8...1,9 раз;

- исключается разрушение почвенной смеси в кассетах, повреждение всходов и вымывание семян дождём;

- повышается товарный выход рассады в 2...2,3 раза.

Применение модернизированной дождевальной системы значительно повышает качество полива. Исключение стока воды с оросителя и его сброс на орошаемую поверхность позволяет разместить под дождевальными насадками дополнительное количество кассет и максимально (до 100%) увеличить полезную площадь орошения, а так же снизить в несколько раз материалоемкость оросительной сети.

Менее крупные хозяйства имеют теплицы, непригодные для кассетной технологии, а приобрести кассетные линии и сами кассеты из-за дороговизны просто не в состоянии, хотя объем производства капусты белокачанной у них достаточно велик. Это, к примеру, ЗАО «Акатьевский» Коломенского района, СПК «Приокский» и СПК «Дединовский» Луховицкого района Московской области и др. Поэтому выращивание безгоршечной рассады посевом семян без пикировки для многих хозяйств остается одним из самых перспективных способов. Но успешное применение его возможно при условии разработки эффективных приемов борьбы с сорняками, использование сеялок точного высева, снабжения хозяйств семенами высоких посевных качеств и наличия достаточной площади обогреваемых сооружений.

Для применения в пленочных теплицах при выращивании рассады белокачанной капусты разрешен семерон. Его можно использовать после посева до появления всходов для опрыскивания грунта (0,5 кг/га д.в.) или вегетирующих растений (0,25 кг/га д.в., фаза рассады – 2-3 настоящих листьев).

Обработку растений семероном проводят при температуре воздуха в теплице ниже 20°C в предвечерние часы, когда отсутствует капель в теплице, а поверхность листьев свободна от росы, которая может снизить эффективность препарата.

Воздействие семероном на рассаду, ослабленную или пораженную ложной мучнистой росой, может вызвать сильное повреждение и даже гибель растений.

Гербицид до выборки рассады практически полностью разлагается в почве и не оказывает токсического последствия на культуры, выращиваемые вслед за рассадой.

Таким образом, семерон не может решить проблему сорняков на первоначальном этапе при появлении всходов капусты до 2-3-х настоящих листьев, так как не является почвенным гербицидом. А именно в это время сорняки интенсивно развиваются и угнетают рассаду. В фазе 2-3-х настоящих листьев у капусты вести борьбу с сорняками семероном крайне затруднительно из-за высокой чувствительности к этому гербициду капусты.

Поэтому была поставлена задача по изучению действия на сорняки и рассаду капусты разрешенного к применению на капусте гербицида бутизана 400КС при выращивании рассады в теплицах Московской области;

Исследования проводились в металлической блочной теплице общей площадью 0,5 га. Вначале теплица накрывалась, затем в течение двух недель почва прогревалась с помощью теплогенераторов ТГ-2,5. Обработка грунта делалась электрофрезой на глубину 17-20 см. Под обработку в опыте N2 было внесено 0,4 т/га нитроаммофоски. Посев рассады осуществлялся вручную под маркер 5 см * 5 см.

Гербициды вносились ручным опрыскивателем “ Жук “. После внесения сразу был произведён полив почвы для улучшения действия гербицидов. Во втором опыте в это же время был применён экстрасол, путём опрыскивания почвы 1% раствором, для улучшения микробиологических свойств почвы.

Исследования показали, что бутизан в дозе 0,4кг/га не вызывает снижение засорённости рассады капусты на начальном этапе роста и развития рассады. Гибель сорняков наблюдается при более высоких дозах бутизана. При внесении 5кг/га бутизана засоренность снижается более чем в 2 раза(2002г.) и по эффективности не уступает рамроду, ранее применяемому на рассаде капусты, а ныне запрещённому. Необходимо отметить снижение эффективности действия гербицидов в 2003 г. по сравнению с 2002 г. Объясняется это низкими температурами почвы и воздуха в период выращивания рассады. К тому же, как показали наши дальнейшие исследования, действие рамрода со временем ослабевает, и он не сдерживает рост и развитие сорняков к концу выращивания рассады. Поэтому применение его одного в прошлом по большому счёту не решало проблему с сорняками на рассаде капусты белокочанной. Действие же бутизана со временем только усиливается, что позволяет иметь чистую рассаду до самой выборки. Таким образом, рамрод может быть с успехом заменён бутизаном.

Совершенствование выращивания рассады капусты белокочанной в пленочных теплицах невозможно без совершенствования физиологических и агрохимических основ питания.

В настоящее время исследования по разработке систем удобрения ведутся с учетом почвенных требований к экологической безопасности продукции и окружающей среды. Эти требования справедливы на всех этапах, в том числе и при выращивании рассады в теплицах. Необходимо выявить эффективность новых форм комплексных минеральных удобрений с микроэлементами (кемира-универсал), изучить влияние биопрепаратов (экстрасола) на рост и развитие рас-

сады, провести оценку этих удобрений и биопрепаратов в сравнении с обычными минеральными удобрениями (нитроаммофоски).

Применение биопрепарата в теплицах при выращивании рассады, прежде всего, обеспечивает защиту растений от корневых гнилей. Микроорганизмы, содержащиеся в приготовленном растворе препарата, интенсивно заселяют тепличный грунт и блокируют развитие патогенной микрофлоры благодаря продуцированию фунгицидных веществ. В процессе своей жизнедеятельности бактерии выделяют ростостимулирующие вещества, которые позволяют получать крепкую и здоровую рассаду с хорошо развитой корневой системой. Это обеспечивает хорошую приживаемость и дальнейшее развитие рассады в поле. Все эти моменты необходимо было проверить и уточнить, так как специальных исследований на рассаде не проводилось, есть только общие вышеперечисленные положения. При исследовании мы проследили, как действует экстрасол на капусту белокочанную, начиная с рассады и заканчивая урожаем в поле.

В фазе появления третьего настоящего листа были отобраны образцы рассады капусты для проведения листовой диагностики. Анализируя данные опытов, необходимо отметить, что применение нитроаммофоски улучшает азотное питание капусты, практически не влияя на фосфорное и калийное на данном этапе и, что применение экстрасола, тоже приводит к повышению азота в растениях.

На качество же рассады в равной степени влияет применение нитроаммофоски и экстрасола. Это ещё раз подтверждает тот факт, что экстрасол в большей степени является удобрением, чем средством защиты от болезней. Применение только внекорневой подкормки кемирой – гидро по сравнению с контролем улучшает качество рассады, но в меньшей степени, чем применение нитроаммофоски или экстрасола. Лучшие показатели качества рассады наблюдаются в варианте, когда рассада выращивается с применением всего комплекса удобрений. Это внесение нитроаммофоски под фрезерную обработку 0,4 т/га, после посева обработка почвы экстрасолом 1% раствором и в фазе 2-3-х настоящих листьев у капусты, внекорневая подкормка кемирой - гидро 0,2% раствором.

В дальнейшем агротехника выращивания капусты в поле по вариантам опыта не отличалась и проводилась по общепринятой схеме, отработанной в ГУП ПНО «ПОЙМА». Она включала на первоначальном этапе подкормку азотными удобрениями 0,2 т/га аммиачной селитры, первую междурядную обработку фрезой ФПУ-4,2, поливы агрегатом ДДА-100МА, подкормку нитроаммофоской 0,4 т/га через культиваторы – растение питатели КРН-4,2, двукратную обработку экстрасолом и, в конечном счете, оценку урожайности капусты белокочанной.

Уровень урожайности по вариантам опыта получился достаточно высокий. Тем не менее, различия по вариантам значительны. Отсюда можно сделать вывод, что основы получения высоких урожаев капусты белокочанной в условиях Московской области должны закладываться весной, начиная с выращивания рассады. Только качественная рассада при соответствующей агротехнике в полевых условиях способна давать высокие урожаи капусты и, наоборот, посадки низкокачественной рассады, даже при хорошем агрофоне, имеют некий предел

урожайности и менее эффективно отзываются на повышение уровня технологии их выращивания.

УДК 631. 347

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОЧИСТКИ ХОДОВЫХ СИСТЕМ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ «ФРЕГАТ» ОТ НАЛИПАЕМОЙ ПОЧВЫ

А.И. Рязанцев, И.В. Малько, Н.Я. Кириленко
ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

При поливе ДМ «Фрегат» по традиционной технологии на склоновых участках поля, в его ложбинах, характеризуемой повышенной влажностью почвы, наблюдается значительное снижение тягово-сцепных свойств тележек. Это обусловлено повышенным налипанием почвы на колеса машины, буксованием и, в конечном счете, снижением показателя проходимости (Π), определяемого выражением:

$$\Pi = (\varphi_c - f)m > i, \quad (1)$$

где φ_c – коэффициент сцепления колес с почвой; m – число тележек; i – предельный уклон орошаемой площади.

То есть для обеспечения устойчивого движения машин необходимо повышение коэффициента сцепления φ_c и снижение коэффициента сопротивления качению f ходовых систем ДМ. Выполнение отмеченного может быть достигнуто посредством изменения традиционной технологии полива, то есть включающей снижение поливной нормы при прохождении дождевальной машиной переувлажненных участков при движении с повышенной скоростью.

Показатели сцепных свойств машины также можно повысить с помощью очистительных ножевых элементов (свидетельство на полезную модель № 29440), связанных с противооткатными тормозами ее ходовых систем. При работе противооткатных тормозов машины, устанавливаемых на рамах ее тележек (рис. 1) и взаимодействующих с выступающей частью почвозацепов колес по принципу храпового механизма, происходит последовательный подъем под воздействием очередного почвозацепа и опускание ножевого элемента под воздействием возвратной пружины в почву. При вращении колеса происходит его очистка от налипшей почвы между ее почвозацепами. На рисунке 2 представлена схема сил при взаимодействии ножевого элемента противооткатного тормоза машины с ободом колеса.

Процесс очистки условно можно разбить на два этапа: вдавливание очистителя в почву между почвозацепами и движение очистителя вдоль обода колеса (рис. 3). При этом усилие вдавливания очистителя в почву определяется следующим выражением:

$$R_{01} = p_1 \Pi_1 < P_1, \quad (2)$$

где R_{01} – усилие вдавливания очистителя; p_1 – удельное сопротивление почвы вдавливанию; Π_1 – параметры очистителя в вертикальной плоскости; P_1 – усилие возвратной пружины очистителя.

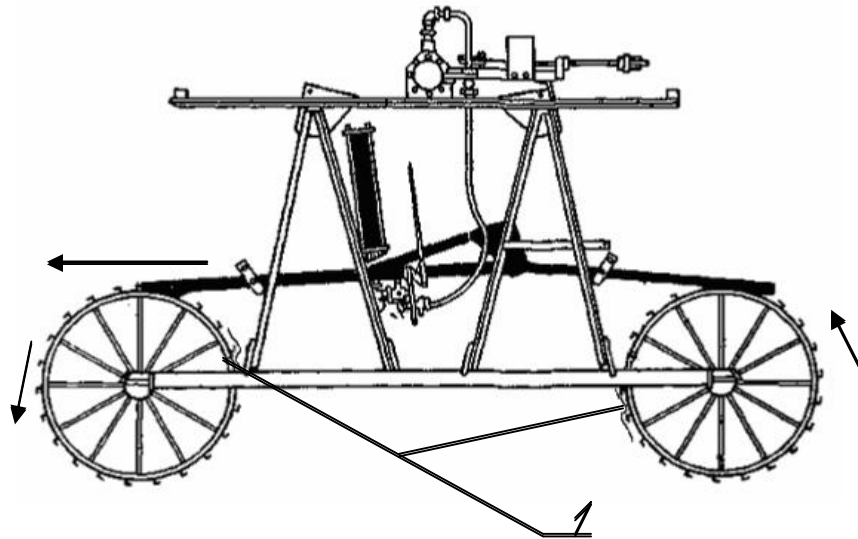
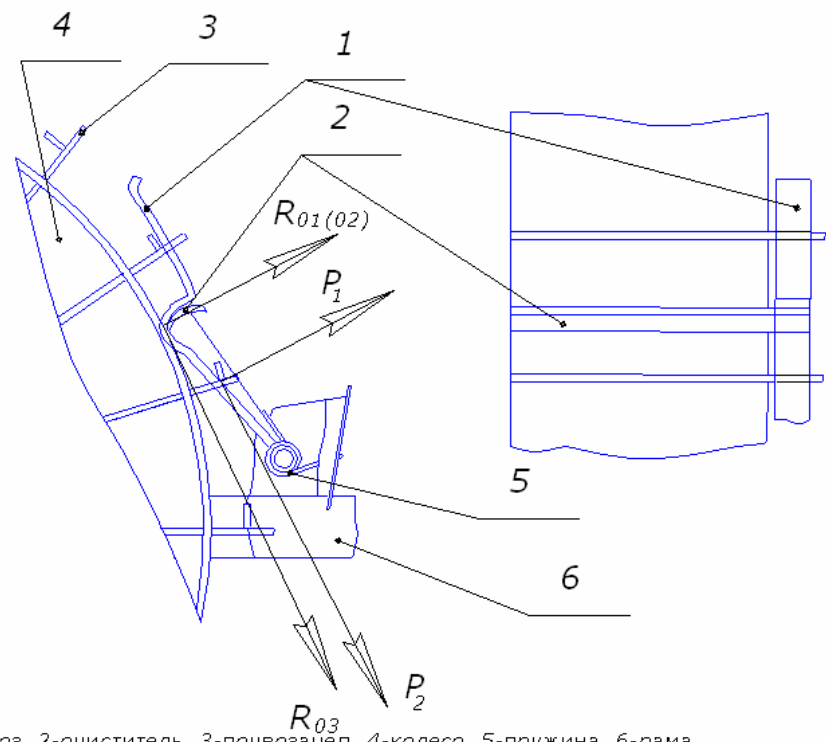


Рис. 1 . Схема расположения противооткатных тормозов
1 – противооткатный тормоз



1-тормоз, 2-очиститель, 3-почвозацеп, 4-колесо, 5-пружина, 6-рама

Рис. 2. Схема сил взаимодействия ножевого элемента противооткатного тормоза с ободом колеса

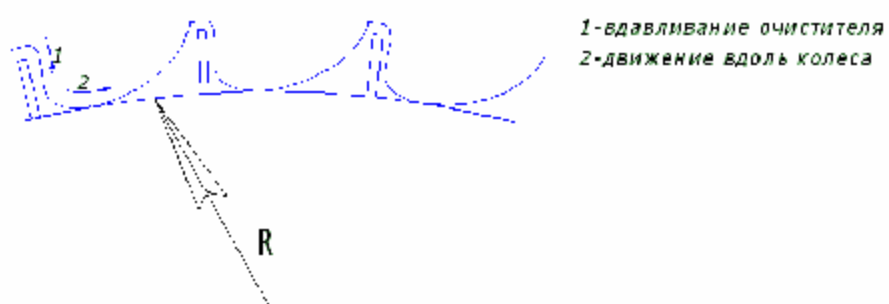


Рис. 3. Траектория движения ножевого элемента.
Условие движения очистителя вдоль обода колеса определяется зависимо-

стью:

$$R_{02} = p_2 \Pi_2 < P_1, \quad (3)$$

где R_{02} - вертикальная составляющая усилий очистки; p_2 - удельное сопротивление почвы движению очистителя вдоль обода колеса, Π_2 - параметры очистителя в горизонтальной плоскости;

Баланс энергетических затрат гидропривода ДМ определяется следующими составляющими:

$$P_T = P_f + P_i + P_d, \quad (4)$$

где P_f - сопротивление качению машины; P_i - сопротивление подъему; P_d - запас усилий на преодоление неучтенных сопротивлений, которые для возможности очистки определяется следующим неравенством:

$$P_d > R_{03} + P_2, \quad (5)$$

где P_2 - горизонтальная составляющая усилий пружины; R_{03} - горизонтальная составляющая усилий очистки.

Использование зависимостей (1, 2, 3, 4, 5) позволит оптимизировать параметры очистителя. При обосновании параметров очистителя необходимо учесть следующее. При поступательном движении тележки машины, которая работает в старт-стопном режиме, происходит очистка как заднего, так и переднего колес, при расположении очистителя соответственно впереди и сзади их обода. Исходя из отмеченного, можно предположить, что переднее колесо требует более основательной очистки, так как в данном случае, оставшаяся почва после некачественной очистки на обода под действием своей массы уплотняется и заливает. Так как тормоз-очиститель для заднего колеса находится перед надвигающейся на него почвы, которую можно лишь разрушить или подрезать, и она под действием силы тяжести своей массы будет сбрасываться в колею.

Для определения усилий резания очистителем при очистке колес ДМ «Фрегат» используется лабораторная установка, схема которой представлена на рисунке 4.

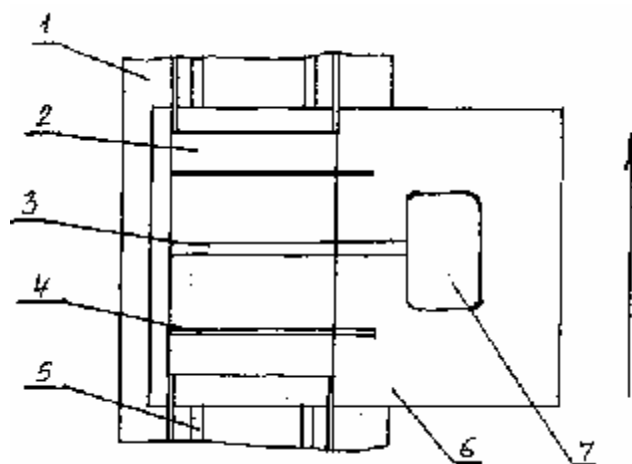


Рис. 4. Схема лабораторной установки:

- 1 - станина, 2 - модель обода колеса, 3 - очиститель, 4 - почвозацеп,
5 - направляющие станины, 6 - суппорт, 7 - динамометр-датчик

Эта установка позволяет провести сравнительную оценку различных видов очистителей при различных режимах резания, а также параметрах очищаемого слоя.

