

УДК 502/504 : 631.67 : 631.675.4

**Е. П. Боровой**, доктор с.-х. наук, профессор

Контактная информация: тел. 8 (8442) 41-13-00

**А. Д. Ахмедов**, канд. техн. наук, доцент

Контактная информация: тел. 8 (8442) 41-98-28

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия»

## ВЛИЯНИЕ ПОЛИВНЫХ НОРМ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАГИ В ПОЧВЕННОМ ПРОФИЛЕ

*Изложены особенности и закономерности передвижения влаги в почве при внутриводочном орошении. Рассмотрено формирование контура увлажнения в зависимости от конструкции увлажнителя и поливной нормы. Дан анализ распределения влаги в почвенном профиле.*

*Particularities and regularities of the soil moisture movement under subsoil irrigation are stated. Formation of moisture patterns in the soil regarding the humidifier design and irrigation rate is considered. There is given the analysis of moisture distribution in the soil structure depending on irrigation norms.*

Внутриводочное орошение относится к одному из наиболее прогрессивных методов орошения с точки зрения эффективности полива, экономии поливной воды, низких энергозатрат. Однако положительные стороны этого способа полива проявляются лишь при соответствии всех элементов техники полива конкретным почвенным условиям участка, его рельефу, а также требованиям, предъявляемым выращиваемыми культурами к различным факторам среды произрастания.

Исследования проведены в АО «Ахтубинское» Среднеахтубинского района Волгоградской области.

По морфологическим показателям почву орошаемого участка можно отнести к аллювиальным луговым слоистым легкосуглинистым разновидностям. В этом регионе Волго-Ахтубинской поймы механический состав почвогрунтов неоднороден, по профилю изменяется от средних суглинков до супесей и песков.

На участке, где изучался внутриводочный полив, весь активный слой (0...1,0 м) представлен легкими и средними суглинками, с высоким содержанием иловатых частиц, являющихся эффективной средой для работы системы ВПО, основанной на использовании восходящих капиллярных токов воды.

Содержание гумуса невысокое: в слое 0...0,5 м в среднем составляет 0,88 % сухой почвы. Район характеризуется неустойчивым увлажнением, коэффициент водообеспеченности меньше единицы. Среднегодовое количество осадков — 300...350 мм. В теплый период (с апреля по октябрь) выпадает 2/3 осадков. Летом наблюдаются засушливые периоды, осадков может не быть в течение 30 и более дней.

Участок орошается из реки Ахтубы. Водоподачу осуществляет плавучая насосная станция, оборудованная насосом центробежного типа 12-НАС. Забираемая вода по магистральному трубопроводу диаметром 400 мм подается в водонапорный бак объемом 4 м<sup>3</sup>, имеющий гидрорегулятор уровня воды (с исполнительным поплавковым механизмом), откуда идет в распределительные трубопроводы диаметром 150 мм и «гребенки» труб такого же диаметра, к которым присоединены увлажнители с заглушенными концами. «Гребенка» состоит из трех увлажнителей. Возможность подачи оросительной воды предусмотрена как для всей системы (при проведении вегетационных поливов), так и отдельно в каждую «гребенку».

По ходу исследований авторами было проведено несколько серий опытов

по установлению влияния пьезометрических напоров и конструктивных особенностей сети на величину и форму смоченного контура увлажнения и распределения влаги при внутрпочвенном орошении. Для установления этих зависимостей были изучены две конструкции увлажнителей, выполненных из гончарных труб с внутренним диаметром 50 мм и длиной 333 мм. В первой конструкции трубы соединены муфтами из полиэтиленовой пленки шириной 0,1 м. Во второй конструкции трубы уложены вплотную друг к другу, стыки их не изолированы. Величина исследуемых напоров не превышала 0,2...0,7 м.

С учетом механического состава и фильтрационных свойств почв для обеспечения оптимального режима увлажнения предусмотрена минимальная глубина закладки труб внутрпочвенного орошения — 0,5 м, а также мероприятия по предотвращению просачивания поливной воды в нижние слои почвенного профиля. С этой целью под увлажнителем устроен противофильтрационный экран из полиэтиленовой пленки шириной 0,25...0,30 м. Экран над увлажнителем предотвращает его заиливание и увеличивает расстояние между увлажнителями за счет увеличения контура увлажнения. Длина всех увлажнителей — 125 м. Уклон увлажнителей — 0,002.

