

УДК 631.67:633.51

## **Эффективность встречного полива хлопчатника по бороздам в условиях Хорезма**

**Палуашова Г.К., Широкова Ю.И.**

**САНИИРИ им. В.Д. Журина**

### **Введение**

Как известно, периодически возникающие маловодья и сопутствующие им дефициты воды для орошения, наиболее остро ощущаются в низовьях рек. Это подтверждается данными по обеспеченности водой Хорезмской области и Республике Каракалпакстан в 2001 и 2008 гг.

При этом в низовьях Амударьи вследствие сложных природных условий и проблем с использованием водных ресурсов наблюдается постепенная деградация орошаемых земель, заключающаяся в стабильном сезонном засолении, а в Хорезме - и в частичном заболачивании [6]. Это отражается и на продуктивности земель. Так, урожаи в Хорезме снизились до 20-25 ц/га, а в Республике Каракалпакстан уже более 10 лет получают стабильно низкие урожаи хлопка, не превышающие 16 ц/га. Наихудшее положение по заболачиванию территории наблюдается в Хорезмской области, где даже осенью грунтовые воды располагаются очень близко к поверхности земли.

Несмотря на то, что грунтовые воды в основном имеют минерализацию менее 3 г/л, при сельскохозяйственном использовании земель происходит их сезонное засоление. При испарении грунтовых вод в зоне аэрации (и корнеобитаемом слое почвы) за вегетацию хлопчатника накапливаются легкорастворимые соли:  $NaCl$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $MgCl_2$ .

По данным МС и ВХ РУз в низовьях Амударьи (Хорезмской, Бухарской области и Республике Каракалпакстан), засоление распространено достаточно сильно. На 2008 год площади средне- и сильнозасоленных земель составляли, соответственно, от площади орошаемых земель: около 46,9 % по Республике Каракалпакстан; 33,2 % по Бухарской области и 39,3 % – по Хорезмской области.

В условиях Хорезма грунтовые воды являются источником покрытия водопотребления и составляют по данным разных авторов от 12-47 % и до 86 % (в зависимости от мехсостава и сложения почвенного профиля зоны аэрации) [1-6].

Имеется необходимость в научном обосновании и проверке на практике контроля и управления засолением почвы в период вегетации с помощью технологии орошения и режима поливов. Управляемыми технологиями орошения являются дождевание, капельное орошение, а также - более дешевые технологии, такие как - дискретный полив, встречный полив по бороздам и др.

На сегодня, для водо- и ресурсосбережения необходимо предлагать фермерам усовершенствованные способы поверхностного полива, которые имеют наименьшие эксплуатационные затраты. К таким поливам относятся встречный полив и полив через борозду. В качестве сезонных мероприятий по регулированию соле-

вого режима хлопкового поля в вегетацию на малоуклонных землях опытным путем установлена эффективность встречного полива. Эта технология позволяет повысить удельные затраты воды на единицу продукции и снизить сезонную аккумуляцию солей в почве. Основными целями применения встречного полива являются равномерное увлажнение поля и минимизация потерь воды за счёт сокращения сроков полива и отсутствия сбросов.

### Методика и местоположение исследований (краткое описание)

Исследования эффективности встречного полива хлопчатника по бороздам на малоуклонных и засоленных землях Хорезмской области проводились в период 2004-2006 гг. на 2 опытных участках в почвенно-мелиоративных условиях, репрезентативных для Хорезмской области, в Ханкинском и Ургенчском районах Хорезмской области (рис. 1).



**Рис. 1. Местоположение объектов исследований**

Основной целью опыта было установить эффективность встречного полива в условиях Хорезма по критериям:

- экономия оросительной воды;
- равномерность увлажнения поля;
- повышение урожайности сельскохозяйственной культуры (хлопчатник);
- возможность регулирования солевого режима почв орошением.

Для сравнения эффективности двух технологий полива проведены опыты в вариантах:

- обычный полив по бороздам (при длине борозд – 300 м)
- встречный полив (при длине встречных борозд по 150 м).

Условия опыта:

- пестрое исходное засоление почвы, достигающее сильной степени и более;
- почвы среднесуглинистые, переслаивающиеся тяжелыми суглинками и песками;
- на фоне близкого залегания грунтовых вод, при минерализации около 4 г/л с колебаниями уровней в течение вегетации 0,6–1,0 м.