Усилия резания определяются посредством модели 2, представляющей собой часть обода колеса ДМ «Фрегат», включающей два почвозацепа 4. Она закрепляется неподвижно на станине 1 токарно-винторезного станка 1М61. Почва нагружается между почвозацепами модели колеса и счищается очистителем. Разработанный очиститель 3 со специальной державкой закрепляется в динамометре-датчике (УДМ-1) 7, который, в свою очередь, соединяется по схеме посредством проводов коммуникации с измерительными устройствами: четырехтактным усилителем, приборным щитом и осциллографом. Динамометр-датчик закрепляется на суппорте 6, меняя скорость подачи, мы тем самым регулируем скорость резания. Также варьироваться может и нагружаемый слой почвы, а именно его параметры, такие как высота и ширина. Это позволяет наиболее полно определить усилия резания при использовании разных конструкций очистителей. При этом неизменными остаются такие характеристики, как влажность почвы и её несущая способность, которые максимально приближены к условиям реальной работы ходовых систем ДМ «Фрегат» в производственных условиях.

Обработка показаний динамометра датчика производится по формуле:

$$P = 9.8Am/K, \quad (6)$$

где P – сила резания, A – показания динамометра, m – коэффициент усиления, K – тарировочный коэффициент.

При проведении поисковых лабораторных опытов по оценке усилий резания вдоль обода колеса очистителями различных видов определены следующие их значения по вариантам: для очистителя, выполненного в виде пластины, усилие резания составляет около 100 Н, для очистителя, выполненного в виде отвала, усилие резания составляет 83 Н, а для очистителя, выполненного в виде гребенки, усилие резания составляет 50Н (рис.5). При проведении исследований величина параметров почвенного слоя между почвозацепами была по ширине 15 см и высоте 3,5 см.

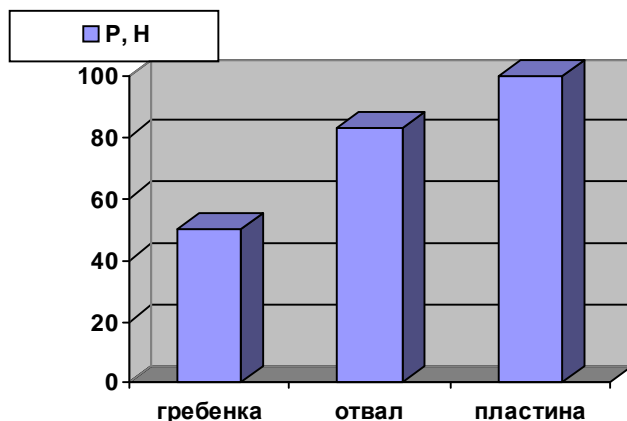


Рис. 5. Гистограмма усилий резания различными видами очистителей

Как видно из выше приведенных данных, наименьшее усилие резания при работе испытывает очиститель, выполненный в виде гребенки, который и может быть использован в качестве рабочего органа при создании очистительного устройства для ходовых систем ДМ «Фрегат».

Литература

1. Рязанцев А.И., Кириленко Н.Я., Малько И.В. Противооткатный тормоз колесного движителя многоопорных дождевальных машин. Свидетельство на полезную модель № 29440, 2003.

УДК 626.8:631.67

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В АРИДНОЙ ЗОНЕ

М.А.Сазанов

КФ ГНУ ВНИИГиМ, Элиста, Россия

Как показала практика, мелиоративная деятельность оказывает существенное влияние на экологическую обстановку. Особенно остро эти проблемы проявляются в засушливой зоне, где сложные почвенно-гидрогеологические условия сочетаются с дефицитом водных ресурсов. Применяющиеся конструкции гидромелиоративных систем (ГМС) и технологические приёмы их эксплуатации не обеспечивают оптимального взаимодействия данных антропогенных объектов с окружающей средой и повсеместно наблюдаются процессы ирригационного опустынивания; вторичное засоление, осолонцевание, дегумификация и эрозия почв, подтопление и заболачивание и т.д. Наибольшее обострение этих негативных факторов отмечается на крупных ГМС, что видно на примере Калмыкии, где 70 % площадей регулярного орошения относятся к мелиоративно неблагоприятным.

Поэтому на современном этапе на первое место выходит экологическая стратегия создания ГМС нового поколения с преобладанием адаптивно-ландшафтных принципов [1, 3].

В аридных условиях это предусматривает отказ от строительства крупномасштабных орошаемых массивов, а внедрение ГМС оазисного (очагового) типа с многоцелевым назначением и замкнутым циклом водооборота [2, 4].

Мелиоративные системы оазисного типа должны соответствовать следующим основным требованиям: являться составной частью агроландшафта природно-климатической зоны; обеспечивать комплексное регулирование водного, солевого, воздушного, теплового, пищевого и др., режимов почв и растений, а также фитоклимата на основе адаптивно-ландшафтных ресурсосберегающих и экологически безопасных принципов и технологий; способствовать формированию устойчивых высокопродуктивных агроэкосистем на базе хрупких природно-территориальных комплексов полупустынной и

пустынной зон с сохранением естественных циклов и круговоротов веществ и энергии и их совершенствованием и улучшением; обладать универсальностью, т.е. возможностью многоцелевого использования различных конструкций и способов полива, а также применения различных видов мелиораций и их сочетаний в зависимости от потребностей.

Классифицировать ГМС оазисного типа предлагается по следующим параметрам: по размеру (площади), функциональным возможностям, типу водоподдачи, водооборота, водоисточника, дренажа и способу полива (рис. 1).

Конструктивные возможности ГМС должны обеспечивать применение всего набора комплексных мелиораций: оросительных, обводнительных, агротехнических, химических и биологических. В качестве водоисточников могут служить как поверхностные (озера, пруды, водохранилища, каналы, ООС, местный сток), так и подземные (безнапорные и напорно-артезианские) и Каспийское море.

ГМС оазисного типа должны состоять из следующих элементов: источника орошения; водозабора (самотечного или механического – насосной станции и т.п.); транспортного тракта (канала в облицовке, лотка, трубопровода и т.д.); насосной станции; инженерного участка орошения с различными конструкциями сети и поливной техники (оборудования) - регулярного орошения с использованием поверхностных способов (по бороздам, полосам и т.д.), дождевания, мелкодисперсного дождевания и др., лиманного орошения, микроорошения – капельного и подкоронового и др.; коллекторно-дренажной сети (в случае необходимости) с обязательным устройством на концевых элементах узлов очистки и деминерализации; узлов очистки оросительной воды (из поверхностных и подземных источников) в случае неудовлетворительного ее качества; системы автоматического управления процессами орошения и контроля состояния окружающей среды; объектов электроснабжения и связи; производственных и жилых зданий и помещений; дорог; лесо- и полезащитных насаждений. Структура и возможная компоновка ГМС представлена в таблице 1.

Системам данного типа должна быть присуща высокая экономическая эффективность, стабильное получение возможно высоких устойчивых урожаев с.-х. культур, пользующихся повышенным спросом (зерновых, кормовых, фруктов, овощей, винограда и т.д.), при общей рентабельности производства (индекс доходности ГМС не ниже 1,3...1,4); в конструктивном и технологическом отношении – пониженная маломатериалоемкость и относительно небольшие капитальные вложения, обеспечение экономии материальных, людских и денежных ресурсов на 15...20 % (в том числе водных ресурсов на 30...40 %). Наиболее перспективны в этом направлении системы поверхностного полива, микроорошения и дождевания с использованием современного малоэнергоёмкого оборудования (ЭДМФ «Кубань-Л», МДЭК «Кубань – ЛК1», дождевателей шланговых и т.д.).

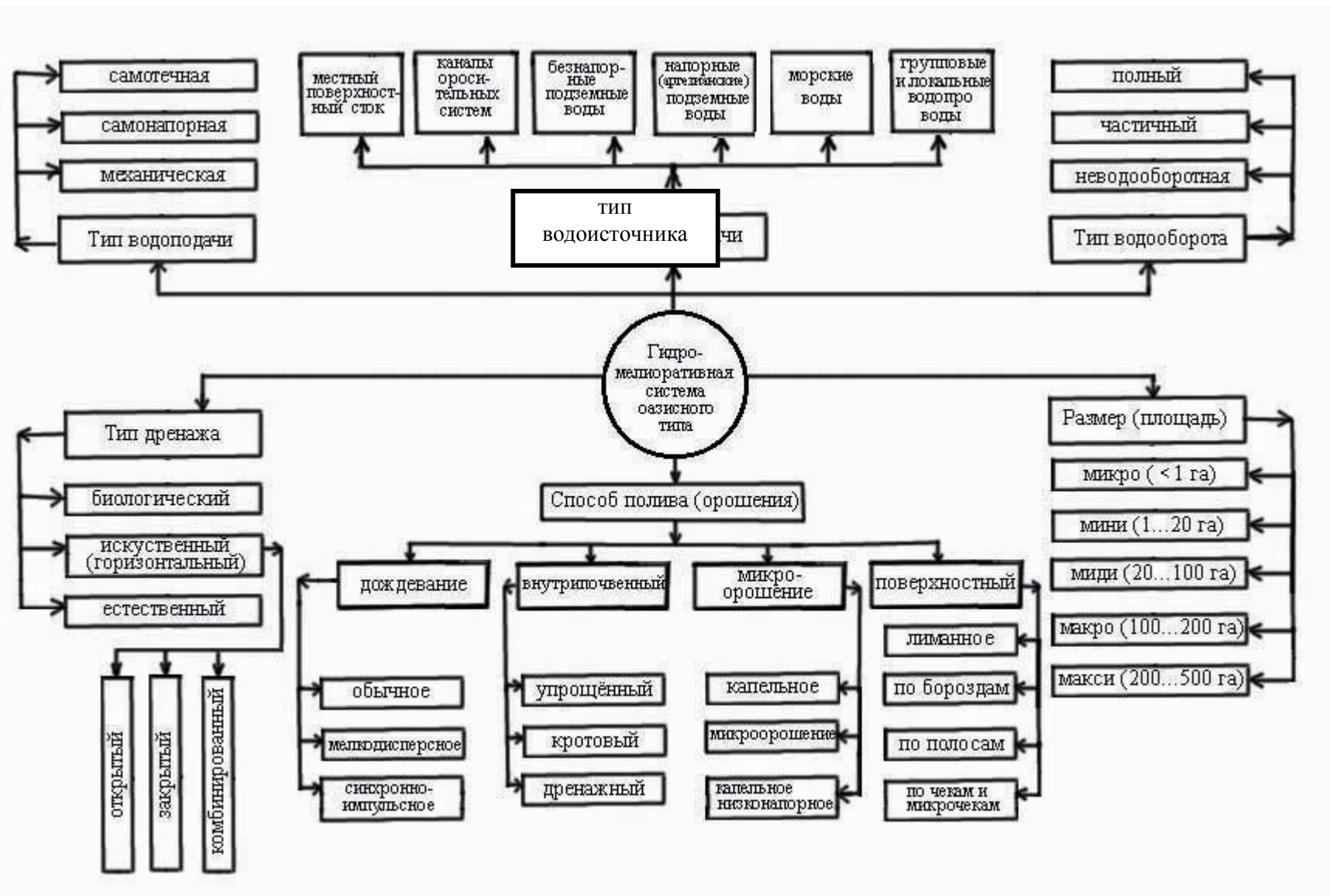


Рис. 1. Классификация гидромелиоративных систем оазисного типа

Таблица 1. Структура многоцелевых гидромелиоративных систем оазисного типа

Тип водоисточника и составные части систем	Вид системы					
	На местном поверхност- ном стоке	На каналах ороситель- ных систем	На подземных водах		На морских водах	На во- допро- водах
			безнапор- ных	напорных		
Водоисточник:						
-поверхностный местный сток	+	-	+	-	-	+
-воды каналов ороси- тельных систем	-	+	-	-	-	+
-подземные напорные во- ды	-	-	-	+	-	+
-подземные безнапорные воды	+	-	+	-	+	-
-морские воды	-	-	-	-	+	+
Главные гидротехниче- ские сооружения:						+
-водоём (пруд, водохра- нилище)	+	-	-	+	+	+
-канал	-	+	-	-	+	-
-шахтный колодец на линзе подземных вод	+	-	+	-	-	+
-артезианская скважина	-	-	-	+	-	+
-магистральный водопро- вод	+	+	-	+	+	+
Система регулярного орошения	+	+	+	+	+	+
Система лиманного оро- шения	+	+	+	+	+	+
Система микроорошения	+	+	+	+	+	+
Система сельскохозяйст- венного водоснабжения	+	+	+	+	+	+
Система утилизации, очистки и повторного ис- пользования дренажно- сбросных и сточных вод	+	+	+	+	+	+
Система рыбоводства	+	+	-	+	+	-
Система разведения во- доплавающих птиц и жи- вотных	+	+	-	+	+	-
Система санитарного по- пуска воды	+	-	-	-	-	-
Система контроля режи- ма орошения, уровня плодородия почвы и ка- чества воды	+	+	+	+	+	+
Система искусственного пополнения запасов под- земных вод	+	-	+	-	-	-
Система очистки и улуч- шения качества воды	+	+	+	+	+	+

Литература

1. Губер К.В. Совершенствование конструкций внутрихозяйственных гидромелиоративных систем // Проблемы и перспективы развития мелиорации, водного и лесного хозяйства: Сб. науч. тр. Россельхозакадемии – М.: ВНИИА, 2004, С. 190-203.
2. Губер К.В., Сазанов М.А. Тенденции развития мелкоконтурных гидромелиоративных систем оазисного типа // Вопросы мелиорации. – М. – 2003 - № 3 - 4- С. 128-138.
3. Научно обоснованные рекомендации по конструкциям экологически ориентированных гидромелиоративных систем и комплекса гидротехнических сооружений и их техническому оснащению. В 3-х частях. – М.: ГНУ ВНИИГиМ, 2004. – 296 с.
4. Сазанов М.А. Технология создания гидромелиоративных систем оазисного типа // Мелиорация и окружающая среда: Юбилейный сб. научн. тр. ГНУ ВНИИГиМ. Т.1 – М.: ВНИИА, 2004, С. 163-174.

УДК 631.6:633.88

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО КАК ПОКРОВНОЙ КУЛЬТУРЫ

М.В. Силков

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

В настоящее время проявляется интерес к эколого-мелиоративным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и лекарственных растений. Одним из важнейших лекарственных растений является *женьшень настоящий* (*Panax ginseng L.A. Mey*), являющийся носителем уникальных биологически активных веществ (*панаксозидов*), свойственных представителям семейства *Аралиевые* (*Araliaceae*). Так как вид происходит из горных таежных лесов Дальневосточного Приморья (южная часть Приморского и Хабаровского краев), он является тенелюбивым растением, занимающим среднее положение между тенелюбивыми и теневыносливыми. Для его нормального развития нужен затененный массив, где освещенность, составляет примерно 1/3 часть от освещенности открытого участка.

Поэтому одним из наиболее важных вопросов агротехники культуры женьшеня занимает метод притенения посадок. При интродукции в различные регионы применяются различные приёмы для создания благоприятного светового режима. В Корее, где женьшень культивируется более четырёх столетий, над растениями ставят щиты из досок или сплетённые из рисовой соломы. В Тебердинском заповеднике посеvy женьшеня размещают на лесных полянах в окружении букового и кленово-букового леса. Ученые Дальневосточного Приморья, Беларуси и других регионов делают притенительные сооружения из рек. В Приморском крае (Т.Т. Тимченко) предложена стропильно-шедовая система притенения¹. В Беларуси для женьшеня построены высокие металлические сооружения, односкатные, накрываемые плёнкой (способ разработан Г.И. Виолентием). На ДВ ЗОС ВИЛАРа (Приморский край) растения выращивают под

¹ на высоте 2,2 м на стропила под углом 40° укладывают доски с просветом 3...4 см. Доски не прибивают, а сдвигают или раздвигают на нужную ширину просвета в зависимости от фаз развития женьшеня и погодных условий.

сплошными щитами из досок на каркасах, на высоте 1,4 м с северной стороны и 1,0 м с южной.

При использовании вышеперечисленных способов, обработка почвы и мероприятия по уходу за растениями под щитами становятся очень изнурительными и неудобными для выполнения.

Нами в качестве затеняющего средства предложен семенной посев козлятника восточного (патент № 2177220). Сущность метода заключается в том, что в предлагаемой технологии вместо щитовых навесов и прочих конструкций растения женьшеня с весны до глубокой осени находятся под прикрытием и защитой растений козлятника восточного. Посадки женьшеня при этом получают достаточное, но не избыточное количество солнечной энергии.

По разработанному нами способу возделывания женьшеня семена или рассаду весной высаживают в междурядья (0,6 м) семенного посева козлятника восточного второго – третьего года жизни.

На всем земном шаре насчитывается 8 видов козлятника. Все 8 видов козлятника относятся к семейству *Бобовых (Leguminosae)*, роду *Галега (Galega L.)*. В нашей стране козлятник представлен двумя видами: *К. восточный (Galega orientalis Lam.)* и *К. лекарственный (Galega officinalis L.)*. Оба вида приурочены к горному лесному поясу Кавказа. В природе существуют две формы козлятника восточного – *северокавказская* и *лорийская*. Первая форма более раннеспелая, у стеблей большое количество междоузлий, в силу чего она и представляет интерес для окультуривания. Лорийская форма может быть использована в процессе селекции.

В диком виде встречается на Северном Кавказе и в Дагестане, в лесных районах почти всей Грузии, на севере Армении и юго-западной части Азербайджана, редко встречается в Крыму. Растет в предгорьях (лесостепного пояса) в лесном и субальпийском поясах на высоте 305...1820 м над уровнем моря.

Чаще всего *К. восточный* приурочен к хорошо проветриваемым деградированным черноземам, богатым органическими веществами (разложившаяся лесная подстилка), значительно реже он встречается на бедных суглинистых черноземах.

В нашей стране испытанием и изучением его начали заниматься с 1932 года (Всесоюзный институт кормов им В.Р. Вильямса и Всесоюзный институт растениеводства).

Наиболее всестороннему и глубокому изучению козлятник восточный был подвергнут в институте кормов. Здесь впервые была дана обстоятельная ботаническая, биологическая, кормовая и агротехническая характеристика козлятника восточного, а также разработаны основные приемы его агротехники на корм и семена, применительно к условиям нечерноземной полосы. В настоящее время козлятник восточный получает высокую оценку в условиях производства и размножается на семена более чем в 50 хозяйствах Московской, Костромской, Ивановской, Тверской, Тульской, Брянской и других областей России.

