

ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА И КОЭФФИЦИЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДЫ

**Ф.Ф. Вышпольский, Р.К. Бекбаев,
У.К. Бекбаев, А.В. Басманов**

(Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства, г. Тараз, Республика Казахстан)

Keywords: technology, loss, subirrigation, filtration.

Summary: The article describes the effect of irrigation technology on the size of unnecessary loss and irrigation norms. Found that with hydromorphic regime of groundwater use on subirrigation water availability for irrigation systems increase.

Интеграция Казахстана в мировое сообщество ускорила процессы глобализации использования энергоресурсов, поставок оборудования, техники, технологий, обмена знаниями, создания производительных сил. Все международные финансовые институты ориентировали страны Среднеазиатского региона на разгосударствление и приватизацию не только промышленных, но и водных объектов, где применяли крупные механизированные формы производства [1]. По этой причине механизмы управления ирригационными системами дестабилизировались, а продуктивность орошаемых земель и водных ресурсов снизилась, что привело к потере конкурентоспособности товаропроизводителя.

Приватизация орошаемых земель мелких площадей (земельные наделы 4–6 га) и передача отдельных участков оросительной и дренажной сети в частную собственность привели к потере экономического потенциала орошаемого земледелия. В настоящее время сформировалось новое явление – происходит консолидация наделов (сдача в субаренду или передача прав на аренду). При такой тенденции возрождаются крупные механизированные формы производства с высоким уровнем механизации поверхностного способа полива. Например, применение поливных агрегатов (типа ППА-165У, ТАП-150, АПШ-1 и др.) или поливной арматуры (сифоны, поливные щитки, салфетки) повышает производительность труда и равномерность распределения воды по полю. Но в условиях нехватки воды главным аргументом поиска водосберегающей технологии поверхностного полива является минимизация технологических потерь оросительной воды на фильтрацию, испарение и сброс с полей орошения.

В настоящее время поливы проводят по бороздам, напуском, полосам. Эти способы полива являются водоемкими, так как значительная часть поступившей на поле воды расходуется на фильтрацию, сброс и испарение. Размеры технологических потерь оросительной воды в производственных условиях приведены в таблице 1.

Из представленных материалов следует, что при поливах напуском более половины (50–55 %) поступившей на поле воды расходуется на технологические потери. При бороздковом поливе размеры технологических потерь оросительной воды сокращаются до 40–45 % от водоподачи на поле. В первом случае 45–50 % поданной воды аккумулируется в корнеобитаемых горизонтах и используется растениями, во втором – данный показатель возрастает до 55–60 % и улучшает водоснабжение растений.

Показатели технологических потерь оросительных вод на фильтрацию, испарение, сброс определяли на пилотных участках с высокой культурой земледелия, поэтому получали экономически оправданные урожаи кукурузы на зерно, (6–8 т/га), хлопчатника (2,5–3,5 т/га). Различия в технологии полива и культуре земледелия предопределяли урожайность возделываемых культур, а также размеры технологических потерь, которые колебались в пределах 39–53 % от поданной на поле воды.

При поливах напуском (по полосам), когда размеры поливных норм-брутто колебались в пределах 1720–2180 м³/га, на технологические потери расходовалось 46–53 % воды, поступившей на поле. При бороздковом поливе размеры поливных норм-брутто снижались до 1435–1635 м³/га, а технологические потери сокращались до 39–45 %, т.е. уменьшались на

7–8 % от водоподачи на поле. В первом случае растения использовали около половины поданной на поле воды, а во втором – данный показатель возрастал до 58 % и улучшал водоснабжение растений.

Таблица 1

Использование воды на орошаемых землях (усредненные данные по 2-3 пилотным участкам)

Наименование хозяйств	Поливная норма-брутто, м ³ /га	Расходы воды, м ³ /га				Технологические потери		
		Увлажнение почв	Фiltrация	Сброс	Испарение	Фiltrация	Сброс	Испарение
Далакайнарский	2180	985	495	390	230	23,5	18,6	11,0
Жамбылская обл.	1720	930	350	300	140	20,3	17,5	8,1
Исаханова (АТК)	1630	896	355	249	130	21,8	15,3	8,0
Спатаева (АТК)	1515	880	324	192	119	21,4	12,7	7,7
Икан (АТК)	1435	880	294	156	105	20,5	10,9	7,3
<i>Примечание:</i> АТК – Арысь-Туркестанский канал Южно-Казахстанской области								