Повторность всех вариантов опытов - трехкратная.

Схема расположения почвенных разрезов и точек наблюдений за влажностью, засоленностью почв и УГВ на опыте сравнения обычного бороздового и встречного поливов показана на рис. 2.



Рис. 2. Схема опытного участка для изучения эффективности встречного полива

Исследования включают круглогодичные полевые наблюдения за всеми составляющими водно-солевого режима, как в вегетацию, так и в период промывки засоленных земель.

Вдоль поля на каждом из вариантов были заложены контрольные створы наблюдательных скважин за уровнем и минерализацией грунтовых вод и отбора проб почвы методом полевого бурения.

В период вегетации, до и после каждого полива, по створам скважин и площадкам проводились измерения:

- уровней залегания грунтовых вод (измерение желонкой)
- минерализации (измерение методом электрокондуктометрии);
- влажности почвы – термостатно-весовым методом;
- засоленности почвы (методом электрокондуктометрии, в почвенно-водной суспензии 1:1);

На каждом из вариантов проводился контроль и измерения:

- объема и режима подачи воды для полива, путем измерения расходов во временном оросителе - трапецеидальным водосливом Чиполетти и в бороздах – треугольным водосливом Томпсона (расход воды, подаваемый в борозду 0,4-0,7 л/с);
- роста и развития растений хлопчатника и учет урожая (фенологические наблюдения)

Кроме того, проведено фиксирование сроков и затрат на агротехнологические операции.

Для оценки исходного состояния и свойств почв перед началом исследования были проведены комплексные почвенные обследования в почвенных разрезах (по 3 на каждом из вариантов, рис. 2), в которых проводились следующие измерения и определения:

- генетическое описание почвенного профиля;
- объемная масса почвы (методом режущих колец), плотность твердой фазы почвы и расчет порозности;
- определение кривой  $pF$  (связь влажности с давлением почвенной влаги) в лаборатории на прессе Ричардса с определением показателей НВ, ВЗ и ДДВ;
- определение мехсостава почвы (по генетическим горизонтам) методом седиментации;
- химические анализы почвы: состав солей методом водной вытяжки 1:5; (по генетическим горизонтам и по профилям почвы через 20 см в выбранных створах на весну и осень); подвижные формы питательных элементов НРК (по генетическим горизонтам) по методу, принятому ГОСТами;
- метеорологические данные (суточные температуры и влажность воздуха, осадки, скорость ветра) были использованы на основе мини-метеостанции проекта ZEF, установленной в Хиве;
- сбор хлопка выполнен как по специальным площадкам, так и по делянкам створа. Это было прямое определение урожая с отдельным взвешиванием каждого сбора с делянки.

Таблица 1

## Общие условия проведения опытов и некоторые результаты

Характеристики почвы и грунтовых вод и др.	Единицы измерения	Ханкинский район, Опытное хозяйство САНИИРИ 2004-2005 гг.
Цели исследований		Изучение эффективности встречного полива
Площадь участка	га	3,0
Наличие и вид полевого дренажа		Горизонтальный закрытый, работающий в подпёртом режиме
Длина борозды	м	300 м – при одностороннем; 150 м – при встречном
Глубина грунтовых вод, средняя за вегетацию	м	0,82-1,03
Минерализация грунтовой воды	г/л	2,4-3,0
Количество воды для орошения	м <sup>3</sup> /га	1847-2688 (2168,1-3601,5)
Количество поливов		3-4
Количество воды для промывки	м <sup>3</sup> /га	3200
Мех состав почвы (преобладающий)		Средний суглинок
Предельная полевая влагемкость почвы	в процентах к объему	32,6-35,2
Объемная масса почвы	г/см <sup>3</sup>	1,49 -1,55
Засоление почвы весной (среднее по полю в слое 0-100 см)	ЕСе, dS/m	7,6-10,0
	В процентах к массе	0,85-1,12
Засоление почвы осенью (среднее по полю в слое 0-100 см)	ЕСе, dS/m	9,5-15,2
	В процентах к массе	1,1-1,7
Урожай хлопка	ц/га	21,4-29,5

**Результаты исследований** представлены в табл. 2, 3 и 4, где показан водный и солевой режимы, общие и удельные затраты воды, урожайность хлопчатника.