Козлятник восточный – многолетнее травянистое растение. По типу корневой системы он относится к стержнекорневым растениям, образующим корневые отпрыски. Корневая система мощная, проникает в почву на глубину

50...80 см. Она состоит из главного стержневого корня и многочисленных боковых ответвлений с густой сетью мелких нитевидных корешков. На главном корне на глубине до 7 см формируется от 2 до 18 отпрысков корневищного типа. Они растут горизонтально до 30 см и более, а затем выходят на поверхность почвы и образуют стебли. Благодаря этой способности к вегетативному размножению, травостой козлятника с годами не изреживается, а, наоборот, всё более загущается. На подземной части стеблей козлятника ежегодно образуется 3...4 зимующие почки. Таким образом, возобновление растений обеспечивается за счет корневых отпрысков и зимующих почек.

На корнях козлятника образуются клубеньки овальной формы, розового цвета, размером 2...4×1,0...1,5 мм, заполненные бактериями. На одно растение приходится от 100 до 1500 клубеньков (от 142 до 270 клубеньков в среднем на одно растение) различной величины и формы, в которых обитает одна из рас клубеньковых бактерий (*Bacterium radicum*).

Растение образует мощный куст с 10...18 стеблями, высотой от 100 до 150 см. Стебель прямостоячий, полый, трубчатый с неглубокими плоскими бороздками матово-зелёной окраски, состоит из 7...14 междоузлий. В верхней части стебель ветвится. На деградированных черноземах К. восточный пышно разрастается, нередко достигает 2 м высоты, формируя в процессе вегетации большую ассимиляционную поверхность – 11 м²/м².

Кормовая ценность козлятника тесно связана с его хорошей облиственностью, которая чаще всего находится в пределах 60...70 %, но может иметь и другие значения в зависимости от фазы развития растений. Листья же всегда содержат больше протеина, чем стебли. Урожайность зеленой массы в пересчете составляет 25 т/га, или 6,2 т/га сена и семян от 100 до 150 кг/га.

Содержание сырого протеина и жира в листьях в 2,...2,5 раза больше, чем в стеблях (табл. 1).

Табл. 1. Содержание питательных веществ в листьях и стеблях козлятника (первый укос)

Органы растений	Сухое вещество, %	% к сухому веществу							
		зола	протеин	жир	клетчатка	БЭВ ²	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Листья	28,6	9,7	25,1	3,5	18,8	35,4	0,70	3,07	2,24
Стебли	31,1	5,5	10,8	1,3	31,2	41,1	0,54	2,35	1,10

Высокую питательность (табл. 2) имеют различные виды кормов из зеленой массы козлятника: сено, резка, травяная мука, гранулы, силос, сенаж. В начале цветения козлятника на 1 кг сухого вещества приходится 0,6...1,0 корм. ед., а на 1 корм. ед. – 158...216 г перевариваемого протеина.

² БЭВ—биологически экстрактивные вещества.

Табл. 2. Питательная ценность кормов из зеленой массы козлятника
(по данным Ж. А. Яртиевой)

Корм	Фаза развития растений	На 1 кг сухого вещества		На 1 корм. ед.
		кормовых единиц	перевариваемого протеина	
Зеленая масса	Стеблевание – начало цветения	1,0	216	216
	Начало цветения	0,86	136-174	158-203
Силос	Начало цветения	0,80	154-160	192-200
Резка искусственной сушки	Начало цветения	0,75	148	198
	Конец цветения	0,60	115	191

Козлятник восточный – растение многостебельное, ветвистое. Стебель матово-зеленый, прямостоячий, полый. Высота в естественных условиях при благоприятных условиях до 2 м; в условиях культуры от 80 до 135 см. Стебель козлятника восточного несет на себе 8...13 основных листьев. Листья непарноперистые, 14...26 см длины, состоят из 9...15 яйцевидных листочков. Цвет листьев сверху темно-зеленый, снизу – желтовато-зеленый. Каждый стебель несет на себе кисть 20...30 см длиной с 25...75 крупными синими цветками. Соцветие козлятника—прямостоячая кисть длиной от 15 до 20 см и более. На каждом стебле 3...4 соцветия, на отдельных стеблях до 20. В каждой кисти 25...75 крупных сине-фиолетовых цветков. Цветки имеют типичное для бобовых строение, но они открытые с неглубоким расположением нектарников.

Бобы саблеобразной и, реже, ножеобразной формы. В бобе заключено 3...7 семян (и до 14). Плод представляет собой линейный, слабоизогнутый, на конце заостренный боб. Длина его 2...4 см. Окраска бобов бурая светло- или темно-коричневая. При созревании они не растрескиваются и не опадают. В плодах заключено 3...7 семян.

Семена довольно крупные (крупнее, чем у клевера и люцерны), почковидной формы. Масса 1000 семян от 5,5 до 9 г. Семена начинают терять всхожесть и снижать энергию прорастания со второго года жизни. Свежеубранные семена желтовато-зеленого или оливкового цвета; при продолжительном хранении принимают светло-коричневую и затем темно-коричневую окраску. Значительная часть семян козлятника (50...98%) имеет труднопроницаемую для воды и воздуха семенную оболочку (*твёрдосемянность*), однако, путём скарификации³ семян можно увеличить их всхожесть до 95...100%.

Оптимальная температура для прорастания семян в лабораторных условиях 20...30° С. При посеве в поле дружное прорастание семян и появление всходов происходит при температуре 12...15° С. При таких температурных условиях полные всходы появляются на 8...10 день.

³ Скарификация—разрушение механическим, физическим или химическим способом покровной оболочки у некоторых видов семян, имеющих очень твёрдую оболочку, для улучшения доступа воды и воздуха к зародышу прорастающего семени.

Козлятник восточный отличается большой многолетностью и исключительной зимостойкостью. Продолжительность жизни растений зависит от многих факторов. Наиболее сильно влияют на неё удобрения и интенсивность использования посева. Срок хозяйственной эксплуатации посевов может достигать 15 лет. При обеспечении нормального ухода (обработка междурядий в год посева, боронование и борьба с сорняками в последующие годы) посев козлятника восточного способен давать высокие урожаи зелёной массы и сена.

Так, на опытном поле Института кормов посев козлятника восточного не подвергался вымерзанию, несмотря на суровые и бесснежные зимы в отдельные годы, давая в среднем за год за 13 лет более 30 т/га зелёной массы, или по 7,7 т/га сена.

В год посева козлятник восточный развивается сравнительно медленно и даёт только один укос. Со второго года и во все последующие годы жизни – два полноценных укоса. Первый укос составлял 60% , а второй – 40%.

Полного развития козлятник восточный достигает на третьем году жизни, обеспечивая в это время урожайность зелёной массы до 40 т/га, или сена до 10 т/га. Высокий урожай держится до 7-летнего возраста, затем он снижается.

Зимний период, по данным исследований, проведённым в различных зонах, козлятник восточный переносит так же, как клевер луговой и люцерна синегибридная. Для успешной перезимовки ему требуется не менее 100...120 дней активного роста. Если вегетационный период короткий из-за позднего посева, растения могут погибнуть в результате их недостаточной зимо- и морозостойкости. В ранневесенний период посевы козлятника восточного повреждаются при температуре минус 4...5° С, однако старовозрастные посевы после заморозков возобновляются за счет хорошо развитых корневых отпрысков.

Во второй и последующие годы отрастание растений начинается рано. В начале формируется розетка листьев, а спустя 10...14 дней трогаются в рост стебли. Весной, обладая высокой энергией роста, растения очень продуктивно используют влагу, накопленную в почве за осенне-зимний период.

Основное цветение в Нечернозёмной зоне приходится на начало июня и продолжается около 20...25 дней. Семена начинают созревать через 30...40 дней после цветения. От весеннего отрастания до созревания семян проходит 2,5...3 месяца. Уборку проводят в начале августа.

В процессе цветения и созревания семян стебли грубеют, но вместе с листьями остаются зелёными до полной спелости семян.

Учитывая биологические особенности козлятника восточного и женьшеня, а также результаты полученные опытным путём, можно констатировать, что козлятник восточный вполне можно использовать в качестве покровной культуры при возделывании женьшеня по нетрадиционной технологии.

УДК 626.87:631.613

ВНУТРИПОЧВЕННОЕ ОРОШЕНИЕ КУКУРУЗЫ ПО КРОТОВИНАМ

Н.Л.Сыздыкова

ФГОУ ВПО ДГАУ, Благовещенск, Россия

Наиболее перспективным направлением в решении проблем охраны вод-

ных ресурсов и рационального их расходования является использование для орошения сельскохозяйственных культур сточных вод. Внутрипочвенное орошение сточными водами наиболее полно отвечает всем санитарным требованиям, так как они подаются во внутрипочвенные увлажнители, уложенные на глубине 50 см, а потому не соприкасаются с вегетативной массой растений и поверхностью почвы.

Опыт по внутрипочвенному орошению навозными стоками по кротовинам заложен на осушительно-оросительной системе в колхозе «Прогресс» Амурской области, покров которых представлен лугово-глеевыми почвами. По почвенно-мелиоративной классификации эти почвы относятся к группе тяжелых почв с оструктуренным иллювиальным горизонтом повышенной водопроницаемости, подстилающимся с глубины 100-120 см практически водоупорной почвообразующей породой мощностью от нескольких метров до нескольких десятков метров. Такое сложение почвенного профиля создает благоприятные условия для применения внутрипочвенного орошения навозными стоками. Мощный слой водонепроницаемой почвообразующей породы предохраняет от загрязнения навозными стоками грунтовые воды, а иллювиальный горизонт повышенной водопроницаемости обеспечивает эффективное увлажнение корнеобитаемого слоя почвы.

Почвы осушены закрытым дренажем с расстоянием между дренами 12 м. Для изучения эффективности внутрипочвенного орошения по кротовинам был заложен опыт по следующей схеме: контроль (без орошения), внутрипочвенное орошение с расстоянием между кротовинами 2,0 метра, внутрипочвенное орошение с расстоянием между кротовинами 1,0 метр. Земли использовались для посевов кукурузы на гребнях. Кротовины нарезались глубокорыхлителем-кротователем-бороздоделом ГРКБ-0,6 конструкции ДальНИИГиМ в варианте только кротователя. Они выполнялись перпендикулярно оросителю-сбросу на глубину 60-70 см, агрегат работал в одностороннем направлении – от оросителя-сброса, обратный ход агрегата был холостой. В образовавшиеся входы кротовин в откосе каналов вставлялись полиэтиленовые трубки длиной 50 см для предотвращения заиления устьев кротовин.

После этого ороситель-сброс заполнялся навозными стоками до уровня поверхности участка, т.е. слой навозных стоков над кротовинами составлял 60-70 см, навозные стоки поступали в кротовины и увлажняли корнеобитаемый слой почвы. Опыт продолжался в течение 5-6 суток.

Устойчивость к кротовому дренажу является важным положительным свойством некоторых суглинистых и глинистых почв в зоне избыточного увлажнения. Она позволяет существенно усилить осушающее действие мелиоративных систем путем применения кротового дренажа. Исследования показали, что к кротовому дренажу устойчива значительная часть луговых почв Дальнего Востока, которые можно рассматривать как почвы с реликтовыми свойствами (повышенной оструктуренностью части профиля) бывших пойменных почв Амура. Устойчивость к кротовому дренажу определялась по методу С. В. Астапова и Ф. Р. Зайдельмана.

Устойчивость к кротовому дренажу элювиального горизонта на глубине

20...42 см слабая. Срок действия менее одного года. Это полностью подтвердилось полевыми опытами. Дрены, уложенные на глубину 35...40 см, заплывали после первого интенсивного дождя. В иллювиальном оструктуренном горизонте с содержанием водопрочных макроагрегатов 50...60% устойчивость к кротовому дренажу высокая. Срок действия 3...4 года. В горизонте В₃С_г на глубине 100...120 см кротовые дрены могут сохраняться до 2...3 лет.

Исходя из значений кротоустойчивости дрен в иллювиальном горизонте на глубине 70-60 см - в течение 3-4 лет, ожидали сравнительно длительного действия кротовин как увлажнителей; по крайней мере, в течение одного влагозарядкового полива продолжительностью до месяца. Предположения не оправдались. Не учли того обстоятельства, что условия работы кротовин при внутрипочвенном увлажнении резко отличается от режима работы их в качестве дрен, которые действительно сохраняются в подобных почвах в течение нескольких лет. При работе кротовин в качестве дрен водой заполняется только нижняя ее часть. Кротовина работает по принципу закрытого осушителя, т.е. понижает уровень гравитационной воды.

При работе кротовины в качестве увлажнителя она полностью заполняется и стенки ее под напором начинают насыщаться стоками. Устойчивость верхней части кротовины резко снижается. Как показали наши многочисленные лабораторные определения агрегатного состава иллювиального горизонта тяжелых оструктуренных почв, методика которого во многом моделирует условия работы грунта в верхней части кротовины-увлажнителя, распад монолита из иллювиального горизонта на структурные отдельности происходит практически в течение суток. Подобное было отмечено в процессе увлажнения по кротовинам. Они оказались почти полностью заполнены массой почвы уже в первые дни опыта.

Тем не менее, как следует из таблицы 1, даже кратковременное внутрипочвенное орошение навозными стоками по кротовинам положительно сказалось на урожайности кукурузы.

Таблица 1. Урожайность зеленой массы кукурузы на силос при орошении навозными стоками по кротовинам, т/га

Варианты опыта	Контроль – без орошения	Процент к контролю	Орошение по кротовинам	Процент к контролю
Контроль (без кротования и орошения)	22,4	-	22,4	-
Кротовины через 1 м	24,0	7,1	30,2	34,8
Кротовины через 2 м	24,9	11, 2	25,3	13
НСР ₀₅ , т/га	0,65	-	0,90	-

Более высокая урожайность зеленой массы кукурузы (30,2 т/га) при орошении сточными водами получена на участке с расстоянием между кротовинами один метр. Прибавка урожайности по сравнению с контролем составила 34,8%.

На варианте кротования через два метра прибавка урожайности кукурузы от орошения по кротовинам составила всего 13 %. На участках без орошения лучший результат (11,2 %) получился на варианте с расстоянием между кротовинами два метра. Самая наименьшая прибавка оказалась на участке без орошения с расстоянием между кротовинами один метр.

Анализируя данные, полученные в результате наших исследований, мы можем сделать вывод, что даже одноразовое использование кротовин при внутрипочвенном орошении сточными водами является высокоэффективным агрономическим мероприятием, так как удобрительное последствие орошения стоками на урожайность сельскохозяйственных культур сохраняется в течение 2-4 лет.

УДК 631.674.51

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНХРОННО-ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ

А.А. Терпигорев, А.В. Грушин, С.А. Асцатрян
ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Синхронно-импульсное дождевание (СИД) применяется для орошения садов, ягодников, чайных плантаций, лесопитомников, овощных, кормовых, технических и других сельскохозяйственных культур. Разработанные ВНИИ «Радуга» комплекты КСИД-1 (рис. 1) и КСИД-10 являются одно- и десятигектарными блок-участками (модулями) для строительства стационарных и сезонно-стационарных оросительных систем различной площади.



а)



б)

Рис.1. КСИД-1 на поливе фруктового сада:
а) общий вид; б) дождеватель импульсный

Комплект представляет собой автоматически действующую дождевальную установку, которая осуществляет орошение сельскохозяйственных культур непрерывно в течение вегетации растений, за исключением периодов обработки

растений, проведения культивации, прополки и других операций по уходу за почвой и растениями.

Технология СИД основана на малоинтенсивной водоподаче синхронно водопотреблению и равной суммарному расходу воды на испарение с поверхности почвы и транспирации растений (0,1-1,0 л/с на 1 га). Водоподача осуществляется круглосуточно на протяжении всего термически напряжённого периода вегетации, прерывисто во времени с интервалами 1-5 минут между выбросами воды в виде искусственного дождя практически одновременно всеми импульсными дождевателями.

Технология малоинтенсивного и длительного воздействия СИД на растения и среду (почву, приземный слой воздуха) коренным образом отличается от традиционной технологии дождевания, основанной на кратковременной водоподаче с интенсивностью превышающей интенсивность водопотребления в 50-250 раз.

Комплект СИД, в отличие от известных технических средств для проведения вегетационных поливов, имеет ряд принципиальных отличительных особенностей, заключающихся в следующем:

- импульсные дождеватели работают одновременно на всей орошаемой площади в режиме непрерывно чередующихся пауз накопления воды в гидроаккумуляторах и периодов выплеска её под действием сжатого воздуха через дождевальные среднеструйные аппараты;

- одновременная работа импульсных дождевателей на всей орошаемой площади обеспечивает предельное рассредоточение поливного тока воды, что позволяет ликвидировать водооборот на оросительной системе и обеспечить равномерное распределение воды по площади полива;

- предельное рассредоточение поливного тока снижает величину транспортируемых расходов воды, что позволяет применять трубы малого диаметра (15-25 мм);

- длительная во времени, постоянная импульсная водоподача, с паузами, заданной продолжительности (50-90 секунд), позволяет поддерживать влажность активного слоя почвы и приземного воздуха на оптимальном уровне без резких колебаний;

- наличие пауз в работе импульсных дождевателей, продолжительность которых может быть в 50-200 раз больше периодов выплеска воды, обеспечивает очень низкую среднюю интенсивность искусственного дождя (до 0,007 мм/мин), что позволяет использовать комплект на всех типах по водопроницаемости почв на местности со значительными уклонами (до 0,3);

- импульсные дождеватели нового типа работают в «ждущем» режиме по сигналам автоматического понижения давления в сети, что обеспечивает надёжную групповую работу и одновременное срабатывание всех импульсных дождевателей на системе, полную идентичность параметров их работы (объём и количество выплесков, верхнее и нижнее давление, радиус действия и др.) независимо от высотного и планового их расположения, что практически недостижимо на системах с обычными дождевальными аппаратами, а также с импульсными дождевателями автоколебательного действия.