Установленные показатели коэффициента использования воды (КИВ – 0,5–0,58) характерны для орошаемых земель автоморфного типа, когда грунтовые воды залегают глубже 2,5 м и практически не участвуют в субиригации. В таких случаях технологические потери оросительных вод на фильтрацию в оросительной сети и на полях орошения являются безвозвратными для растений, так как не принимают участия в их водоснабжении. При гидроморфном режиме почв, особенно при ирригационном типе питания грунтовых вод, когда корневая система растений использует восходящие потоки капиллярного подъема грунтовых вод, повышается КИВ за счет субиригации.

Практика и теория орошения показывают, что степень использования оросительных вод сельскохозяйственными культурами предопределяется не только технологией орошения, но и интенсивностью использования грунтовых вод на эвапотранспирацию. В орошаемом земледелии объемы участия грунтовых вод в водоснабжении растений определяют по формулам С.Ф. Аверьянова и С.И. Харченко [2, 3]. Однако данные формулы не учитывают влияния влагозапасов в почвах на величину расхода грунтовых вод в корнеобитаемые горизонты, поэтому после полива или выпадения осадков, когда снижается интенсивность влагообмена между зоной аэрации и грунтовыми водами, расчетные формулы приводят к значительным ошибкам, так как количественные показатели расхода грунтовых вод в зону аэрации предопределяются эвапотранспирацией, глубиной залегания грунтовых вод, механическим составом почв. По всей видимости, авторы расчетных формул считали, что уровень увлажнения корнеобитаемого слоя почв не оказывают существенного влияния на расход грунтовых вод в зону аэрации. Вместе с тем нашими исследованиями установлено, что размеры расхода грунтовых вод на эвапотранспирацию зависят не только от глубины залегания грунтовых вод, механического состава почв, но и наличия запасов влаги в корнеобитаемых горизонтах.

Наличие связи между показателями расхода грунтовых вод в зону аэрации и запасами влаги в корнеобитаемых горизонтах подтверждается лизиметрическими исследованиями КазНИИВХ [4]. Например, после полива, когда влажность в корнеобитаемом слое почв приближалась к поливной влагоемкости, а показатели эвапотранспирации изменялись от 6 до 10 мм/сутки, расход грунтовых вод в зону аэрации не превышал 0,5–1 мм/сутки, а при снижении влагозапасов до 60 % от НВ возрастал до 6–8 мм/сутки. Следовательно, объемы использования грунтовых вод на субиригацию зависят не только от термического режима орошаемой территории, водно-физических свойств почв, но и динамики влагозапасов в корнеобитаемых горизонтах почв. Это подтверждается сравнительным анализом экспериментальных и расчетных данных, полученных по формулам С.Ф. Аверьянова, С.И. Харченко, КазНИИВХ (табл. 2).

**Экспериментальные и расчетные данные по расходу грунтовых вод в зону аэрации
за вегетационный период, м³/га**

Годы	Экспериментальные	Расчетные					
		С.А. Аверьянов		С.И. Харченко		КазНИИВХ	
		мм	% отклонения	мм	% отклонения	мм	% отклонения
2000	<u>1768</u>	<u>1857</u>	<u>5,0</u>	<u>1727</u>	<u>-2,3</u>	<u>1878</u>	<u>6,2</u>
	2425	1857	-23,4	1727	-28,8	2546	5,0
2001	<u>1709</u>	<u>1616</u>	<u>-5,4</u>	<u>1557</u>	<u>-8,9</u>	<u>1625</u>	<u>-4,9</u>
	2394	1616	-32,5	1557	-35,0	2236	-6,6
2002	<u>1787</u>	<u>1626</u>	<u>-9,0</u>	<u>1560</u>	<u>-12,7</u>	<u>1687</u>	<u>-5,6</u>
	2346	1626	-30,7	1560	-33,5	2415	2,9
Примечание: числитель – порог предполивной влажности 70–75 % от НВ, знаменатель – порог предполивной влажности 60–65 % от НВ							

Анализ экспериментальных и расчетных данных показывает, что математическая зависимость по установлению объемов использования грунтовых вод на субиригацию позволяет корректировать технологию орошения и размеры поливных и оросительных норм с учетом изменения порога предполивной влажности почв и уровня залегания грунтовых вод, а также совершенствовать систему управления водными ресурсами (поверхностными, подземными) на орошаемых землях гидроморфного ряда. Кроме того зависимость КазНИИВХ позволяет устанавливать размеры возможного использования фильтрационных вод на субиригацию, определять экономически приемлемые пределы повышения КПД оросительной сети, совершенствовать технические средства ирригации и дренажа.