По результатам определений и лабораторных анализов выявлены следующие условия опыта: пестрое исходное засоление почвы, достигающее сильной степени и более; почвы среднесуглинистые, переслаивающиеся тяжелыми суглинками и песками; на фоне близкого залегания грунтовых вод, с колебанием уровней в течение вегетации 0,6–1,0 м при минерализации не более 3 г/л.

Таблица 2

## Водный баланс полей по вариантам опыта

Го- ды	Вариан- ты	УГВ , м	Измене- ние запасов влаги весна - осень м <sup>3</sup> /га	Статьи баланса, м <sup>3</sup> /га				Используй- вание грунто- вых вод, % от эвапот- ранс- пирации
				Приход			Расход	
				Осад- ки	Орос- нор- ма	Поступле- ние влаги из грунто- вых вод	Эвапот- ранспира- ция	
2004	Кон- троль	1,0	465	964	2168	2687	6284	43
	Опыт	1,03	481	964	1847	2993	6284	48
Разница по вариантам (о-к)		0,03	16	0	-321	305	0	5
2005	Кон- троль	0,85	-269	2086	3602	1078	6496	17
	Опыт	0,82	-124	2086	2688	1846	6496	28
Разница по вариантам (о-к)		- 0,03	145	0	-914	769	0	12

Таблица 3

## Составляющие солевого баланса зоны аэрации участка в вариантах опыта

Годы	Варианты	Приходные статьи								Изменение засоления					
		Грунтовые воды				Оросительная вода				Ор. вода + гр во- ды	Засоление почвы				Разница осень весна (сезонное накопление солей)
		Глу- би- на	Минера- лизация	Поступ- ление влаги из грунто- вых вод,	Поступ- ление солей из грунто- вых вод	Минера- лиза- ция	Орос- нор- ма	Поступле- ние солей с ороситель- ной водой	т/га		Весной		Осенью		
											дS/ м	% к мас- се	дS/ м	% к мас- се	
м	г/л	м3/га	т/га	г/л	м3/га	т/га	т/га	дS/ м	% к мас- се	дS/ м	% к мас- се	дS/ м	% к массе		
2004	Контроль	1	2,57	2687	6,91	0,76	2168	1,65	8,55	10,0	1,12	15,2 0	1,7	5,2	0,58
	Опыт	1,03	2,39	2993	7,15	0,76	1847	1,40	8,56	8,5	0,95	9,50	1,1	1,0	0,11
	Разница (о-к)	0,03	-0,2	305,2	0,2		- 320,7	-0,2	0,0	-1,5	-0,17	-5,7	-0,6	-4,2	-0,5
2005	Контроль	0,85	3,0	1078	3,23	0,91	3602	3,28	6,51	8,40	0,94	13,4	1,50	5,0	0,56
	Опыт	0,82	2,9	1846	5,35	0,91	2688	2,45	7,80	7,60	0,85	10	1,1	2,4	0,3
	Разница (о-к)	- 0,03	-0,1	768,5	2,1	0,0	- 913,5	-0,8	1,3	-0,8	-0,09	-3,4	-0,38	-2,6	-0,29