Отличительной особенностью технологии СИД является её малоинтенсивное длительное воздействие на почву, позволяющее поддерживать её влажность в слое активного влагообмена на оптимальном уровне (80-85 % НВ) без значительных колебаний от верхнего (100 % НВ) до нижнего (60-70 % НВ) пределов свойственных традиционным технологиям. Протекающие при этом в почве процессы не носят стрессовый, разрушающий её структуру, характер и проходят в комфортных для формирования плодородия условиях по водосдерживанию и аэрации. Капиллярное давление влаги в почве находится на минимальном пороге от –5 до –10 кПа, не требующем высоких энергетических затрат при потреблении растениями из почвы влаги и элементов питания. Технология СИД позволяет поддерживать увлажнение в оптимальном диапазоне в течение всего вегетационного периода.

Технология СИД – экологически безопасна. Малоинтенсивная водоподача полностью исключает образование на поверхности почвы луж и почвенной эрозии, в том числе при сложном рельефе местности. Малый диапазон изменения влажности почвы создаёт условия, исключаяющие перенос солей в верхние горизонты и их засоление.

Поддержание влажности почвы на определённом уровне без доведения её до верхнего предела создаёт возможность аккумуляции части естественных осадков в слое активного влагообмена. Коэффициент продуктивности использования естественных осадков при этом в гумидной зоне повышается на 20-25%.

СИД является водосберегающей технологией:

- за счёт более продуктивного использования естественных осадков оросительная норма соответственно снижается;

- длительное направленное воздействие на микроклимат приземного слоя воздуха за счёт импульсного выброса одновременно из всех дождевателей струй рассредоточенного во времени (через каждые 1-5 минут) повышает влажность воздуха в термически напряжённые периоды суток на 10-20 %, а температуру снижает на 1-3 0С. Амплитуда колебаний этих параметров в суточном цикле значительно уменьшается. Создаются микроклиматические условия для активизации процесса фотосинтеза растений на протяжении всего дневного периода суток без его спада в жаркие часы суток, как это имеет место при традиционном дождевании. Повышенная влажность воздуха уменьшает испарение с поверхности почвы. Технология СИД создаёт уникальную возможность борьбы с атмосферной засухой, суховеями и заморозками;

- длительное направленное воздействие непосредственно на надземную часть растений за счёт импульсного выброса струй дождевальными аппаратами кругового действия и периодического через 0,5-1,0 часа смачивания листьев растений способствует очищению поверхности листьев, регулирует их температуру, создаёт оптимальные условия для внекорневого питания растений;

- оборудование СИД даёт возможность реализовать принципиально новую технологию «непрерывного» внесения вместе с поливной водой слабоконцентрированных макро- и микроудобрений, средств химизации путём дозирован-



ного ввода их централизованно в голове системы или дифференцированно по площади с вводом непосредственно у импульсных дождевателей;

- предельное рассредоточение тока воды во времени и пространстве, исключение водооборота на системе позволило снизить требуемую пропускную способность и диаметр трубопроводной сети последнего порядка до 1", одновременно повысив их загрузку во времени. Капиталоёмкость оросительных систем СИД существенно снижена (на 30-50 %), за счёт более полного использования технологического оборудования во времени, а также отсутствия водооборота и вододелительной арматуры.

Производственная апробация СИД в широком диапазоне климатических поясов проводилась от Ивановской области на севере до Молдавии, Крыма, Закавказья и стран Центральной Азии на юге (рис. 2), где дефицит водопотребления находится в пределах от 1 до 10 тыс. м³ на 1 га.



Рис. 2. Агробиологическая эффективность синхронно-импульсного дождевания при возделывании сельскохозяйственных культур в различных регионах стран СНГ:

-  - границы устойчивой прибавки урожая сельскохозяйственных культур;
-  - снижение затрат воды на единицу продукции.

Прибавка урожая на участках СИД по сравнению с традиционным дождеванием при одинаковой оросительной норме составила: на многолетних и однолетних травах – 35 %; чая – 30 %; плодов и ягод – 15-30 %; овощей – 30-50%; сахарной свёклы – 30-35 %; кормовой свёклы – 37 %.

В горных условиях на участках с уклоном до 10-30⁰ (Таджикистан), ранее не орошаемых, получены высокие урожаи трав (более 1000 ц/га зелёной массы) с сенокосных угодий. В плодо- и лесопитомниках Казахстана достигнута высокая приживаемость (до 85 %) черенков и саженцев, против 46-60 % на контроле.

УДК 631.347

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ПОЛОСОВЫХ ШЛАНГОВЫХ ДОЖДЕВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛИВА МАЛЫХ ПЛОЩАДЕЙ

В. В. Тихонов

ФГНУ ВНИИ «Радуга», Коломна, Россия

Основным требованием к оросительным системам крестьянских (фермерских) хозяйств является обеспечение условий, гарантирующих получение устойчиво высоких урожаев при любых погодных условиях, при минимальных затратах труда и при высокоэффективном использовании земельных, водных и энергетических ресурсов.

В зарубежной практике разработаны и широко применяются для полива различных культур на небольших мелкоконтурных участках и полях со сложной конфигурацией полосовые шланговые дождевальные установки, осуществляющие полив в движении и позиционный полив в автоматизированном режиме. Все многообразие этих установок базируется на принципе подачи воды от гидрантов закрытых оросительных сетей по длинномерным гибким водоводам, в качестве которых используются либо полиэтиленовые трубы, либо высоконапорные плосковорачиваемые шланги.[1]

В различных странах используются полосовые шланговые дождевальные установки с широким диапазоном расхода воды – от 5 до 50 л/с для полива участков площадью от 5...10 до 50...60 га. К таким установкам относятся дождеватели марки «Sigma» (Чехия), ИДЛ (Болгария), многочисленные типы и модификации полосовых дождевателей фирм «Иррифранс», (Франция), «Бауэр» (Австрия), «Wright Rain» (Великобритания), «Perrot Regnesban GmbH» (Германия), «Ocmis Irrigazion» (Италия), «Lindsay Manufacturing Co», «Angus Irrigation», «John Pett», «Rainmatic Mobile Irrigator» (США).[2]

В практике отечественного сельского хозяйства применяются шланговые дождеватели разработок ФГНУ ВНИИ «Радуга» ДШ-0,6; ДШ-1; ДШ-2, а также иностранного производства вышеперечисленных фирм. В СССР были разработаны шланговые дождевальные установки ДШ-10, ДШ-30, ДДС-30, Агрос-32, Агрос-75 (рис. 1), которые не нашли широкого применения в практике орошаемого земледелия.

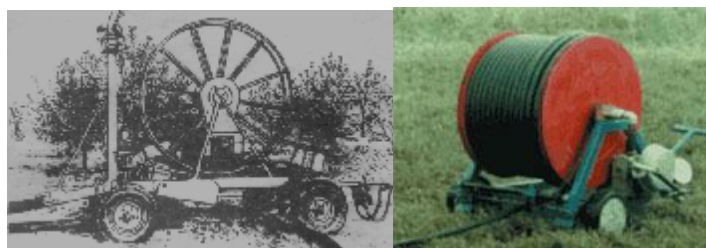


Рис.1. Передвижной шланговый дождеватель
ДДС-30 (слева) и «Агрос-32» (справа)

Общей конструктивной особенностью полосовых дождевателей является наличие шасси (одноосное или двухосное) на пневматических колесах, на котором обычно монтируется намоточный барабан для шланга, привод движения шасси и привод намоточного барабана, дождевальная аппаратура, который может быть перемещающимся.

По способу и характеру привода рабочего и транспортного движения шасси можно все модели полосовых шланговых дождевателей подразделить на две основных группы:

- шланговые дождеватели первого типа;
- шланговые дождеватели второго типа [3].

У шланговых дождевателей первого типа двухколесное шасси не имеет привода рабочего движения и в процессе полива оно стоит постоянно у гидранта закрытой оросительной сети.

Дождевальная аппаратура (дальнеструйная или среднеструйная), чаще секторного действия, устанавливается на отдельном штативе с колесными опорами или на полозьях с возможностью регулирования ширины колеи штатива и высоты расположения дождевальной аппаратуры. Стояк дождевальной аппаратуры подключается к свободному концу шланга и штатив вместе с дождевальной аппаратурой в процессе полива автоматически перемещается за счет намотки шланга на намоточный барабан. Рабочий привод намоточного барабана чаще всего гидравлический (гидроцилиндр поршневой, сильфонный или гидротурбинный) с системой механических передач, иногда от двигателя внутреннего сгорания или от электропривода. Ускоренная намотка шланга может осуществляться от вала отбора мощности трактора, используется для перебазирования дождевателя с позиции на позицию или с одного поля на другое. Система автоматики обеспечивает прекращение водоподдачи к дождевальной аппаратуре в конце полива, при падении давления ниже требуемого, при неправильной намотке шланга на барабан; сливной клапан или компрессор обеспечивает удаление воды из шланга после окончания полива на поливаемой полосе, а саморегулирующийся клапан перед входом воды в дождеватель предотвращает возникновение гидроудара.

Шланговые дождеватели второго типа с гибким полиэтиленовым трубопроводом отличаются тем, что трех- или четырехколесные шасси имеют привод рабочего движения и в процессе полива самостоятельно передвигаются по поливаемой полосе за счет энергии потока оросительной воды. На раме шасси смонтирован барабан для намотки шланга, тяговая лебедка с тросом, гидропривод, дождевальная аппаратура. Передние колеса шасси управляются водилом и обеспечивают заданное направление движения дождевателя по тросу. Гибкий шланг свободным концом подключается к гидранту закрытой оросительной сети и в процессе полива сматывается с барабана и укладывается по поливаемой полосе. Рабочее движение дождевателя по полосе осуществляется от тяговой лебедки тросом, свободный конец которого закоривается в конце поливаемой полосы, соответствующей заданной поливной норме. Перебазировка дождевателя на другую рабочую позицию или на другое поле производится трактором.

Полусамходные дождеватели с плосковорачиваемым шлангом также монтируются, как правило, на четырехколесном шасси с управляемыми передними колесами. На шасси, как и у дождевателей второй группы, смонтирован намоточный барабан, тяговая лебедка с тросом, гидропривод (цилиндровый, турбинный) лебедки, компрессор и дальнеструйный дождевальная аппарат. Передние колеса управляются водилом и обеспечивают движение дождевателя по тросу. При поливе рабочее движение дождевателя осуществляется от гидропривода тяговой лебедкой, обеспечивая движение в автоматизированном режиме со скоростью, определяемой величиной поливной нормы. Намоточный барабан может размещаться как в вертикальной плоскости, например, у BAUER, так и в горизонтальной плоскости, например у дождевателей фирмы «Angus Irrigation» (США) (рис.2); у ряда моделей используются двух- и трехколесные шасси. В отличие от дождевателей второй группы в процессе автоматизированного полива плосковорачиваемый шланг не наматывается на барабан, а протаскивается по полю, образуя петлю. После окончания полива на полосе шланг освобождается при помощи компрессора от воды и наматывается на барабан, вращение которого осуществляется или от вала отбора трактора, или от гидродвигателя. После намотки шланга и троса дождеватель трактором перемещается на другую рабочую позицию или на другое поле.

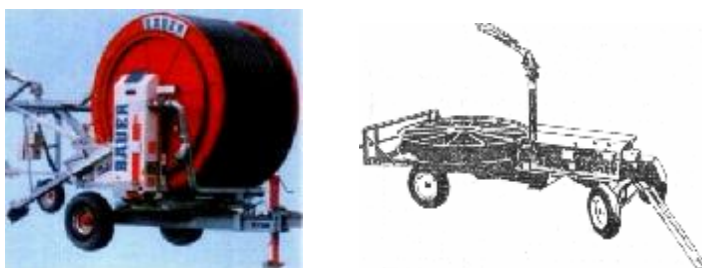


Рис. 2. Вертикальное и горизонтальное расположение намоточного барабана у шланговых дождевателей

Самходные шланговые полосовые дождеватели с гибким полиэтиленовым шлангом, в отличие от полусамходных, имеют дополнительно автономный двигатель внутреннего сгорания. Конструктивно эти дождеватели выпускаются двух типов: с продольным или поперечным размещением намоточного барабана в вертикальной плоскости. На четырехколесном шасси смонтированы гидропривод (чаще турбинный) и механизмы передачи движения на ведущие колеса шасси и на привод вращения намоточного барабана, дождевальная аппарат, автоматизированная система контроля движения шасси по шлангу, раскладываемому по полосе полива. Полив осуществляется автоматизированно в движении со скоростью, соответствующей поливной норме, от гидропривода. Раскладка гибкого шланга по поливаемой полосе и переезд на другую рабочую позицию или на другое поле осуществляется при помощи автономного двигателя внутреннего сгорания.

В последнее время появились модели полосовых шланговых дождевателей, у которых вместо одного дальнеструйного дождевального аппарата устанавливается два-три среднеструйных аппарата или дождевой пояс в виде простейшей двухконсольной облегченной фермы, в том числе многосекционной, с короткоструйными дождевальными насадками. Такие фермы устанавливаются либо на штативах (салазках) дождевателей стационарного типа, либо – на шасси моделей дождевателей самоходного и полусамоходного типа. Это обеспечивает снижение давления воды, улучшение структуры дождя, большую устойчивость к ветровому воздействию, высокую равномерность распределения слоя дождя по орошаемой полосе.

В Российской Федерации дождевальные установки и агрегаты аналогичных типов промышленностью не выпускаются, хотя в бывшем СССР было разработано несколько типов шланговых дождевателей полосового действия, в том числе стационарного типа ДШ-10 и ДШ-30 и полусамоходный типа ДДС-30, Агрос-32, Агрос-75, а для полива селекционных участков ДНК-22.

Основные принципиальные схемы самоходных шланговых дождевателей представлены на рисунке 3. В зависимости от вида шланга (что, в свою очередь, обуславливает конструкцию и технологию работы самоходного шлангового дождевателя) они подразделяются на два типа: с плоскостворачиваемым рукавом (вариант 1, рис.3) и с полиэтиленовым шлангом (вариант 2, 3, 4).

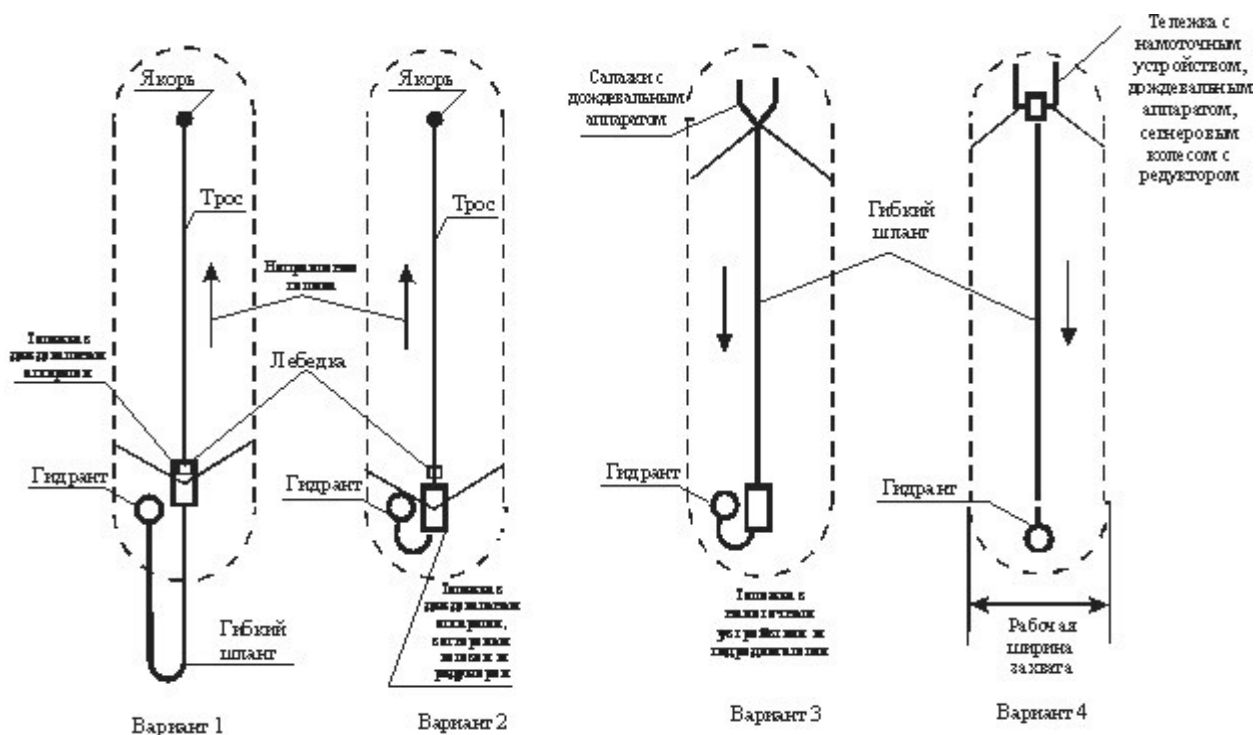


Рис. 3. Основные технологические схемы работы самоходных шланговых дождевателей

Наибольшее распространение получили 2 и 3 варианты шланговых дождевателей с диаметрами шлангов от 40 до 135 мм и расходом воды от 1,6...2,5 л/с до 30...47 л/с.

К основным недостаткам шланговых дождевателей отечественного и зарубежного производства следует отнести: потребность в транспортном средстве для их перемещения с позиции на позицию; необходимость обеспечения высокого давления воды на входе; низкое качество создаваемого искусственного дождя.

Основные направления совершенствования шланговых дождевателей могут быть следующими:

- снижение потерь напора в питающем шланге;
- повышение КПД и упрощение конструкций привода;
- улучшение качественных характеристик дождя;
- замена металлоконструкций новыми материалами для снижения материало- и энергоемкости;
- повышение срока службы дождевателей;
- совершенствование конструкции опорных оснований дождеобразующих устройств с целью использования установок на больших уклонах;
- изменение характера труда оператора за счет внедрения микропроцессорной техники и полной автоматизации полива.

Литература.

1. Мелиоративная энциклопедия. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-Т.1(А-К).-с.438
2. Проспекты зарубежных и отечественных фирм и предприятий.
3. Винокур Е.Я., Рязанцев А.И., Лапидовский А.К., Евтюхин В.И. Полосовые шланговые дождеватели. Мелиорация и водное хозяйство: обзорная информация /ЦБНТИ Госконцерна «Водстрой», - М., 1991.