Результаты опытов показали, что при первом типе конструкции форма смоченного контура увлажнения приближается к прямоугольной или круглой, несколько расширяющейся по горизонтали в нижней части контура (под увлажнителем), что обусловлено поступлением влаги сначала вверх и в стороны, потом вниз. Над увлажнителем по всей ширине образуется водоносный слой, и величина его несколько меньше применяемого напора. Водоносный слой подпитывает капиллярную кайму, расположенную на поверхности. Распределение влаги в капиллярной кайме проходит снизу вверх, в сторону уменьшения. При уменьшении напора над осью увлажнителя от 0,6...0,5 м до

0,3...0,1 м центр увлажнения смещается, величина водоносного слоя относительно оси увлажнителя уменьшается, и, следовательно, происходит перемещение центра контура увлажнения в более глубокие слои активного слоя почвы (0,3...1,2 м). Влага в верхних горизонтах (0...0,5 м) равномерно распределяется по периметру водоносного слоя.

При втором типе конструкции форма смоченного контура приближается к эллипсу, что обусловлено поступлением влаги в стороны, а затем вверх и вниз. В остальном процесс образования зоны насыщения и капиллярной каймы происходит так же, как у конструкции первого типа. Смещение зоны насыщения зависит от напора, при уменьшении его до 0,3...0,1 м центр контура увлажнения смещается ниже от оси увлажнителя.

При увеличении напора от 0,7 м и более область увлажнения возрастает незначительно — 0,05...0,07 м в горизонтальном направлении, но здесь возникает опасность суффозии грунта и выклинивания воды на поверхность почвы. Следовательно, целесообразно применять противофильтрационный экран.

Рассмотрим некоторые особенности влияния противофильтрационного экрана на передвижение влаги. Исследованные авторами экраны из полиэтиленовой пленки в форме лотка и экраны снизу и сверху препятствуют прямому фильтрационному току, а гравитационная влага, прежде чем попасть в почву, сгибает экран. В связи с этим увеличивается поверхность контактно ненасыщенных водой слоев почвы с насыщенной почвой, что способствует повышению влаги в поверхностных горизонтах, увеличивает ширину смоченного контура на ширину экрана и более (до 0,5 м) и содержание влаги в горизонтальном направлении, приводя к увеличению расстояния между увлажнителями на такую величину. Таким образом, экран способствует аккумуляции влаги в активном слое, увеличивает область насыщения,

переходную область, особенно верхние, расположенные над осью увлажнителя, горизонты почвы, подпитывает их и обуславливает более равномерное распределение влаги в активном слое почвы.

Применение экрана позволяет при равных напорах значительно увеличить высоту капиллярного подъема (на 0,05...0,15 м), снижает потери воды в нижележащих слоях (на 10...15 %), увеличивает площадь увлажнения горизонтов почвы, где со-

средоточена основная масса корневой системы растений.

Данные опытов по изучению влияния напора и конструкции увлажнителей на размеры контуров увлажнения приведены в таблице. Как следует из таблицы, площадь смоченного контура увлажнения во втором типе конструкции увлажнителя в среднем на 0,04...0,08 м<sup>2</sup> больше, чем в первом. При этом наиболее оптимальным является напор 0,5...0,6 м.

**Размеры контуров увлажнения**

Тип конструкции увлажнителя	Время наблюдения	Напор воды, м	Контур увлажнителя, м		Площадь контура увлажнения, м <sup>2</sup>
			Высота	Ширина	
Гончарная трубка на муфтах с противодиффузионным экраном: <i>d</i> = 50 мм, <i>l</i> = 333 мм	а	0,60	0,47	1,31	1,59
	б	0,60	0,50	1,44	2,01
	а	0,50	0,41	1,00	1,25
	б	0,50	0,50	1,39	2,38
	а	0,30	0,34	0,94	1,06
	б	0,30	0,41	1,11	2,15
	а	0,20	0,38	0,91	0,79
	б	0,20	0,45	1,03	1,27
Гончарная трубка с противодиффузионным экраном сверху и снизу: <i>d</i> = 50 мм, <i>l</i> = 333 мм	а	0,60	0,47	1,37	1,63
	б	0,60	0,50	0,48	2,09
	а	0,50	0,42	1,05	1,29
	б	0,50	0,50	1,33	2,41
	а	0,30	0,35	0,97	1,12
	б	0,30	0,43	1,16	2,19
	а	0,20	0,39	0,94	0,84
	б	0,20	0,45	1,08	1,33

Примечание: а — после окончания полива, б — через 18 ч после полива.