Например, при поверхностном способе полива (по бороздам, полосам, напуском) КПД техники полива обычно не превышает 0,6, а в случае близкого залегания слабоминерализованных грунтовых вод (менее 3 г/л), которые участвуют в субиригации, растения потребляют такой объем воды, который иногда превышает размеры водоподачи на поле. Поэтому на орошаемых территориях, где грунтовые воды залегают выше 2,5 м, необходимо в расчетную зависимость по определению коэффициента полезного использования воды вносить показатель доли участия грунтовых вод на субиригацию [4]. Тогда расчетная зависимость примет следующий вид:

$$КПД_{о.с} = \eta_{м.с} \times \eta_{в.с} \times \eta_{т.п} + V_{зр} / V_c ,$$

где: $КПД_{о.с}$ – коэффициент полезного использования воды при ее транспортировке от водозабора до растений (корнеобитаемых горизонтов почв);

$\eta_{м.с}$ – КПД магистральных и межхозяйственных каналов: отношение количества воды в точках водовыдела в хозяйствах к головному водозабору из источников орошения;

$\eta_{в.с}$ – КПД внутрихозяйственной сети: отношение количества поступившей воды на поле к размерам водовыдела в хозяйствующие субъекты;

$\eta_{т.п}$ – КПД элементов техники полива: отношение размеров поданной воды на поле к размерам ее накопления в активных (корнеобитаемых) горизонтах почв;

$V_{зр}$ – размеры участия грунтовых вод в эвапотранспирации (м³/га);

V_c – водозабор в оросительную систему, м³/га.

Согласно экспериментальным и расчетным данным на ирригационных системах Южного Казахстана, где поливы проводят по бороздам, полосам и напуском, КПД системы орошения на автоморфных почвах (в среднем) изменяется от 0,25 до 0,35, а на гидроморфных – возрастает до 0,45–0,55. С учетом этого эффективность существующих и разрабатываемых технических средств ирригации, а также технологических операций по водосбережению, обеспечивающих устойчивость сельскохозяйственного производства в условиях нехватки

воды, необходимо определять по коэффициенту использования воды, который опосредованно характеризует уровень технологических потерь при транспортировке воды от источника орошения до растений. Кроме того, в условиях орошаемого земледелия, когда объектом мелиорации является вся орошаемая территория, почву и грунтовые воды следует рассматривать как единую взаимосвязанную систему, предопределяющую динамику влаго- и солеобмена между зоной аэрации и грунтовыми водами, а следовательно, пути оптимизации технических средств и технологических операций по устойчивому развитию сельскохозяйственного производства.

Таким образом, выбор технических средств и технологических операций по рациональному использованию водных и земельных ресурсов следует решать не за счет увеличения водозабора, а путем усиления механизмов солеудаления, сокращения технологических потерь оросительных вод на фильтрацию, испарение, сброс с орошаемых земель, а также активизации процессов роста плодородия почв, сокращения сброса дренажно-сбросных вод в источники орошения, снижения до минимальных пределов рисков для окружающей среды, повышения экономической и экологической устойчивости функционирования систем орошения. В связи с этим эффективность технических средств и технологических операций по водоснабжению растений водой надо оценивать по уровню устойчивости сельскохозяйственного производства при нехватке воды, размерам технологических потерь (фильтрация, испарение, сброс) оросительной воды при транспортировке от источника орошения до растений, финансовым затратам на внедрение новых и совершенствование существующих технических средств ирригации.

Литература

1. Мелиорация и водное хозяйство. Орошение: справочник. М.: Агропромиздат, 1990, 415 с.
2. Аверьянов С.Ф. Борьба с засолением орошаемых земель. М.: Колос, 1978. 287 с.
3. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 374 с.
4. Совершенствование метода расчета расхода грунтовых вод на эвапотранспирацию / Ф.Ф. Вышпольский, Р.К. Бекбаев [и др.] // Вестн. сельскохоз. науки Казахстана. 2003. № 7. С. 44–47.