УДК 635.64:631.674.6

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНИКИ ПОЛИВА И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Е.А. Ходяков, П.И. Кузнецов
ВНИИОЗ, Волгоград, Россия

В связи с обострившимся дефицитом пресной воды в отдельных регионах мира все активнее осуществляется поиск ресурсосберегающих способов орошения, одним из которых является капельное.

Для любого способа орошения ведущие ученые-мелиораторы, такие как А.Н. Костякова [1], Б.Б. Шумаков [2], М.Н. Багров [3], И.П. Кружилин [4], М.С. Григоров [5] и др., считают поливную норму основным элементом техники полива. При установлении поливной нормы в каждом конкретном случае определяются водно-физические свойства почвы и учитываются биологические особенности сельскохозяйственных культур.

В орошаемом земледелии базовой для расчета поливных норм при любом способе полива является формула А.Н. Костякова [1]:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot (W_{\text{нв}} - W_{\text{п}}), \quad (1)$$

где m – поливная норма, м³/га; h – глубина активного слоя, м; α – плотность почвы, т/м³; $W_{\text{нв}}$ и $W_{\text{п}}$ – средняя влажность активного слоя почвы, соответственно при наименьшей влагоемкости и перед поливом, % от массы сухой почвы.

Специфические особенности капельного орошения, связанные с локальным увлажнением почвы, не позволяют применить общеизвестную формулу (1) А.Н. Костякова для определения величины поливных норм вегетационных поливов, поскольку часть площади остается неувлажненной.

Для садов, согласно СНиП 2.06.03-85 “Капельное орошение” [6] поливная норма определяется по формуле:

$$m_{\text{yu}} = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot S \cdot (W_{\text{yd}} - W_{\text{g}}), \quad (2)$$

где m_{yu} – поливная норма, м³/га; S – доля площади, подлежащая увлажнению;

h – глубина активного слоя почвы, м; α – плотность почвы, кг/м³; $W_{\text{нв}}$ и $W_{\text{п}}$ – средняя влажность активного слоя почвы, соответственно при наименьшей влагоемкости и перед поливом, % от массы сухой почвы.

$$S = (n \cdot W) / (a \cdot v), \quad (3)$$

где n – число капельниц (водовыпусков) под одним растением; W – площадь увлажнения одним водовыпуском, м²; a – расстояние между деревьями, м; v – расстояние между рядами деревьев, м.

В соответствии с “Дополнением к СНиП 2.06.03-85. “Капельное орошение” [7] при тех же составляющих поливная норма ($m_{\text{нг}}$) в условиях локального увлажнения почвогрунта определяется по формуле:

$$m_{\text{нг}} = 10 \cdot h \cdot \alpha \cdot S \cdot (W_{\text{нв}} - W_{\text{п}}).$$

Это практически та же формула (2), только $m_{\text{нг}}$, $W_{\text{нв}}$, $W_{\text{п}}$ измеряются в миллиметрах.

Величину поливной нормы при очаговом и полосовом капельном орошении О.Е. Ясониди [8] рекомендует определять по зависимости:

$$m = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot K_{\text{к}} / (2,0 - 2,0 K_{\text{к}} + K_{\text{к}}^2)^{0,5} \cdot (\beta_{\text{в}} - \beta_{\text{н}}), \quad (4)$$

где m – поливная норма, м³/га; h – глубина очага увлажнения, м; α – плотность расчетного слоя почвы, т/м³; $\beta_{\text{в}}$ и $\beta_{\text{н}}$ – верхний и нижний пределы средней влажности почвы в объеме контура увлажнения, % от массы почвы; $K_{\text{к}}$ – доля площади питания, увлажняемая при поливе (табл. 1)

Н.А. Мосиенко [9] рекомендует поливную норму (m) для капельного орошения определять по следующей формуле:

$$m = E \cdot K_{\text{б}} \cdot K_{\text{п}} \cdot n \quad (5)$$

где $K_{\text{б}}$ – биологический коэффициент; $K_{\text{п}}$ – отношение между увлажняемой и общей площадью участка орошения; n – межполивной период, сут.

Нами предлагается влажностный метод определения поливной нормы. Он базируется на использование известной связи между влажностью почвы в весовых и объемных процентах

$$W_{\text{v}} = W \cdot d, \quad (6)$$

где W_v - влажность почвы в объемных процентах; W – влажность почвы в весовых процентах, то есть в процентах от веса абсолютно сухой почвы; d – плотность почвы, $т/м^3$.

Таблица 1. Параметры локального увлажнения почвы под различными культурами

Возделываемая культура	Глубина распространения массы корней, м	Площадь питания, $м^2$	Характеристика очага увлажнения			Коэффициент, K_k
			Глубина, м	Площадь контура увлажнения, $м^2$	Ширина полосы	
Семечковые	0,8-1,0	8-64	0,8-1,0	2-6	1,0-1,5	0,1-0,3
Косточковые	0,6-0,8	8-36	0,6-0,8	2-4	1,0-1,5	0,1-0,3
Ореховые	1,0-1,5	48-64	1,0-1,5	4-6	1,0-1,5	0,1-0,3
Виноградники и хмельники	0,6-1,0	2-4	0,6-1,0	0,6-1,2	0,8-1,2	0,3-0,4
Овощные открытого грунта	0,4-0,5	0,1-0,2	0,4-0,5	-	0,7	0,9-1,0
Овощные в теплицах	0,3-0,4	0,1-0,3	0,3-0,4	0,6-0,18	0,4-0,9	0,6-0,7

Определить значение влажности почвы, задаваясь шириной и глубиной промачивания (в зависимости от фазы развития растений) можно для любой сельскохозяйственной культуры определить поливную норму, требуемые объемы водоподачи и продолжительность полива при капельном орошении (табл. 2).

Таблица 2. Пример режима полива томатов при ширине полосы увлажнения 0,3 м

Слой почвы, м	Показатели элементов техники полива					
	Объем подаваемой воды, $м^3$		Поливная норма $м^3/га$		Время полива	
	5 % НВ	10 % НВ	5 % НВ	10 % НВ	5 % НВ	10 % НВ
0-0,1	0,61	1,23	3,39	6,83	0,12	0,25
0,1-0,2	1,21	2,43	6,72	13,50	0,25	0,50
0,2-0,3	1,79	3,59	9,94	19,94	0,40	0,80
0,3-0,4	2,37	4,75	13,17	26,39	0,50	1,00
0,4-0,5	2,93	5,87	16,28	32,61	0,60	1,20

На основании вышеизложенного метода требуется ежегодно выполнять следующие операции:

1) в начале каждого сезона вегетации определять наименьшую влагоемкость и плотность почвы;

2) в течение вегетации постоянно вести наблюдения за динамикой влажности почвы, производя своевременно поливы для повышения уровня водообеспеченности растений для заданного верхнего порога влажности почвы;

3) для учета развития корневой системы сельскохозяйственных культур вглубь и в стороны, при выборе объема водоподачи, поливной нормы и продолжительности полива, своевременно изменять их величины.

Израильские ученые [10] определяют количество требуемой поливной воды на основании данных испарения с наземного испарителя, закрытого экраном. Использование этого метода требует проведения массовых исследований для определения соотношения (коэффициента) между испарением с водной поверхности и количеством воды, которое используют сельскохозяйственные культуры на каждом этапе их развития (транспирацию) в конкретных почвенно-климатических условиях.

Учеными Всероссийского НИИ орошаемого земледелия [11] разработан метод определения поливных норм для ленточных полосовых поливов, базирующийся на расчете водоподачи в промачиваемый под одну капельницу контур, заданной глубины и ширины полосы увлажнения с дальнейшим перерасчетом на 1 га в зависимости от расстояний между капельницами и увлажнителями.

Объем водоподачи (V , л или m^3) на любой участок увлажнителя, обслуживаемый одной капельницей определяется по формуле:

$$V = a \cdot b \cdot h \cdot \alpha (W_{\text{вп}} - W_{\text{нп}}), \quad (7)$$

где a – расстояние между капельницами, м; b – ширина полосы увлажнения, м;

h – глубина слоя промачивания, м; α – плотность почвы, m/m^3 ; $W_{\text{вп}}$ и $W_{\text{нп}}$ – верхний (заданный) и нижний (предполивной) порог влажности почвы, % от массы сухой почвы.

Продолжительность полива (t , ч) определяется по зависимости:

$$t = V/d, \quad (8)$$

где V – объем водоподачи, л; d – фактический расход одной капельницы, л/ч.

Поливная норма (m , $m^3/\text{га}$) находится по следующей зависимости:

$$m = (V_1 \cdot t) / F_1, \quad (9)$$

где V_1 – объем водоподачи в течение одного часа, $m^3/\text{г}$; t – продолжительность полива, ч; F_1 – площадь одновременного полива га, находится по формуле:

$$F_1 = b \cdot k \cdot l, \quad (10)$$

где b – расстояние между капельными линиями, м; k – количество капельных линий, м; l – длина капельной линии, м.

Согласно выполненным расчетам (табл. 3) для условий Волго-Донского междуречья после 2-х часов полива томатов влажность почвы в расчетном контуре увлажнения при $a = 0,4$ м, $b = 0,6$, $h = 0,5$, $\alpha = 1,29 m/m^3$ из формулы (7) и $d = 1,55$ л/га из формулы (8) увеличивается от 90 до 98,3 % НВ.

Таблица 3. Изменение влажности почвы после полива в расчетном контуре при различных предполивных порогах влажности

Предполивная влажность почвы, % НВ	Влагозапасы в расчетном контуре, W_n		Продолжительность полива, ч	Объем водоподдачи за один полив, л	Конечные влагозапасы в расчетном контуре, W_k		
	$м^3$	л			л	$м^3$	% НВ
90	0,0338	33,8	2	3,10	36,90	0,03690	98,3
80	0,0301	30,1	3	4,65	34,75	0,03475	92,6
70	0,0262	26,2	4	6,20	32,40	0,03240	86,4
60	0,0225	22,5	5	7,75	30,25	0,03025	80,6

После 3-х часового полива влажность почвы увеличивается до 80,0 до 92,6 % НВ, после 4-х часов – от 70,0 до 86,4 % НВ, после 5-ти часов – от 60,0 до 80,6 % НВ. Следовательно, с учетом имеющегося испарения и бакового оттока воды за пределы контура увлажнения, своевременные поливы нормой, рассчитанной по формуле (7), позволяют поддерживать влажность почвы в полосе заданного контура увлажнения соответственно в пределах 90-95, 80-90, 70-85, 60-80 % НВ.

Литература

1. Костяков А.Н. Основы мелиораций. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.
2. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: Справочник. Под ред. Шумакова Б.Б. – М.: Колос, 1999. – 432 с.
3. Багров М.Н. Резервы повышения эффективности использования орошаемого поля // Водосберегающие технологии оросительных мелиораций: Сб. науч. тр. ВСХИ. – Волгоград, 1993. – С. 4-14.
4. Кружилин И.П. Управление водным режимом почвы для получения запланированных урожаев при орошении // Сб. науч. тр. Волгоградский СХИ. – Волгоград, 1981. – т. 76. – С. 17-35.
5. Григоров М.С., Боровой Е.П., Ходяков Е.А. Основные факторы, влияющие на продуктивность кормовых культур при внутрипочвенном орошении // Тр. Алтайского гос. аграр. Ун-та. – Барнаул, 2000. С. 50-55.
6. Капельное орошение (пособие с СниП 2.06.03-85). «Мелиоративные системы и сооружения». – Введ. 11.04.86. – М., В/о «Союзводпроект», 1986. – 147 с.
7. Дополнение в СниП 2.06.03-85 «Капельное орошение». Проектирование систем капельного и подкранового орошения на базе технических средств Симферопольского завода. – М., В/о «Союзводпроект», 1988. – 118 с.
8. Ясониди О.Е. Проектирование систем капельного орошения // Тр. НИМИ. – Новочеркасск, 1984. – 101 с.
9. Мосиенко Н.А. Справочник по орошаемому земледелию. – Саратов: Приволж. Кн. Изд-во, 1993. – 432 с.
10. Hauseberg I., Soil-water-plant relationships-Israel, 1995. – p. 5-6.

11. Патент РФ № 2204241 МКИ А 01 G 25/02. Способ определения поливных норм при капельном орошении томатов / И.П. Кружилин и др. – 2001128337/13; Заявл. 18.10.2001, опублик. 20.05.2003.

УДК 631.674

ТЕХНОЛОГИИ МАЛООБЪЕМНОГО ОРОШЕНИЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Храбров М.Ю.

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Характерным признаком малообъемных способов орошения является подача дозированных поливных норм, согласованных по объему с водопотреблением растений и обеспечивающих поддержание влажности почвы в корнеобитаемом слое в оптимальных пределах благодаря возмещению эвапотранспирации поля за предшествующий период.

Основные признаки, которым должны соответствовать способы малообъемного орошения:

1. Отсутствие глубинного и поверхностного стока.
2. Возможность поддержания водно-воздушного и температурного режимов почвы в оптимальных пределах за счет непрерывной (или с небольшими перерывами) подачи оросительной воды в течение вегетационного периода.
3. Дозирование поливных норм в соответствии с водопотреблением растений за межполивной период (ежедневная поливная норма от 20 до 80 м³/га в зависимости от климатических особенностей и суточного водопотребления).
4. Адаптированность оросительных систем к применению на различных уклонах местности и к изрезанному рельефу (системы малообъемного орошения применимы на уклонах от 0,001 до 0,3).
5. Принцип модульного комплектования конструкций оросительных систем (комплекты оросительных систем проектируются на площадь от 1 до 10 га).
6. Взаимозаменяемость отдельных элементов оросительных систем (при изменении состава культур на орошаемых полях имеется возможность, не меняя водопроводящую сеть, изменить только водораспределительные устройства).
7. Соответствие конструкций оросительных систем высокой степени механизации и автоматизации процесса полива.

Анализ способов орошения позволил выделить технологии, которые отвечают вышеперечисленным основным признакам. Эти технологии представлены на морфологической схеме существующих способов орошения (рис. 1).

Технология капельного орошения и подкоронового микродождевания при выращивании садовых культур

Оптимальными параметрами для развития плодовых культур и виноградарников являются температура воздуха в пределах до 25⁰С и поддержание влажности почвы в корнеобитаемом слое не ниже 70...80% НВ. Для этих культур во всех засушливых зонах обязательен осенний влагозарядковый полив, который производится после уборки урожая.

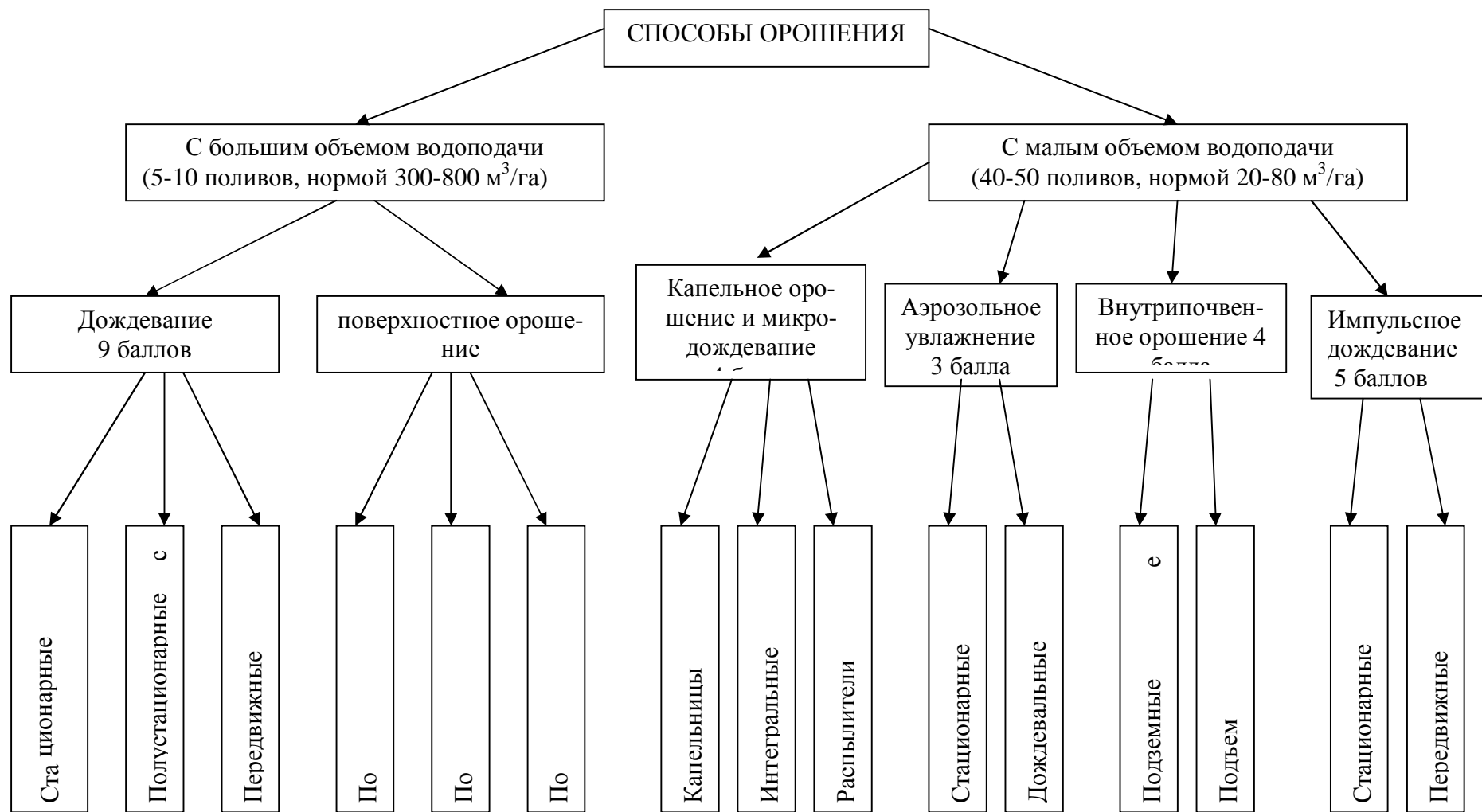


Рис.1. Морфологическая схема существующих способов орошения

Влагозарядковый полив там, где он не давался осенью, можно проводить в сухие весны и перед началом сокодвижения.