При увеличении напора от 0,7 м и более область увлажнения возрастает незначительно — 0,05...0,07 м в горизонтальном направлении, но здесь возникает опасность суффозии грунта и выклинивания воды на поверхность почвы. Следовательно, целесообразно применение противодиффузионного экрана.

Экраны позволяют увеличить расстояние между увлажнителями и довести его до 1,4...1,5 м, кроме того, применение экрана позволяет увеличить площадь смоченного контура в 1,3–1,7 раза. При этом наиболее оптимальным является напор 0,5...0,6 м.

На распределение влаги в почвенном профиле существенное влияние оказывает величина поливной нормы. Поэтому в процессе исследований была

поставлена цель раскрыть качественную и количественную стороны распределения воды в почвенном профиле в продольных и поперечных направлениях линии увлажнения, изучить динамику запасов влаги в почве после полива и установить степень удовлетворения потребностей сельскохозяйственных культур в поливной воде в различные фазы их вегетации при определенных режимах поливов.

На основании принятых к исследованиям поливных норм 600 и 350 м<sup>3</sup>/га определена динамика их распределения на глубине 1,5 м и на расстоянии 0...1,0 м от оси увлажнителя (увлажнитель из гончарных трубок диаметром 50 мм, предполивная влажность — не ниже 75 % НВ, напор — 0,45...0,50 м в голове увлажнителя).

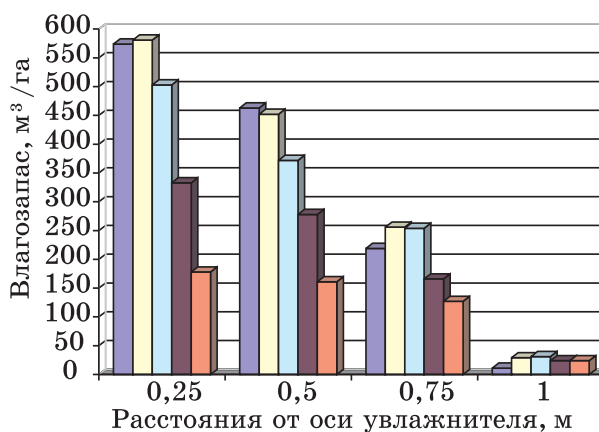
Распределение поливных норм изучали на опытном участке. Влажность почвы определяли с помощью отбора образцов.

В связи с окончанием полива нормой 600 м<sup>3</sup>/га в слое почвы 0,2...0,4 м влага распределилась по следующей схеме: 0,25 м от увлажнителя — 165 м<sup>3</sup>/га, или 27,5 %; 0,75 м от увлажнителя — 4,8 м<sup>3</sup>/га, или 8,0 %; 0,50 м от увлажнителя — 119 м<sup>3</sup>/га, или 29,8 %; 1,0 м от увлажнителя — 3 м<sup>3</sup>/га, или 0,5 %. Таким образом, с удалением от увлажнителя количество воды в слое уменьшалось. В слое 0,4...0,6 м схема распределения выглядела так: 210 м<sup>3</sup>/га, или 36 %; 176 м<sup>3</sup>/га, или 29,3 %; 85 м<sup>3</sup>/га, или 14,1 %; 4 м<sup>3</sup>/га, или 0,6 % (расстояния от увлажнителя были те же, что и в слое почвы 0,2...0,4 м). С увеличением глубины и удалением от увлажнителя распределение поливной нормы изменялось в сторону уменьшения. По окончании полива основная часть оросительной воды разместились в слое до 0,8 м (рисунок).

Распределение поливной нормы 350 м<sup>3</sup>/га в этот период имеет несколько иной характер. Отмечено, что поступившая влага разместились в слое до 0,8 м, в основном на отрезке 0...0,50 м от оси увлажнителя.

