

УДК 502/504:631.67

**Ю. В. КУЗНЕЦОВ**Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия»

## НЕКОТОРЫЕ КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ

*Расчетным путем установлены допустимые бесстоковые поливные нормы для посевов томатов на светло-каштановых средне- и тяжелосуглинистых почвах. Определены сочетания предполивных порогов влажности почвы и глубины расчетного слоя увлажнения, позволяющие стабильно получать расчетную урожайность и удовлетворяющие условиям невозникновения ирригационной эрозии.*

*Допустимая норма полива, элементы техники полива дождеванием, режим орошения томатов.*

*The admissible sprinkling drain-free rates for tomato planting on the light-chestnut medium- and heavy-loamy soils are estimated. There are determined combinations of pre-watering thresholds of soil moisture and depth of the moisture estimated layer allowing constantly obtaining the estimated crop harvest and satisfying the conditions of irrigation erosion non-arising.*

*Admissible watering rate, elements of sprinkling technology, irrigation regime of tomatoes.*

Стабильное производство сельскохозяйственной продукции в условиях Волго-Донского междуречья, относящегося по климатическим условиям к зоне рискованного земледелия, возможно только в условиях орошения, обеспечивающего восполнение дефицита водных ресурсов в период активной вегетации растений. Современное экологическое состояние мелиоративного фонда настоятельно требует оптимизации антропогенного воздействия наряду с совершенствованием существующих и созданием новых научно обоснованных технологий природопользования, способных повысить эффективность эксплуатации оросительных систем.

Основным средством сельскохозяйственного производства, которое должно оставаться не только сохраненным, но и улучшенным, является почва. Защита орошаемых земель от эрозии – важнейшая часть проблемы расширенного воспроизводства плодородия почв, его наращивания, особенно пашни. Выявление причин, приводящих к нарушению

экологической устойчивости орошаемых агроландшафтов, и разработка мероприятий по снижению их воздействия является наиболее актуальной задачей в современных экологических условиях.

Основные элементы противоэрозийной техники полива дождеванием – максимальная установившаяся скорость безнапорного впитывания, допустимая поливная норма и длительность полива, зависящие от условий рельефа, свойств почв и энергетических параметров дождя.

Кроме совершенствования технологии проведения полива различными дождевальными машинами рекомендуются и широко применяются агротехнические приемы (прерывистое бороздование, щелевание, кротование, лункование, глубокое рыхление, плоскорезная обработка почвы и т. д.). Однако их выбор и применение в конкретных почвенно-климатических условиях связаны с некоторыми трудностями. Результаты эксперимента и расчета смыва почвы по эмпирическим зависимостям не имеют тесной

корреляционной связи, это затрудняет оценку эффективности одних и тех же приемов предупреждения эрозии. Обобщающих материалов об эффективности перечисленных приемов крайне мало.

В связи с этим по результатам экспериментальной части опыта в хозяйствах Волгоградской области (совхоз «Ахтубинский», СПК «Светлоярский», КСП «Суровикинское») с целью уменьшения поверхностного стока и смыва почвы проведена оценка совместного влияния тех факторов эрозии, которые одновременно являются элементами техники полива.

Расчетным путем были установлены допустимые бесстоковые поливные нормы для посевов томатов на светлокаштановых почвах средне- и тяжело-суглинистых по гранулометрическому составу применительно к отечественным дождевальным машинам и агрегатам типа ДДА-100МА, ДМ «Фрегат», ДФ-120 «Днепр», ДКШ-64 «Волжанка», ДДН-70, ЭДМФ «Кубань», МДЭК «Кубань-ЛК», «Мини Фрегат-К», «Мини Кубань-К», «Мини Кубань-ФШ», «Фермер Кубань-ЛК».

В результате выполненных расчетов выявлено, что величина максимальной установившейся скорости безнапорного впитывания  $P_{\max y}$  является определяющей при установлении допустимых бесстоковых поливных норм. Ее значение может изменяться в зависимости от характеристик применяемых дождевальных машин, от степени развития надземной части сельскохозяйственных культур (площади покрытия листовой поверхностью верхнего контактного слоя почвы) и от величины средневзвешенного диаметра водопрочных агрегатов.

Используя имеющиеся данные водно-физических свойств, впитывающей способности и гранулометрического состава почв при уклонах орошаемого поля до 0,01, можно расчетным путем установить допустимую поливную норму.