Во время вегетационного периода для поддержания оптимальной влажности почвы на каждом этапе развития растений проводятся увлажнительные поливы, частота их проведения может быть ежедневной, или с разрывом в несколько дней. Подачу удобрений, когда это требуется по технологии возделывания культуры, можно совмещать с проведением поливов. Интенсивность водоподдачи увеличивается в наиболее напряженные периоды вегетации с последующим постепенным снижением к фазе созревания плодов. В фазу накопления сахара в плодах необходимо полное прекращение поливов (табл.1).

Таблица 1. Технология капельного орошения и подкоронового микродождевания при выращивании садовых культур

Поливы	Влагозарядковый полив		Вегетационный полив	Вегетационный полив	Вегетационный полив	Вегетационный полив	Вегетационный полив	Вегетационный полив	Вегетационный полив	Влагозарядковый полив	
Сельскохозяйственные мероприятия	Обрезка	Культивация ветвей	Опрыскивание растений	Опрыскивание растений	Опрыскивание растений	Опрыскивание растений	Сбор плодов	Начало урожая	Массовый сбор урожая		
Фазы вегетации		Начало движения	Появление и сок стьев	Бутонизация	Цветение а зование	Рост	Созревание плодов	Налив	Накопление а хара		
Номера операций	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

сб

Технология мелкодисперсного дождевания пшеницы

При возделывании озимой и яровой пшеницы очень важно на каждом этапе органогенеза поддерживать оптимальный уровень содержания влаги в почве. Для озимой пшеницы во всех засушливых зонах обязательны осенний влагозарядковый полив, для яровой пшеницы - весенний. В Нижнем Поволжье число вегетационных поливов колеблется для озимой пшеницы от 3 до 4, для яровой пшеницы - от 4 до 5.

Однако в условиях высоких температур и низкой относительной влажности воздуха растениям не хватает воды даже при достаточном количестве её в почве. Повышение относительной влажности воздуха в период формирования

цветка способствует увеличению их количества и создает благоприятные условия для оплодотворения. Оптимальная для формирования урожая пшеницы температура воздуха 20-24°C. При низкой влажности воздуха имеет место частичная стерилизация цветения, следовательно, и снижение урожайности на 25-30% (табл.2).

Таблица 2. Технология мелкодисперсного дождевания в сочетании с традиционными способами полива при выращивании озимой пшеницы

Номера операций	Фазы вегетации	Сельскохозяйственные приемы	Поливы
1		Вспашка	
2	Сев		Вегетационный
3	Кущение	Весенняя м-ка	
4		Боронование	
5	Выход в трубку	подкормка	полив
6			Вегетационный
7	Стеблевание		Мелкодисперсное дождевание
8			Мелкодисперсное дождевание
9	Колошение		Вегетационный
10			до Мелкодисперсное дождевание
11	Цветение		Мелкодисперсное дождевание
12			полив Вегетационный
13	Налив		Мелкодисперсное дождевание
14	Зерновая е-лость		Мелкодисперсное дождевание
15	Полная спелость	Уборка	полив

Технология импульсного дождевания кукурузы

Оптимальная для развития кукурузы температура воздуха 20-25°C. Более высокая температура воздуха оказывает неблагоприятное воздействие на развитие растений. Повышение температуры более 25°C и снижение влажности воздуха до 30% во время цветения приводит к потере жизнеспособности пыльцы. Поэтому улучшение фито- и микроклимата при ежедневных круглосуточных поливах синхронно в соответствии с водопотреблением растений системой импульсного дождевания приводит к повышению продуктивности посева и увеличению урожайности зерна на 15-20% (табл.3).

Разработанные технологии малообъемного орошения при выращивании различных сельскохозяйственных культур обеспечивают:

-значительное снижение глубинного и поверхностного сбросов,

-существенное сокращение испарения с поверхности почвы за счет увлажнения только 30% площади, например, при капельном орошении,

-гидромодуль в условиях степной и сухостепной зон близок к величине эвапотранспирации и колеблется в зависимости от климатических условий от 0,3 до 0,8 л/с.га.

Таблица 3. Технология импульсного дождевания при выращивании кукурузы

Номера операций	Фазы вегетации	Сельскохозяйственные мероприятия	Поливы
1		Всходы	
2	Сев	Весенняя д- кормка	Импульсное дождевание
3	всходы		
4	5 листьев	Опрыскивание по подкормка	Импульсное дождевание
5	9 листьев		Импульсное дождевание
6	13 листьев		Импульсное дождевание
7			Импульсное дождевание
8	Вымётывание метелки		Импульсное дождевание
9	Цветение		Импульсное дождевание
10			Импульсное дождевание
11	Молочная спелость		Импульсное дождевание
12			Импульсное дождевание
13			Импульсное дождевание
14	Восковая е- лось	Уборка	
15	Полная е- лось	Уборка на силос	

При малообъёмном орошении обеспечивается равномерное распределение воды в почвенном слое, эффективное использование удобрений и различных средств защиты растений. Создание наиболее благоприятного для роста и развития растений водно-воздушного, питательного режимов почвы, позволяет получать высокие и устойчивые урожаи.

УДК 581.526.426.52

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ГАЛОФИТОВ И ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СОЛЕУСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Н.З. Шамсутдинов

ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, Москва, Россия

Около 30% поверхности материков Земного шара, согласно В.А. Ковды (1973) занимают замкнутые, геохимически бессточные территории, где созда-

ются условия для накопления в почвах и грунтовых водах легкорастворимых солей.

Экологические условия засоленных почв и солончаков весьма неоднородны. В зависимости от генезиса, они отличаются характером и степенью засоления, расположением засоленных горизонтов по почвенному горизонту, гранулометрическим составом, плотностью сложения и другими свойствами. Эти земли могут быть успешно освоены с помощью галофитов.

Галофиты – группа экологически и физиологически специализированных видов растений, произрастающих на засоленных почвах, способных пройти полный жизненный цикл, формируя при этом относительно высокую растительную и семенную продукцию.

Растительные ресурсы галофитов имеют большое значение для освоения засоленных земель в качестве кормовых, лекарственных, масличных растений, энергоносителей и растений – биомелиорантов (Aronson, 1989; Шамсутдинов, Шамсутдинов, 1998; Шамсутдинов, 2003).

Мировая флора насчитывает около 2000 видов галофитов (Menzel, Lieth, 1999), которые относятся к 550 родам и 120 семействам. Спектр десяти ведущих семейств по содержанию галофитов (табл. 1) образуют *Chenopodiaceae*, *Poaceae*, *Asteraceae*, *Plumbaginaceae*, *Aizoaceae*, *Cyperaceae*, *Papilionaceae*, *Tamaricaceae*, *Areaceae*, *Zygophyllaceae*, насчитывающие более половины (56,17%) всех видов флоры галофитов мира.

Таблица 1. Количественные показатели ведущих семейств мировой флоры галофитов (на основе анализа данных Aronson, 1989)

Семейства	Количество		% от общего числа галофитов	
	видов	родов	видов	родов
<i>Chenopodiaceae</i>	370	65	23,75	11,82
<i>Poaceae</i>	137	57	8,79	10,36
<i>Asteraceae</i>	69	39	4,43	7,09
<i>Plumbaginaceae</i>	57	5	3,66	0,91
<i>Aizoaceae</i>	53	21	3,40	3,82
<i>Cyperaceae</i>	49	9	3,15	1,64
<i>Papilionaceae</i>	46	23	2,95	4,18
<i>Tamaricaceae</i>	39	3	2,50	0,55
<i>Areaceae</i>	28	16	1,80	2,91
<i>Zygophyllaceae</i>	27	11	1,73	2,00

Наибольшее количество галофитов содержится в семействе маревых *Chenopodiaceae* (23,75%). Существенна роль и других семейств. Так, в мировой флоре семейства *Poaceae* (137 видов), *Asteraceae* (69), *Plumbaginaceae* (57), *Aizoaceae* (53) являются не только исключительно галофильными, но и составляют ядро галофитов во всех флорах земного шара.

Среди полиморфных родов следует выделить *Atriplex* (111), *Limonium* (51), *Tamarix* (37), *Suaeda* (36), *Halosarcia* (23), *Sporobolus* (21), *Maireana* (17), *Frankenia* (15), *Salicornia* (15), *Salsola* (15) и др. 320 родов являются монотипными, что составляет 20,54% от общего числа галофитных видов мировой флоры галофитов.

Анализ флоры галофитов на родовом уровне показывает, что в ее составе насчитывается 550 родов с числом видов в каждом от 1 до 111. Крупнейшие роды мировой флоры галофитов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Количественные показатели крупнейших родов мировой флоры галофитов (на основе анализа данных Aronson, 1989)

Род	Число видов	% от общего числа видов галофитов	Род	Число видов	% от общего числа видов галофитов
<i>Atriplex</i>	111	7,12	<i>Prosopis</i>	13	0,83
<i>Limonium</i>	51	3,27	<i>Puccinellia</i>	13	0,83
<i>Tamarix</i>	37	2,37	<i>Spartina</i>	13	0,83
<i>Suaeda</i>	36	2,31	<i>Arthrocnemum</i>	12	0,77
<i>Halosarcia</i>	23	1,48	<i>Avicennia</i>	12	0,77
<i>Sporobolus</i>	21	1,35	<i>Lycium</i>	12	0,77
<i>Maireana</i>	17	1,09	<i>Pandanus</i>	12	0,77
<i>Frankenia</i>	15	0,96	<i>Sarcocornia</i>	12	0,77
<i>Salicornia</i>	15	0,96	<i>Zostera</i>	12	0,77
<i>Salsola</i>	15	0,96	<i>Eucalyptus</i>	11	0,71
<i>Juncus</i>	14	0,90	<i>Carex</i>	10	0,64
<i>Plantago</i>	14	0,90	<i>Rhizophora</i>	10	0,64
<i>Scirpus</i>	14	0,90	<i>Anabasis</i>	9	0,58
<i>Zygophyllum</i>	14	0,90	<i>Casuarina</i>	9	0,58

Все виды галофитов мировой флоры по отношению к засоленности субстрата и гранулометрическому составу почвы подразделяют, согласно J. Aronson (1989), на гипергалофиты (45,25%), ксерофиты и ксерогалофиты (29,59%), псаммогалофиты (16,69%) и другие группы (часмофиты, сорные, фреатофиты) – 6,35%.

Флора галофитов России насчитывает более 500 (512) видов. Это количество видов относится к 255 родам и 55 семействам.

Спектр ведущих семейств, содержащих наибольшее количество видов галофитных растений образуют *Asteraceae*, *Poaceae*, *Chenopodiaceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Ranunculaceae*, *Brassicaceae*, *Lamiaceae*, *Apiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Polygonaceae*, *Scrophulariaceae*, *Liliaceae*, *Rosaceae*, *Rubiaceae* (табл. 5), которые охватывают более половины (412) всех видов флоры галофитов России. Наибольшее число видов галофитов содержится в семействе *Asteraceae*, составляющей 15,1%. Наряду с этим семейством значительное количество видов имеется в семействах *Poaceae* (62 вида), *Chenopodiaceae* (48), *Fabaceae* (34), *Cyperaceae* (30), *Ranunculaceae* (23), *Brassicaceae* (21), *Lamiaceae* (21), *Apiaceae* (19), *Caryophyllaceae* (18), *Polygonaceae* (15), *Scrophulariaceae* (13), *Liliaceae* (11), *Rosaceae* (10), *Rubiaceae* (10).

Во Флоре галофитов России насчитывается 255 родов с числом видов от 1 до 23. Среди полиморфных можно выделить *Carex* (23), *Artemisia* (15), *Salsola* (9), *Trifolium* (9), *Ranunculus* (9), *Galium* (9), *Astragalus* (8), *Plantago* (8), *Euphorbia* (7), *Limonium* (7), *Polygonum* (7), *Veronica* (7), *Juncus* (6), *Stipa* (6), *Potentilla* (6), что составляет 1,18-4,51% от общего числа галофитов (Шамсутдинов и др., 2000).

Роды, виды и экотипы галофитов – это огромный ресурс селекции для создания солеустойчивых сортов кормовых галофитов.

По данным Д. Пастернака и др. (1986), выращивание ряда галофитов на кормовые цели в чистом виде и смесях при орошении морской водой может обеспечить урожай, равный урожаю орошаемой пресной водой люцерны.

По данным O' Leary (1985), при орошении морской водой высокая урожайность может быть получена от ряда галофитов, например, *Atriplex nummularia*. Наиболее урожайные кормовые растения – галофиты дают от 8 до 17 т/га сухой массы, или выход протеина соответственно 0,6-2,6 т/га, что сопоставимо с люцерной, орошаемой пресной водой.

Опыты показали, что кроме видов рода *Atriplex* важным резервом для круглогодичного производства кормов в условиях деградированных и засоленных земель являются представители родов *Chenopodium*, *Kochia*, *Maireana*, *Salicornia*, *Salsola*, *Suaeda*.

Проведены опыты по выращиванию *Kochia scoparia* в условиях Нижнего Поволжья на вторично засоленных почвах на базе Астраханской опытно-мелиоративной станции. Испытывались 19 образцов *Kochia scoparia*. Наибольшей продуктивностью по сбору сухого вещества и семян отличались образец К-301 (Гузарский район Узбекистана) и образец К-345 (Чарджоу, Туркменистан), давшие 12,3-14,1 т/га сухой кормовой массы и 1,1-1,2 т/га семян.

Как показывает отечественный опыт, основной принцип мелиоративного севооборота состоит в использовании в первые годы галофитов, с последующим переходом к смешанным посевам галофита с кормовой культурой и постепенным, по мере рассоления почвы, увеличением площади под кормовой культурой. При надземной массе 10 т/га галофиты выносят около 4,5 т/га солей. Кроме этого, галофиты, затеняя почву, препятствуют подъему солей из более глубоких слоев в верхние. "Эффект мульчи", создаваемый посевами галофитов, составляет около 2,5 т/га солей. Итого на участке, занятом галофитами, вынос солей из почвы достигает 9 т/га в год (Грамматикати, 1990).

В опыте, выполненном в Голодной степи, показана высокая мелиорирующая роль солодки голой на очень сильнозасоленных почвах. Содержание водорастворимых солей в пахотном слое почвы составило 3,0%, из них ионов хлора – 0,286-0,396 и гумуса – 0,41%. После посадки солодки голой на этом участке в метровом слое почвы количество плотного остатка снизилось до 1,5%, а ионов хлора – до 0,04% (Тухтаев и др., 1991).

Таким образом, опреснение почвы с помощью галофитов является важным способом удаления вредных для культурных растений солей из почвы.

Для этих целей используются ксерогалофильные и галофильные кустарники: тамарикс (*Tamarix* spp.), саксаул (*Haloxylon* spp.), солянка Палецкого (*Salsola paletzkiana*); полукустарники: прутняк стелющийся (*Kochia prostrata*), камфоросма Лессинга (*Camphorosma lessingii*), полынь солончаковая (*Artemisia halophila*), полынь Лерха (*Artemisia lercheana*), терескен серый (*Eurotia ceratoides*), ксерофильные многолетние травы: житняк сибирский (*Agropyron sibiricum*), ж. пустынный (*A. desertorum*), волоснец сибирский (*Elymus sibiricum*), типчак (овсяница бороздчатая), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*) и однолетние травы в соотношении 25%:70%:5%. Осенне-зимние пастбища характеризуются высокой устойчивой продуктивностью: в районах с годовой суммой осад-

ков 180-250 мм урожайность сухой кормовой массы составляет 1,0-1,2 т/га, а в районах с годовой суммой осадков 250-350 мм – 1,5-2,0 т/га.

Заключение

1. Растительные ресурсы галофитов природной флоры огромны и имеют большое значение для освоения в культуре в качестве кормовых, лекарственных, масличных растений, в качестве энергоносителей и растений-биомелиорантов. При освоении засоленных, песчаных, такыровидных, полупустынных, подтопленных и периодически затопляемых земель галофиты формируют 8-20 т/га сухого вещества, 1,0-3,5 т/га семян, обеспечивают получение до 1,5-2,5 т/га протеина. Способность галофитов к формированию высокой фитомассы в условиях засоленной среды составляет биологическую основу галофитного растениеводства.

2. Галофитное растениеводство, использующее для производства кормов, лекарственного и масличного сырья культуру галофитов и соленые воды (морская, коллекторно-дренажные и подземные источники) для орошения, может стать крупным источником производства сельскохозяйственной продукции и эффективным средством освоения новых территорий, непригодных для выращивания традиционных сельскохозяйственных культур.

Литература

1. Грамматикати О.Г. Перспективы использования минерализованных вод для орошения галофитов. Мелиорация и водное хозяйство. 1990, 9.
2. Ковда В.А. Основы учения о почвах. Кн. 2, – М., 1973: 468.
3. Тухтаев Б.Е., Халилов А.М., Хайдаров Н. Изучение изменения некоторых агрохимических свойств сильнозасоленной почвы под влиянием солодки // Изучение и использование солодки в народном хозяйстве СССР, Алма-Ата: Гылым, 1991: 100-102.
4. Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З. Галофиты России, их экологическая оценка и использование. – М., 2000: 399.
5. Шамсутдинов Н.З. Генетические ресурсы галофитов и перспективы их использования в интродукции и селекции // Адаптивные системы и природоохранные технологии производства сельскохозяйственной продукции в аридных регионах Волго-Донской провинции – М.: Современные тетради, 2003: 295-303.
6. Шамсутдинов Н.З., Шамсутдинов З.Ш. Мировые растительные ресурсы галофитов и проблемы их многоцелевого использования в сельском хозяйстве. Сельскохозяйственная биология. Сер. Биология растений, 1998, 1: 3-17.
7. Aronson J. Haloph. A data base of salt tolerant plants of the World. Office of Arid Lands Studies. The University of Arizona. – Tucson, 1989: 77.
8. Menzel U., Lieth H. Annex.4: Halophyte database Vers.2 // In: Lieth H., Moshenko M., Lohman M., Kouyrou H-W., Hamdy A. (eds.): Halophyte uses in different climate. 1. Ecological and ecophysiological studies. Progress in Biometeorology. V. 13 – Leiden, Backhuys Publishers – 1999: 258.
9. O'Leary J.W. Halophytes. Arizona Land and People, 1985, 36, 3: 15.
10. Pasternak D., Aronson J.A., Ben-Dove J., Forti M., Mendlinger S., Nerd A., Sitton D. Development of new arid zone crops for the Negev desert of Israel. J. of Arid Environment, 1986, 11, 1: 37-59.

**РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ
ХЛОПЧАТНИКА НА ФОНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА**

А.В. Шуравилин
РУДН, Москва, Россия

Орошение хлопчатника из-за несовершенства техники и технологии поверхностного полива сопровождается большими потерями воды и неравномерностью увлажнения по площади, особенно на фоне вертикального дренажа, где интенсивность дренирования полей зависит от их удаления от скважины. В связи с этим нами были проведены полевые исследования с целью разработки более совершенной водосберегающей технологии бороздкового полива с учетом различной дренированности земель, обеспечивающей снижение расхода оросительной воды, равномерное увлажнение почвы, сохранение ее плодородия, уменьшение степени засоления почвогрунтов и повышение урожайности хлопчатника на староорошаемых серозёмно-луговых почвах Голодной степи.

Полевой опыт проводился в 1993-1995 гг. на среднесуглинистых серозёмно-луговых почвах колхоза «Ахмат Ясави» Джетысайского района Чимкентской области республики Казахстан. Верхний слой почвы (0- 40 см) характеризуется высоким содержанием гумуса (0,73%), слабощелочной реакцией (рН 7,6) малой емкостью поглощения (8,65 мг.экв./100 г), невысоким содержанием азота и фосфора (0,07 и 0,18%) и высоким количеством калия (2,06%). В метровом слое почвы плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость соответственно составляли 2,58 г/см³, 1,40 г/см³ и 45,8 %, а наименьшая влагоёмкость и максимальная гигроскопичность – 21,7 и 4,4 %.

Опыт заложен по единой схеме полива (табл. 1), как в зоне интенсивного действия вертикального дренажа на расстоянии до 210 м от скважины (участок 10), так и вне этой зоны на расстоянии 600-800 м от вертикальной скважины (участок 2).

Борозды нарезают в направлении скважины с уклоном 0,001-0,002 для увеличения равномерности увлажнения в зоне интенсивного действия дренажа, подачу воды осуществляли в головную часть борозды, которая размещалась на максимальном удалении от скважины.

Как показали исследования, вертикальный дренаж создаёт неравномерность скорости фильтрации по площади (200-250 мм/сут на расстоянии 10-20 м от скважины, 130-160 мм/сут на расстоянии 200-250 м и до 100-130 мм/сут на расстоянии 400-500 м) и неодинаковое впитывание воды по длине борозды. Поэтому для повышения равномерности увлажнения по длине поливной борозды в зоне эффективного действия дренажа (до 250 м) необходимо осуществлять ориентацию борозд. При этом головные участки борозд следует располагать на максимально возможном удалении от вертикальных скважин.

Таблица 1. Схема опыта

№№	Варианты опыта
1	Полив в каждую борозду с постоянным расходом ($q = 0,6$ л/с)
2	Полив в каждую борозду с переменным расходом: в период добегаания $0,8$ л/с и в период доувлажнения $0,4$ л/с ($q = 0,8/0,4$ л/с)
3	Полив с переменным расходом ($q = 0,8/0,4$ л/с) через борозду до цветения, с последующими поливами в каждую борозду
4	Все вегетационные поливы через борозду переменным расходом ($q = 0,8/0,4$ л/с).
5	Полив в каждую борозду с постоянным расходом ($q = 0,6$ л/с) с обработкой ложа борозды (первая треть длины уплотнена, последняя треть разрыхлена).

Поливы через междурядья способствовали улучшению водно-физических свойств почвы. По сравнению с поливом постоянной струёй плотность сложения почвы в слое 0-30 см снижается на $0,01...0,06$ г/см³, общая скважность увеличивается на $0,5...1,2\%$, а водопроницаемость на $10...15\%$.

Агрегатный состав и водопрочность серозёмно-луговых почв также изменялась в зависимости от технологии полива и интенсивности дренирования. Поливы через междурядья переменным расходом улучшают агрегатный состав почвы по сравнению с поливом постоянным расходом в каждую борозду. В пахотном слое (0-30 см) количество водопрочных микроагрегатов составляло $16,1...16,7\%$, агрономически ценных агрегатов – $62,3...64,9\%$, коэффициент структурности – $1,65...1,85$.

Ориентация борозд в зоне интенсивного действия дренажа (участок 1) улучшает водно-физические свойства, повышая содержание агрономически ценных агрегатов на $2,6\%$, коэффициент структурности на $0,2$, а водопрочных агрегатов на $0,6\%$, пористость на $0,7\%$, водопроницаемость на $20...25\%$ и уменьшает плотность сложения на $0,03$ г/см³.

Уровень залегания грунтовых вод в основном определяется интенсивностью дренажа. В среднем за три года на участке 1 глубина залегания грунтовых вод за вегетационный период составляла $334-336$ см, а на участке 2 – $254-258$ см. Таким образом, на участке 1 грунтовые воды в среднем за вегетацию опускались на 79 см ниже, чем на участке 2. На участке 1, в зоне эффективного действия дрены, средняя минерализация грунтовых вод составляла $2,76$ г/л по сухому остатку солей и $0,276$ г/л по хлор-иону, а на участке 2 с умеренной дренированностью – соответственно $3,59$ и $0,335$ г/л. Грунтовые воды в начале вегетации были слабоминерализованными, а в конце – среднеминерализованными с хлоридно-сульфатным типом засоления.

В зависимости от технологии полива и особенностей дренированности земель изменялись нормы и сроки поливов хлопчатника. При поливах как посто-

янной так и переменной струёй в каждую борозду относительная норма была наибольшей и в среднем составляла 3460-3474 м³/га на участке 1 и 2553-2576 м³/га на участке 2 (табл.2). Проведение поливов через борозду до цветения, а далее в каждую борозду способствовало снижению оросительной нормы на 5...8 %. Наименьшая оросительная норма наблюдалась в варианте 4 при поливах через борозду переменной струёй. На участке 1 она составляла 2600 м³/га, а на участке 2 –1937 м³/га, или была ниже, чем при поливах в каждую борозду на 32,4-33,3 %.

Таблица 2.Нормы и сроки поливов хлопчатника (среднее за 1993-1996 гг.)

№№ вар.	Поливы				Схема полива	Оросительная норма, м ³ /га
	1	2	3	4		
Участок 1						
1	<u>837</u> 21-24.06	<u>867</u> 5-8.07	<u>883</u> 18-21.07	<u>887</u> 2-4.08	1-3-0	3474
2	<u>837</u> 21-24.06	<u>857</u> 8-10.07	<u>890</u> 21-27-4.07	<u>877</u> 6-8.08	1-3-0	3461
3	<u>640</u> 21-24.06	<u>870</u> 6-8.07	<u>887</u> 19-20.07	<u>883</u> 3-4.08	1-3-0	3280
4	<u>640</u> 21-24.06	<u>650</u> 6-8.07	<u>650</u> 18-19.07	<u>660</u> 1-2.08	1-3-0	2600
5	<u>837</u> 21-24.06	<u>860</u> 9-11.07	<u>883</u> 23-26.07	<u>880</u> 7-10.08	1-3-0	3460
Участок 2						
1	<u>843</u> 25-29.06	<u>863</u> 13-16.07	<u>870</u> 30-31.07		1-2-0	2576
2	<u>840</u> 25-29.06	<u>853</u> 14-18.07	<u>870</u> 1.08		1-2-0	2563
3	<u>637</u> 25-29.06	<u>867</u> 13-15.07	<u>870</u> 29-31.07		1-2-0	2374
4	<u>637</u> 25-29.06	<u>647</u> 12-15.07	<u>653</u> 27-29.07		1-2-0	1937
5	<u>833</u> 25-29.06	<u>857</u> 15-18.07	<u>863</u> 3-5.08		1-2-0	2553

Примечание: числитель – средняя норма полива, м³/га, знаменатель – сроки полива в годы исследований

Это обусловлено тем, что при поливах через борозду поливная норма в среднем снижалась до 640...660 м³/га по сравнению с 840...890 м³/га при поливах в каждую борозду. В зоне интенсивного действия дренажа оросительная норма была выше в среднем на 903 м³/га или 35,2% при поливах в каждую борозду и на 663 м³/га или на 34,2% при поливах через борозду, по сравнению с зоной умеренного действия дренажа.

В период вегетации хлопчатника оптимальный режим влажности активного слоя почвы поддерживался четырьмя поливами по схеме 1-3-0 с 21-24 июня по 2-10 августа в зоне интенсивного действия дренажа и тремя поливами по схеме 1-2-0 с 25-29 июня по 5 августа в зоне умеренного действия дренажа.

В целом поливы через борозду сокращают затраты оросительной воды по сравнению с поливами в каждую борозду на 32,4-33,3%, а улучшение дренированности - на 34,2-35,2%. Распределение влажности в поливаемых и неполиваемых бороздах показало, что глубина увлажнения почвы варьировала от 75-80 см в неполиваемых междурядьях до 100-110 см в поливаемых.

Солевой режим почвы также изменялся в зависимости от технологии полива. Наиболее высокое засоление почв отмечалось в варианте 4, где все поливы проводились через борозду. Содержание солей сухого остатка в метровом слое почвы составляло 0,295% и осенью 0,416% (участок 1), а на участке 2 – 0,346% и 0,508%. При этом сумма токсичных солей от весны к осени возросла с 0,163% до 0,252% и с 0,0192% до 0,279% соответственно на участках 1 и 2. В целом на фоне влагозарядково-промывного полива в зоне эффективного действия дренажа почва как весной, так и осенью оставалась на уровне слабого засоления, а при умеренной дренированности к осени приблизилась к уровню средней засоленности.

Наименьшее количество солей было отмечено при поливе переменной струёй в каждую борозду, особенно в придренной зоне. В метровом слое почвы от весны к осени содержание сухого остатка увеличилось с 0,225% до 0,342%, хлор-иона с 0,009% до 0,018% и токсичных солей с 0,137% до 0,207%. В зоне умеренного действия дренажа их количество было больше на 13-19% по сухому остатку и сумме токсичных солей и на 16-22 % по хлор-иону.

Поливы постоянной струёй при дифференцированном управлении ложа борозды (вар. 5) заметно не изменяли солевой режим почвы по сравнению с естественным уплотнением ложа борозды (вар.1).

При поливах как постоянной, так и переменной струёй в каждую борозду почва в течение вегетационного периода оставалась слабозасоленной. В среднем на участке 1 с более высокой степенью дренированности содержание солей сухого остатка в метровом слое почвы составляло 0,321%, в том числе сумма токсичных солей – 0,186%, а на участке 2 с умеренной дренированностью - соответственно – 0,362% и 0,214% или на 13-15% больше. Более сильное засоление почв при поливах через борозду происходило за счет накопления солей в неполиваемых бороздах. Однако применяемые технологии в целом заметно не ухудшали солевой режим почвы. Она изменялась в пределах 306-360 м³/га на первом участке и 268...302 м³/га на втором. Средние поливные нормы по длине борозды на первом и втором участке составляли соответственно 650...868 и 646...859 м³/га и существенно не различались. Максимальные значения поливной нормы 1065...1124 м³/га были отмечены в голове борозды на первом варианте обеих участков, минимальные в конце борозды в варианте 4 - 583...567 м³/га (табл.3).

Таблица 3. Динамика поливной нормы по длине борозды м³/га

(среднее за 1993-1995 гг.)

Вариант опыта	Участок 1				Участок 2			
	Размещение створа измерения							
	Голова борозды	Середина борозды	Конец борозды	среднее	Голова борозды	Середина борозды	Конец борозды	среднее
1	1065	846	691	868	1124	801	652	859
2	929	867	799	865	988	813	761	854
3	907	809	749	820	903	802	668	791
4	702	665	583	650	744	627	567	646
5	982	867	746	865	1030	833	690	851

Отмеченные в опыте различия полива по вариантам нашли отражение в равномерности увлажнения поливных борозд, которая характеризуется коэффициентом равномерности увлажнения. Максимальная равномерность увлажнения по длине борозды ($K_p=0,86$) получена при комплексном воздействии на технику полива, изменении расхода в голове борозды от 0,8 до 0,4 л/с, подачи оросительной воды в каждую борозду и удалении головы борозды от скважины до 210-250 м. Близкий показатель равномерности увлажнения ($K_p=0,83$) был отмечен в тех же условиях при подаче воды через борозду.

Минимальная равномерность увлажнения 0,58 была зафиксирована вне зоны интенсивного действия скважины (участок 2) при подаче постоянного расхода 0,6 л/с в голове борозды с необработанным ложем. На участке 2 вариант с переменным расходом 0,8/0,4 л/с в голове борозды и поливом в каждую борозду обеспечивает максимальную равномерность увлажнения – 0,77. Близкий показатель дает вариант с переменным расходом в голове борозды и подачей воды через борозду 0,76.

Аналогичная картина отмечается и на участке вблизи скважины. По равномерности увлажнения близки варианты с поливом переменным расходом. Варианты 1, 5 дают более низкую равномерность увлажнения. Ориентированное направление борозд концевыми частями к скважине в зоне ее интенсивного действия (удаление менее 250 м) существенно повышает равномерность увлажнения.

Средний коэффициент равномерности увлажнения на первом участке составил 0,78 против 0,70 на втором. Максимальный эффект дает полив переменным расходом и подачей воды в каждую борозду, коэффициент равномерности 0,82 (по двум участкам). Полив через борозду дает близкий результат (в среднем по участкам – 0,80).

Сходимость рассчитанных и опытных значений равномерности увлажнения удовлетворительная (табл. 4).

Таблица 4. Элементы техники полива по вариантам опыта (опытные и рассчитанные)

№№ варианта	Участок 1			Участок 2		
	Время полива, час	Коэффициент равномерности увлажнения		Время полива, час	Коэффициент равномерности увлажнения	
		рассчитанный	опытный		рассчитанный	опытный
1	7,23	0,7	0,65	7,17	0,60	0,58
2	8,57	0,85	0,86	8,85	0,76	0,77
3	9,25	0,80	0,82	10,18	0,71	0,74
4	13,92	0,82	0,83	14,40	0,73	0,76
5	7,22	0,81	0,76	7,10	0,64	0,67

Чтобы головные части борозд находились на максимальном удалении от скважины повышение равномерности увлажнения по длине борозды можно найти из формулы:

$$\eta_{\lambda} = \frac{V_{\delta} [\alpha_k (t_n - t_{\lambda}) - \alpha_{\Gamma} t_n]}{K_0 [t_n^{1-\alpha} - (t_n - t_{\lambda})^{1-\alpha}]}$$

где V_{δ} – скорость фильтрации на удалении δ от скважины; α_k , α_{Γ} – коэффициенты равномерности скорости фильтрации; t_n – время полива; t_{λ} – время добега; α – показатель степени зависящей от свойств почвы, ее обработки и начальной влажности.

Анализ формулы показывает, что ориентация борозд по направлению скважины повышает равномерность увлажнения по длине борозды. Результаты теоретических проработок были проверены в полевых опытах.

Изучаемые факторы оказали существенное влияние на урожайность хлопчатника. Максимальная урожайность хлопчатника (3,59 т/га) получена на втором варианте первого участка, минимальная (2,02 т/га) – на первом варианте второго участка. На 2,3 и 4 вариантах с поливом переменной струёй урожайность хлопчатника сходная (3,54 – 3,59 т/га на участке 1 и 3,0-3,09 т/га на участке 2).

Обработка ложа борозды повышает урожайность с 2,71 до 3,33 т/га на первом и с 2,02 до 2,93 т/га на втором участке. Полив через борозду незначительно снижает урожайность хлопчатника. Неравномерность увлажнения по длине борозды также отражалась на урожайности. Максимальная неравномерность в урожае отмечена на первом варианте второго участка (2,86 в голове борозды против 1,32 т/га в её конце). Полив переменной струёй снижает неравномерность в урожайности по длине борозды (93,86 в голове и 3,34 т/га в конце борозды на первом участке, 3,37 и 2,93 т/га на втором участке) (табл.5).

Таблица 5. Урожайность хлопчатника по вариантам опыта, т/га (средняя за 1993-1995 гг.).

№№ вар.	Участок 1				Участок 2			
	Размещение учетной делянки							
	Начало борозды	Середина борозды	Конец борозды	Среднее	Начало борозды	Середина борозды	Конец борозды	Средн
1	3,24	2,68	2,26	2,71	2,80	1,88	1,32	2,02
2	3,85	3,45	3,47	3,59	3,41	3,10	2,76	3,09
3	3,81	3,60	3,27	3,56	3,38	2,92	2,82	3,04
4	3,78	3,55	3,29	3,54	3,32	2,77	2,94	3,01
5	3,56	3,55	2,88	3,33	3,58	2,95	2,26	2,93

$HC_{P_{05}}$ изменялась от 0,22 до 0,32 т/га; ошибка опыта=2,1-3,2%.

На основании полученных данных по урожайности в зависимости от интенсивности дренированности поливных участков и равномерности увлажнения поливной борозды были установлены корреляционные зависимости.

Зависимость урожайности хлопчатника от расстояния до скважины от участка имеет следующий вид:

$$Y=0,0017*X+3,61; r=0,78\pm 0,08$$

где Y – урожайность хлопчатника, т/га; X – расстояние от скважины до участка, м; R – коэффициент корреляции.

Зависимость урожайности хлопчатника от коэффициента равномерности увлажнения можно представить следующими уравнениями:

В зоне эффективного влияния скважины (менее 250 м)

$$Y=4,61*X_1+10,44; r=0,75\pm 0,07$$

В зоне умеренного влияния скважины (более 250 м)

$$Y=5,5*X_1-1,17; r=0,77\pm 0,006$$

где X_1 – коэффициент равномерности увлажнения.

Таким образом, в условиях староорошаемой зоны Голодной степи на подверженных засолению сероземно-луговых почвах при полугидроморфном почвенно-мелиоративном режиме изменение интенсивности дренирования на фоне вертикального дренажа оказывает существенное влияние на водно-физические свойства, солевой режим почв и технологию бороздкового полива хлопчатника.