Таблица 4

## Технико-экономические показатели, площадь – 1 га

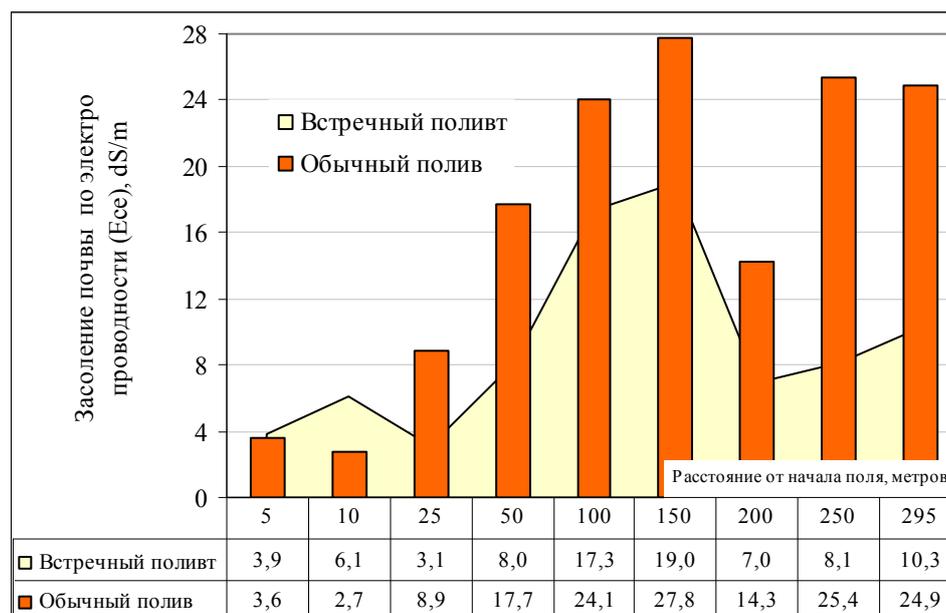
Показатели	Ед. изм.	2004			2005		
		Встречный полив, длина борозды 150 м	Обычный односторонний полив (контроль), длина борозды 300 м	Разница: встречный - обычный	Встречный полив, длина борозды 150 м	Обычный односторонний полив (контроль), длина борозды 300 м	Разница: встречный - обычный
Оросительная норма (затраты воды в вегетацию)	м <sup>3</sup> /га	1847,4	2168,1	-320,7	2687,9	3601,5	-913,6
Урожай хлопка	ц/га	29,5	21,4	8,1	27,6	20,5	7,2
Удельные затраты воды	м <sup>3</sup> /ц	62,6	101,4	-38,8	97,3	176,1	-78,8
Переменные затраты*	тыс. сум	177,9	171,3	6,6	171,6	166,6	5,0
Валовый доход*	тыс. сум	685,2	496,3	188,9	668,5	494,6	173,9
Валовая прибыль*	тыс. сум	507,3	325,0	182,3	496,9	328,0	168,9

\* Расчеты выполнены в ценах на ГСМ, семена и труд, а также закупочные цены на хлопок-сырец за соответствующие годы исследований. Относительно современного уровня к уровню 2005 года применим коэффициент 4,66.

## Обсуждение результатов

Эффективность технологии встречного полива для безуклонных земель установлена опытным путем. Несмотря на то, что условия поля не были оптимальными для выращивания хлопчатника (высокий уровень грунтовых вод, засоленные почвы и грунтовые воды), благодаря контролю засоленности и применению встречного полива были достигнуты экономия воды, снижение сезонного солевого накопления и увеличение урожая.

Анализ табл. 2-4 показывает, что применение встречного полива способствует экономии оросительной воды, снижению сезонного накопления солей в зоне аэрации (особенно в конце поля – рис. 2), увеличению урожая хлопка и финансовой прибыли.



**Рис. 3. Сравнение засоленности на почве в слое 0-60 см к концу вегетации 25.09.05**

Данные опыта, проведенного в Ханкинском районе Хорезмской области (ОПХ САНИИРИ, авт. Палуашова Г.)

В условиях близкорасположенных грунтовых вод невысокой минерализации на участке исследований развиты процессы засоления почв. Средние значения засоленности почв в зоне аэрации достигают средней и сильной степени в течение всего вегетационного периода.

Водный баланс поля в условиях близкого расположенных грунтовых вод показывает, что значительную часть в водопотреблении играют грунтовые воды. В 2004 году, когда количество осадков было небольшим, вклад грунтовых вод при их глубине в среднем за вегетацию 1 м составляет, соответственно, 43 % на контрольном варианте и 48 % – на встречном поливе. В 2005 году, когда за вегетационный период хлопка выпало много осадков, вклад грунтовых вод снизился и составил, соответственно, 17 и 28 % (табл. 2).

За счет обеспечения равномерного увлажнения почвы с двух сторон, экономия оросительной воды относительно невелика и составила 321 м<sup>3</sup>/га в 2004 и 914 м<sup>3</sup>/га в 2005 году. Тем не менее, при небольших оросительных нормах, имеющих место в этой зоне за счет при близких УГВ, предлагаемая технология позволяет сэкономить до 15-25 % воды, затрачиваемой при обычном поливе в одну сторону (табл. 2).

Выявлена возможность регулирования солевого режима почв применением встречного полива, который благоприятно влияет на солевой режим орошаемого поля и, соответственно, на урожайность хлопчатника.