Для расчета необходимо определить энергетические характеристики

дождя: интенсивность, размер и скорость падения дождевых капель. Характеристики зависят от дождевальных аппаратов, определяются экспериментально или по эмпирическим зависимостям [1].

На основании выполненных авторами расчетов максимальная установившаяся скорость безнапорного впитывания  $P_{\max y}$  равна 0,03 мм/мин. На величину  $P_{\max y}$  существенное влияние оказывает надземная часть растений [1]. Положительное влияние проективного покрытия растений  $S$  связано с уменьшением силы удара капель дождя  $F$  в результате изменения надземной части растений скорости  $v_k$  и диаметра  $d_k$  капель дождя, что предохраняет структуру верхнего контактного слоя почвы от разрушения.

В зависимости от фазы развития томата (степени проективного покрытия) большая или меньшая часть орошаемого участка характеризуется повышенной величиной средневзвешенного диаметра водопрочных агрегатов верхнего слоя почвы, а значит и большей максимальной установившейся скоростью впитывания. При  $S = 100\%$  посевов томатов максимальная установившаяся скорость безнапорного впитывания  $P_{\max y} = 0,06$  мм/мин. Проведение поливов с интенсивностью дождя, не превышающей расчетных значений  $P_{\max y}$ , может служить основным мероприятием по ликвидации стока и сброса воды за пределы орошаемого поля. Но расчетные величины  $P_{\max y}$  даже с учетом влияния проективного покрытия не соответствуют параметрам интенсивности дождевания существующих в настоящее время дождевальных машин ( $r = 0,67$  мм/мин для МДЭК «Кубань-ЛК»). Поэтому для проведения поливов современными дождевальными машинами без образования стока приходится ограничивать поливную норму определенной допустимой величиной. Под допустимой нормой полива  $m_{\text{доп}}$  понимается слой воды, который распределяется в течение всего полива с заданной выше  $P_{\max y}$  интенсивностью дождя без образования стока.

Величина допустимой поливной нормы определяется следующей зависимостью [1]:

$$m_{\text{доп}} = \frac{1,6710^{-5} A \cdot r}{(r - P_{\text{max y}}) e^F} =$$

$$= \frac{1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 1,61 \cdot 10^3 \cdot 1,12 \cdot 10^{-5}}{(1,12 \cdot 10^{-5} - 0,057 \cdot 10^{-5}) e^{0,47}} =$$

$$= 0,0177 \text{ м} = 17,7 \text{ мм} = 177 \text{ м}^3/\text{га},$$

где  $A$  – параметр, учитывающий влияние свойств почвы, с ( $A = 26,90$  мин);  $r$  – интенсивность дождя, м/с ( $r = 1,12 \cdot 10^{-5}$ );  $e$  – основание натурального логарифма;  $F$  – сила удара капель дождя, кН/м<sup>2</sup>·с ( $F = 0,47$ ).

По применяемой технологии возделывания томатов необходима нарезка направляющих щелей для проведения междурядных обработок до всходов и с повышенной скоростью. Это меро-приятие одновременно является и противоэрозионным, так как обуславливается аккумуляцией и повышенной инфильтрацией воды в щелях.

Применяя предложенную методику расчета [1], можно приближенно оценить эффективность щелевания при размерах щелей  $b = 0,04$  м,  $h = 0,4$  м и расстоянии между ними  $l = 1,4...2,8$  м (по  $0,7$  м от оси трактора).

В результате расчета определен слой воды, который дополнительно к допустимой поливной норме может быть задержан в результате щелевания почвы ( $\Delta m = 0,0132$  м).

Допустимая поливная норма с учетом проведения щелевания:

$$m_{\text{доп.щ.}} = m_{\text{доп.}} + \Delta m = 0,0177 + 0,0132 =$$

$$= 0,031 \text{ м}.$$

Допустимая поливная норма вычислена без учета проективного покрытия растениями томата. Расчетами установлено, что ее значение будет больше на 11 мм в фазу наибольшего проективного покрытия. Значит, величина допустимой поливной нормы будет колебаться в течение вегетационного периода и составит в начале периода 31 мм, а к концу может достигнуть 42 мм. Это указывает на то, что при поливе посевов томатов дождевальными машинами «Кубань-ЛК» поливными нормами свыше 31,0...42,0 мм соответственно фазам роста будет

возникать опасность образования стока и смыва почвы.