Проведенные исследования показали, что в зоне интенсивного действия дренажа (до 250 м) необходимо ориентировать борозды в направлении скважины с размещением головных частей борозд от неё на максимальном удалении (210-250 м).

Технология полива должна включать изменение расхода воды в голове борозды от 0,8 л/с (в период добегаания) до 0,4 л/с (в период доувлажнения) с подачей воды через междурядье.

В зоне интенсивного действия дренажа при поливах переменным расходом через междурядье на фоне эксплуатационной промывки оросительная норма

должна быть больше в среднем на 34% (2600 м³/га), по сравнению с остальной площадью орошаемого массива (1940 м³/га).

УДК 631.347

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА В УСЛОВИЯХ ЧИРЧИК-АНГРЕНСКОЙ ДОЛИНЫ

А.В. Шуравилин, Ж.П. Мелькумова, В.Т. Скориков
РУДН, Москва, Россия.

Дальнейшее развитие орошаемого земледелия в Республике Узбекистан тесно связано с повышением эффективности использования оросительной воды путем разработки и внедрения водосберегающих технологий полива культур хлопкового севооборота, отвечающих природоохранным требованиям и способствующих получению высокого урожая хлопка-сырца. Необоснованно принятая технология орошения приводит к поднятию уровня грунтовых вод к поверхности, резкому ухудшению водно-солевого режима почв и снижению урожайности хлопчатника. В связи с этим для ослабления процессов, вызывающих неблагоприятные последствия поливов и повышения эффективности использования оросительной воды в опыте применены поливы через борозду, с чередованием поливных борозд, а также наиболее рациональные элементы техники полива (табл. 1).

Полевые опыты проводили в 1999-2001 гг. в учебно-опытном хозяйстве ТИИИМСХ, на спланированных малоуклонных землях, расположенных в Средне-Чирчикском районе Ташкентской области на луговых незасоленных тяжелосуглинистых почвах. Возделывали среднеспелый сорт хлопчатника Ташкент-3 при ширине междурядий 90 см. Почва опытного участка характеризуется достаточно высоким плодородием. В слое почвы 0-30 см содержание гумуса составляло 2,49-2,52%, гидролизуемого азота - 9,52 мг/100г почвы, подвижного фосфора и обменного калия - соответственно 14,54 и 15,65 мг/100г почвы. Плотность почвы в слое 0-60 см составляла 1,42 г/см³, пористость - 47,6%, коэффициент фильтрации - 0,26 м/сутки. Слабоминерализованные грунтовые воды в период вегетации залегают на глубине 0,9 - 1,9 м (в среднем 1,35 м), которые создавали придток влаги в активный слой почвы, достигающий 30...40% от суммарного водопотребления хлопчатника. Дефицит воды в почве, в течение вегетации пополнялся поливами, которые проводились при снижении влажности почвы до 70-75% НВ. За вегетационный период было проведено три полива по схеме 1-2-0 поливными нормами 830-880 м³/га, при поливах в каждую борозду и 610 м³/га - через борозду. Оросительная норма составляла 2540-2600 м³/га при поливах в каждую борозду.

Таблица 1. Схема опыта

№№ вари.	Длина бороз-	Харак-тер по-	Расход воды в борозду, л/с	Технология полива
----------	--------------	---------------	----------------------------	-------------------

			в период добега-ния	в период до-увлажнения	
1	200	пере-менная	1,0	0,5	Полив в каждую борозду
2	200	пере-менная	1,0	0,5	Полив через борозду до цветения, а в последую-щие периоды в каждую борозду
3	200	пере-менная	1,0	0,5	Все вегетационные поливы через борозду
4	200	пере-менная	1,0	0,5	Все вегетационные поливы через борозду, но с чередо-ванием поливных борозд
5	200	пере-менная	0,6	0,3	Полив в каждую борозду
6	300	пере-менная	0,8	0,4	Полив в каждую борозду
7	300	посто-янная	1,0	1,0	Полив в каждую борозду
8	400	пере-менная	1,0	0,5	Полив в каждую борозду
9	400	посто-янная	1,2	1,2	Полив в каждую борозду

Проведение поливов через борозду до цветения и в каждую борозду в период цветения - плодообразования переменной струей при длине борозды 200 (вар.2) привело к снижению оросительной нормы до 2360...2400 м³/га или на 7,5...7,7% за счет сокращения поливной нормы на 20-23,2% при первом поливе.

При поливе через борозду или при поливах с чередованием поливных борозд оросительная норма изменялась в пределах 1920...1970 м³/га и была меньше, чем при поливах в каждую борозду на 630 м³/га или на 24,2...24,7%.

Поливная норма устанавливается с учетом норм добегаания и доувлажнения. При технологии полива в каждую борозду с расходом переменной струи в голове борозды 1,0/0,5 л/с и длине борозды 200 м норма добегаания в среднем по поливам составляла 440 м³/га или 51,8% от поливной нормы, а норма доувлажнения - 410 м³/га или 48,2% от поливной нормы (850 м³/га). При этом продолжительность полива составила 378 мин. Снижение размера поливной струи приводит к увеличению нормы добегаания, уменьшению нормы доувлажнения и увеличению продолжительности полива.

Увеличение длины борозды до 300-400 м приводит к значительному повышению нормы добегаания по сравнению с бороздами длиной 200 м. Наиболее благоприятное распределение поливной нормы за период добегаания и доув-

лажнения отмечалась при поливах в каждую борозду или через борозду при длине борозды 200 м, а также при поливе в каждую борозду с длиной борозды 300 м переменной поливной струей 0,8/0,4 л/с.

Различные технологии полива и элементы техники полива существенно сказались на распределении частных поливных норм по длине борозды и их коэффициенте равномерности увлажнения (табл.2). При длине борозд 200 м и поливах переменной струей от 0,6/0,3 л/с до 1,0/0,5 л/с и технологии полива, как в каждую борозду, так и через борозду (вар. 1-5) коэффициент равномерности полива составил 0,82-0,86. При этом наилучшая равномерность полива отмечалась в вариантах полива в каждую борозду (вар. 1 и 5). В этих вариантах в голове борозды средняя поливная норма составляла 912...927 м³/га, а в конце борозды - 850 м³/га. В вариантах 3 и 4 при поливе через борозду норма полива на головном участке борозды равнялась 688-696 м³/га, а на концевом - 640 м³/га.

Таблица 2. Распределение поливной нормы по длине борозды (м³/га) и коэффициента равномерности увлажнения (среднее за 1999-2001 г.г.)

№№ вариантов	Распределение поливной нормы, м ³ /га (размещение створа измерения)				Коэффициент равномерности полива
	голова	середина	конец	среднее	
1	927	844	779	850	0,84
2	863	791	716	790	0,83
3	688	668	564	640	0,82
4	696	653	571	640	0,82
5	912	854	784	850	0,86
6	1004	803	743	850	0,74
7	1056	839	655	850	0,62
8	1055	835	675	855	0,64
9	1112	808	645	855	0,58

Удовлетворительный коэффициент равномерности полива (0,74) был получен и при длине борозды 300 м с переменным расходом поливной струи 0,8/0,4 л/с и поливе в каждую борозду. На головном участке борозды частная норма полива составила 1004 м³/га, а на концевом участке – 743 м³/га.

Плохое качество полива было отмечено в вариантах 7,8 и 9, где коэффициент равномерности полива был меньше 0,7 и составил 0,58-0,64. Полив постоянной струей (1,0 л/с) при длине борозды 300 м не обеспечивает требуемой равномерности увлажнения почвы по длине борозды. При длине борозды 400 м, головном расходе в борозду 1,2 л/с и поливе в каждую борозду, на головном

участке борозды частная поливная норма составила 1112 м³/га и была больше, чем на концевом участке в 1,72 раза (645 м³/га). При поливах переменной струей 1,0/0,5 л/с (вар.8) и длине борозды 400 м равномерность полива остается также неудовлетворительной.

Таким образом, наиболее благоприятное распределение поливной нормы по длине борозды и наиболее высокий коэффициент равномерности полива создаются при длинах борозд 200-300 м и поливах переменной струей.

Полученные данные свидетельствуют о том, что технология полива хлопчатника через борозду позволяет сократить продолжительность вегетационного периода на 9-10 суток и ускорить продолжительность прохождения фенофаз начиная с массовой бутонизации на 2-5 суток.

Значительные изменения отмечались в показателях роста и развития растений. При технологии полива через борозду (вар. 3), высота главного стебля на 1.VIII, в среднем по борозде составила 96,3 см, число симподиев на I.IX - 16,8 шт. и число коробочек - 12,4 шт. При поливе в каждую борозду и одинаковых элементах техники полива (вар.1), что и в варианте 3, биометрические показатели роста и развития были несколько ниже. При технологии полива в каждую борозду постоянной струей и длине борозды 400 м рост и развитие растений были наиболее худшими из всех рассматриваемых вариантов опыта (высота главного стебля составляла 80,4см, число симподиев – 14 шт. и коробочек -8,4 шт.). В изучаемых в опыте вариантах густота стояния хлопчатника к началу уборки практически не изменялась в зависимости от техники и технологии полива и, в среднем за три года, варьировала в пределах 101,1 - 101,8 тыс.шт./га.

Наши исследования (табл.3) показали, что максимальная урожайность хлопчатника (3,57 т/га в среднем за три года) получена в третьем варианте при технологии полива через борозду с длиной борозды 200 м и поливе переменной струей (1,0/0,5 л/с). Минимальная урожайность (2,72 т/га) в среднем за три года, получена в варианте 9, где поливы проводились постоянной струей (1,2 л/с) в каждое междурядье с длиной борозды 400 м. Здесь урожайность хлопчатника была ниже максимальной, в среднем, на 0,85 т/га или на 31,3%.

При поливах через борозду до цветения, а все последующие поливы - в каждую борозду, урожайность в среднем за три года составила 3,36 т/га и была достаточно высокой. Аналогично была получена также высокая урожайность хлопчатника в вариантах 2 и 4 (3,36 - 3,42 т/га). Все три варианта (2, 3 и 4) показали наиболее высокую урожайность и различия между ними были несущественны. Эти варианты опыта отличались только различной технологией полива при одинаковых элементах техники полива (q = 1,0/0,5 л/с).

Таблица 3. Урожайность хлопка-сырца, т/га

Номер варианта	Урожайность, т/га по годам				Прибавка	
	1999г.	2000г.	2001г.	Среднее	т/га	%
1	3,53	3,43	2,85	3,27	0,55	20,2

2	3,61	3,54	2,93	3,36	0,64	23,5
3	3,84	3,78	3,09	3,57	0,85	31,3
4	3,68	3,61	2,97	3,42	0,70	25,7
5	3,60	3,47	2,83	3,30	0,58	21,3
6	3,44	3,35	2,78	3,19	0,47	17,3
7	3,19	2,94	2,45	2,86	0,14	5,1
8	3,23	3,12	2,59	2,98	0,26	9,6
9	3,05	2,85	2,26	2,72	-	-
НСР ₀₅	0,33	0,41	0,27	0,34	-	-
Ошибка опыта, %	3,7	3,5	3,1	3,5	-	-

При технологии полива в каждую борозду (вар. 1 и 5) с длиной борозды 200 м и подаваемыми переменными поливными струями (1,0/0,5 л/с и 0,6/0,3 л/с), урожайность хлопчатника, в среднем за три года, составила 3,27-3,3 т/га. При этом прибавка урожая хлопка-сырца, относительно наиболее неблагоприятного по урожайности варианта 9, достигала 0,55...0,58 т/га или 20,2...21,3%.

При технологии полива через борозду и длине борозды 300 м наиболее высокая урожайность хлопка-сырца (3,19 т/га) была получена в варианте 6, при поливе переменной струей 0,8/0,4 л/с. Применение поливов постоянной струей с расходом 1,0 л/с и длине борозды 300 м привело к еще большему снижению урожайности, по сравнению с поливом переменной струей (на 0,33 т/га).

Увеличение длины борозды до 400 м как при подаче воды в борозду переменной струей, так и при постоянной струе привело к максимальному снижению урожайности хлопка-сырца, по сравнению с другими вариантами.

Технологические свойства волокна хлопка по рассматриваемым технологиям полива и в зависимости от техники полива существенно не различались. Оптимальные технологии полива, дифференцированные, в зависимости от техники полива, не ухудшали технологические свойства волокна, а по некоторым показателям они были лучше, чем при поливе по принятой в производстве технологии полива в каждую борозду.

Таким образом, в условиях Чирчик-Ангренской долины на незасоленных луговых тяжелосуглинистых почвах, с неглубоким залеганием пресных и слабоминерализованных грунтовых вод, наиболее благоприятные условия для получения урожая хлопка-сырца создаются при соблюдении следующих элементов техники полива: длина поливной борозды 200 м, переменная поливная струя от 0,6/0,3 до 1,0/0,5 л/с. При этом наиболее оптимальной технологией полива являются: полив через борозду, полив через борозду до цветения, с последующими поливами в каждую борозду, полив через борозду, но с чередованием поливных борозд.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПРОПЕЛЕЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИАМУРЬЯ

А.А.Яременко

ФГОУ ВПО ДГАУ, Благовещенск, Россия

В мировом земледелии соя занимает первое место среди зерновых бобовых культур по площади посева, ее возделывают более чем в 70 странах мира. В Российской Федерации более 80% посевных площадей сои сосредоточено на Дальнем Востоке. На фоне реформ произошел спад в производстве данной культуры. В 2004 г. производство сои в Амурской области в сравнении с 1990 г. уменьшилось в 3,5 раза. Это объясняется сокращением посевных площадей области, снижением урожайности сои и падением естественного плодородия почвы. Основным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур является мелиорация земель.

В основу рабочей гипотезы при проведении исследований была положена идея о возможности получения стабильных урожаев сои в условиях муссонного климата Приамурья за счет рационального увлажнения почвы дождеванием. Исследования проводились на опытно-производственном участке в СХПК «Волковский» Благовещенского района Амурской области с 2000 по 2004 гг. Предложены варианты дифференцированных режимов орошения, которые позволили определить критические периоды потребности сои во влаге, ее отзывчивость на орошение, зависимость урожайности от водопотребления, на основании чего можно определить оптимальный вариант и планировать водоподачу для лет различной водообеспеченности.

Для получения устойчивых урожаев сои в условиях муссонного климата Приамурья нами рекомендуется использовать режим орошения, при котором влажность почвы в слое 0-30 см на уровне 90% НВ поддерживается в период посев-начало цветения, 80% НВ в период начало цветение-бобообразование и 60% НВ в период бобообразование-созревание.

Для повышения естественного плодородия почвы рекомендуется внесение сапропелей различными дозами. Доза сапропеля 20 т/га повышала урожайность сои во все годы исследований на 0,1-0,22 т/га относительно контроля и в среднем за 5 лет составила 0,14 т/га. Увеличение дозы сапропеля до 40 т/га повысило урожайность сои относительно дозы сапропеля 20 т/га в среднем на 0,2 т/га. Дальнейшее повышение дозы сапропеля до 80 т/га сопровождалось ростом урожайности относительно дозы сапропеля 40 т/га на 0,26 т/га. Доза сапропеля 160 т/га повышала урожайность сои на 1,01-1,15 т/га относительно контроля, что в среднем составило 71,3%. Таким образом, под сою наиболее эффективно применение средних и повышенных доз сапропелевых удобрений.

Принимая во внимание, что самая высокая урожайность сои была получена при интенсивном режиме орошения, а на вариантах с внесением сапропелей - при максимальной его дозе, можно сделать вывод, что, повышая влажность почвы, необходимо увеличить и дозы внесения сапропеля. В этом случае сумма

прибавок от совместного действия данных мероприятий будет высокая. При изучении эффективности норм внесения питательных веществ под ту или иную культуру, очень важно установить, на какие элементы структуры урожая, положительно или отрицательно, действуют условия среды: природно-климатические и созданные посредством внесения в почву удобрений; как это отражается на конечном продукте – урожайности.

При выращивании сои в условиях орошения главной задачей является повышение ее продуктивности при высоком качестве зерна. Соя относится к числу немногих растений, богатых белком и жиром, общее содержание белка и масла в зрелых ее семенах колеблется в зависимости от сортовых особенностей, условия выращивания, воздействия различных факторов. Примерно половина всей потребности организма человека и животных в белках покрывается за счет продуктов переработки зернобобовых культур, поэтому повышение содержания белка в этих продуктах, улучшение его фракционного и аминокислотного состава – весьма важная задача. Качество зерна сои, прежде всего, характеризуется наличием в зерне достаточного количества белка. Внесение сапропелевых удобрений повышает содержание сырого белка в зерне сои.

Минимальная доза сапропеля 20 т/га повышала белковость семян сои на 1,7%. Повышение дозы сапропеля до 40 т/га увеличивало содержание сырого белка на 2,83 % относительно контроля. Доза сапропеля 80 т/га повышала белковость семян во все годы исследований относительно варианта 40 т/га на 2,83%. При внесении сапропеля дозой 160 т/га наблюдалось максимальное содержание сырого белка в зерне сои - 40%. Биохимический анализ образцов зерна сои показал, что при орошении наблюдается тенденция к снижению белковой составляющей. Наименьший процент «сырого белка» был отмечен в вариантах с режимом орошения 90-80-60% НВ. Численные значения доли протеина в среднем за пять лет исследований для разных режимов орошения составили соответственно 35,1 и 34,9%. Повышение плодородия почвы за счет внесения сапропеля при тех же режимах орошения способствовало улучшению качества семян сои, повышению их белковости. Так, даже внесение малой дозы сапропеля 20 т/га увеличило содержание протеина на 1 кг абсолютно сухого вещества зерна сои до 36,2–37,1%. Дальнейший рост искусственного плодородия почвы также увеличивал процент содержания «сырого белка». При внесении сапропеля дозой 40 т/га доля белка в зерне сои составляла 37,0 – 38,1% , а увеличение дозы до 160 т/га способствовало увеличению этого показателя соответственно до 39,2–40,0%. Снижение интенсивности режима орошения при разных дозах сапропеля увеличивало качество семян сои, повышая содержание белка. Максимальная доля протеина была отмечена на вариантах с поддержанием предполивного по-