Через сутки после полива часть оросительной воды перераспределилась в более глубокие горизонты и в сторону от увлажнителя, например, при поливной норме 600 м<sup>3</sup>/га в слое 0,2...0,4 м количество влаги уменьшилось на расстоянии от увлажнителя: 0,25 м — до 130 м<sup>3</sup>/га (23,2 %); 0,5 м — до 80 м<sup>3</sup>/га (13,3 %); 0,75 м — до 73 м<sup>3</sup>/га (6,2 %).

По мере углубления горизонтов количество поступившей воды увеличивалось. В слое 0,6...0,8 м для обеих норм оросительная вода распределялась так: на расстоянии от увлажнителя 0,25 м — до 32,2 %; на расстоянии от увлажнителя 0,50 м — до 27,6 %;



**Распределение влажности в почве при поливной норме 600 м<sup>3</sup>/га в слое 0...1,5 м после полива:** ■ — после полива; □ — через 1 сут; □ — через 3 сут; ■ — через 5 сут; ■ — через 7 сут

на расстоянии от увлажнителя 0,75 м — до 19,0 %.

При поливной норме 350 м<sup>3</sup>/га в слое 0...1,5 м через сутки после полива происходил аналогичный процесс. Через трое суток после полива влага в почве перераспределялась в большей степени в стороны от увлажнителя. Количество воды в слое до 0,8 м уменьшилось. При поливной норме 600 м<sup>3</sup>/га влага достигла отрезка 0,75...1,00 м, в слое 0,40...1,50 м ее разместилось 5,0 %. При норме 350 м<sup>3</sup>/га на этом отрезке практически не отмечено проявления поливной влаги.

Дальнейшего распределения поливных норм в почвенном профиле через 5 сут после полива не наблюдалось. В этот период времени количество оросительной воды уменьшилось. Так, в слое 0,6...0,8 м для поливной нормы 600 м<sup>3</sup>/га: на расстоянии от увлажнителя 0,25 м — до 74 м<sup>3</sup>/га (12,3 %); 0,50 м — до 65 м<sup>3</sup>/га (10,8 %); 0,75 м — до 45 м<sup>3</sup>/га (7,5 %). При норме 350 м<sup>3</sup>/га: соответственно 49; 41; 24 м<sup>3</sup>/га, или 14,0; 11,7; 6,8 %, причем основное количество (около 70...72 %) этой влаги накапливалось в слое 0,4...0,8 м. Количество влаги, просочившейся ниже активного слоя почвы, не превышало 5 % от поливных

норм. Такая величина может использоваться растениями, имеющими мощную корневую систему. В начальные фазы вегетации эта влага для растений недоступна (входит в разряд потерь). Через 7 сут после полива количество поливной воды в профилях заметно сокращается. Для обеих поливных норм поливной влаги не отмечалось в слое 0...0,2 м и на отрезке 0,75...1,00 м от увлажнителя.

На расстоянии 0,25 м от увлажнителя количество оросительной воды составило: в слое 0,6...0,8 м — 32 м<sup>3</sup>/га (5,3 %), в слое 1,1...1,5 м — 62 м<sup>3</sup>/га (10,3 %) от поливной нормы 600 м<sup>3</sup>/га; соответственно 26 м<sup>3</sup>/га (7,4 %), 21 м<sup>3</sup>/га (6,0 %) от поливной нормы 350 м<sup>3</sup>/га.

Анализируя характер распределения поливных норм, можно сделать вывод, что поливная вода при норме 600 м<sup>3</sup>/га просачивается ниже актив-

ного слоя почвы значительно в большем количестве (до 32 %), чем при норме 350 м<sup>3</sup>/га (до 17 %).

Перераспределение поливной нормы 600 м<sup>3</sup>/га происходит на расстоянии до 0,75 м от увлажнителя, а при норме 350 м<sup>3</sup>/га — в основном до 0,5 м.

Таким образом, результаты исследования динамики влажности почвы по длине увлажнителя позволяют сделать следующее заключение: пьезометрические напоры в увлажнителях и нормы подачи воды оказывают непосредственное влияние на распределение влаги в почве как в продольном, так и в поперечном направлениях.

**Ключевые слова:** поливная норма, распределение влаги, почвенный профиль, внутрпочвенное орошение, увлажнитель, Волго-Ахтубинская пойма, водоносный слой, контур увлажнения.