Необходимо отметить, что при поддержании расчетного поливного порога влажности почвы (60, 70, 80 или 90 % НВ) в каждом отдельно взятом случае впитывающая способность почвы (при всех прочих равных условиях для определенного типа почв) будет различной. Поэтому будет наблюдаться варьирование допустимой поливной нормы и в зависимости от поддержания конкретного уровня предполивного порога влажности, т. е. чем меньше его величина, тем большее значение может принимать допустимая поливная норма.

Анализ расчетных данных показал, что у отечественных дождевальных машин минимальное значение допустимой поливной нормы находится в пределах 120...190 м<sup>3</sup>/га при поддержании режима влажности почвы на уровне 80 % НВ и максимальное – 180...290 м<sup>3</sup>/га при жестком режиме влажности почвы в пределах не ниже 60 % НВ.

Применение исследуемых режимов увлажнения почвы с переменной глубиной в большей степени удовлетворяет условиям невозникновения ирригационной эрозии, поскольку в этих вариантах увеличивается количество поливов и уменьшается поливная норма, особенно с уменьшением амплитуды колебаний влажности почвы от верхней до нижней границы НВ.

В результате исследований установлена возможность формирования одного и того же уровня урожайности при различном сочетании факторов водного и пищевого режимов почвы. В связи с этим необходимо рассмотреть влияние условий увлажнения почвы для различных вариантов на состояние окружающей среды.

Анализ полученных данных показывает, что при условии поддержания уровня увлажнения в пределах 85...95...85 и 85 % НВ при постоянной и переменной глубине увлажняемого слоя почвы поливная норма в течение трех лет исследований была

меньше допустимой. В варианте 75...85...75 % (0,3...0,6 м) были проведены 1–2 полива нормой 50 мм, превышающей допустимую в 1,6 раза. Всего же в эти годы было проведено соответственно 15 и 17 поливов.

При поддержании постоянной глубины увлажнения число поливов, превышающих допустимую поливную норму, наблюдалось в течение всего периода исследований и колебалось от двух до четырех в год.

При снижении предполивного порога влажности до 65...75...65 % НВ по всем вариантам и во все годы исследований наблюдалось превышение допустимых поливных норм в 1,3...2,3 раза.

Таким образом, на жестком режиме увлажнения необходимо увеличить количество щелей, т. е. применять на тракторе не 2, а 4 щелевателя-направителя с постоянным расстоянием между ними 1,4 м. Это обеспечит минимальное расхождение поливных норм с допустимыми и достижение оптимальной с точки зрения невозникновения ирригационной эрозии экологической обстановки на орошаемом участке. А допустимая поливная норма возрастает до 67,6 мм.

Применение исследуемых дифференцированных режимов увлажнения почвы с переменной глубиной расчетного слоя (0,2...0,6; 0,3...0,6; 0,4...0,6 м) в значительной мере удовлетворяет условиям невозникновения ирригационной эрозии, так как в этих вариантах увеличивается количество поливов и уменьшается величина поливной нормы расчетного режима орошения, особенно в вариантах, где

амплитуда колебания влажности почвы от верхней до нижней границы минимальная. Анализ полученных данных в хозяйствах Волгоградской области показывает, что в разработанных дифференцированных режимах орошения с переменной глубиной расчетного слоя увлажнения почвы, обеспечивающих получение урожая томата на планируемом уровне, величина рассчитанной поливной нормы не превышает ее допустимых значений в различные по влажности годы. Поэтому применение технологии полива овощных культур дождеванием с переменной глубиной расчетного слоя увлажнения (0,2...0,6; 0,3...0,6; 0,4...0,6 м) и поддержание предполивного порога влажности почвы не ниже 70 % НВ в сочетании со щелеванием обеспечивает в различные по влажности годы исключение поверхностного стока в течение всего периода вегетации.

Благоприятно складывающуюся эколого-мелиоративную обстановку на опытном орошаемом участке подтверждает и тот факт, что сумма обменных оснований Са, Mg и Na оставалась неизменной. Отклонение в ту или другую сторону по годам исследований не превышало 5 % от первоначально определенного и находилось в течение трех лет на уровне 22,7 мг-экв на 100 г почвы в пахотном горизонте, в том числе 15,0 мг-экв приходилось на долю обменного Са, а обменный Na редко превышал 5...9 %.

Материал поступил в редакцию 02.08.10.

**Кузнецов Юрий Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Кадастр недвижимости и геодезия»

Тел. 8-904-403-55-00