Основными результатами, достигнутыми при применении данной технологии, являются выравнивание солевого фона и соответственный рост урожая. За вегетацию в среднем по участку варианта сезонное засоление в зоне аэрации отмечено, как на варианте встречного (1,0-2,4 dS/m), так и обычного (5-5,2 dS/m) поливов. Однако за счет более равномерного распределения воды по полю при поли-

вах, встречный полив позволяет снизить сезонное засоление в зоне аэрации на 4, 2, 2,6 dS/m. (табл. 3).

В результате обеспечения более благоприятных для растений хлопчатника условий, на участке встречного полива в течение 2-х лет получены урожаи на 7-8 ц/га выше, чем на участке обычного полива. По вариантам, соответственно, встречный и обычный поливы урожаи составили: 29,5 и 21,4 ц/га в 2004 году и 27,6 и 20,5 ц/га (табл. 4).

При таких прибавках урожая и при экономии оросительной воды удельные затраты её на единицу урожая значительно ниже на встречном поливе, против обычного полива на 40- 80 % в разные годы. Так, в 2004 году удельные затраты воды на 1 ц хлопка составили 62,6 м<sup>3</sup>/ц на встречном поливе и на обычном, - 101,4 м<sup>3</sup>/ц, а в 2005 году, соответственно, 97,3 и 176,1 м<sup>3</sup>/ц (табл. 4).

Экономическая эффективность была рассчитана путем сопоставления затрат и прибылей, так как все операции были проконтролированы, а стоимости их зафиксированы, установлены прямые переменные затраты на производство хлопка в условиях участков. Они составили (по вариантам, соответственно, встречный и обычный поливы) 177,9 и 171,3 тыс. сум/га, в ценах 2004 года и 171,6 и 166,6 тыс. сум/га в ценах 2005 года. Как видно, разница в затратах невелика. Расчет валовой прибыли, определенный по хлопку также с использованием соответствующих закупочных цен, показал разницу в вариантах полива 182,3 тыс. сум в 2004 году и 168,9 тыс. сум в 2005 году (табл. 4). С учетом изменения цен за прошедший период с 2005 года примерно в 4,7 раза, сумма прибыли может составить около 800 тыс. сум/га.

### **Заключение**

Проведённый опыт показывает, что применение встречного полива на засоленных землях, позволяет снизить засоленность почв, путём создания более равномерного солевого фона по всей длине поля, и, следовательно, сократить потери урожая в нижней части поля. Данные по урожаю подтверждают целесообразность использования технологии встречного полива для регулирования не только водного, но и солевого режима почв в вегетацию.

За счёт незначительного нарастания засоления к концу вегетации (против обычного полива по бороздам в одну сторону), технология орошения «встречный полив» способствует экономии труда и воды в период промывок.

Данная технология орошения рекомендуется к применению фермерами до решения проблемы регулирования уровня грунтовых вод и мелиоративного состояния земель радикальными мерами. При наличии инвестиций данный способ полива можно широко внедрять на инженерной основе.

### **Литература**

1. Ахмедов Х.А. Ирригация Хорезма. – Ташкент: Узбекистан, 1965. - С. 63.
2. Киселева И.К., Лифциц Э.А. Особенности водопользования в Хорезмской области // Вопросы мелиорации и орошения в хлопководстве. – Ташкент: Узбекистан, 1966.
3. Хамидов М. Научные основы совершенствования водопользования на орошаемых землях Хорезмского оазиса: Автореф. дис... докт. техн. наук. – Ташкент, 1994.

4. Эшчанов О.И. Исследование эффективности закрытого горизонтального дренажа в условиях Хорезмского оазиса: Автореф. канд. техн. наук. – Ташкент, 1994.

5. Форкуца И., Широкова Ю., Зомер Р. Влияние близкозалегающих грунтовых вод на урожай хлопка // *Ўзбекистон кишлоқ хўжалиги*. - 2006. - № 9. - С. 26-27.

6. Форкуца И.В., Широкова Ю.И. Управление водой при поливах хлопчатника и проблемы вторичного засоления земель в Хорезме // *Ўзбекистон кишлоқ хўжалиги*. – 2006. - № 5.

7. Мурадов К.Ж., Морозов А.Н., Широкова Ю.И. Оценка использования воды и мелиоративного состояния орошаемых земель Хорезмской области // «САНИИРИ – 80 лет (1925-2005)»: Сб. науч. тр. – Ташкент, 2006.

УДК 627.8.034.7

## **О форме поперечного сечения устойчивых земляных каналов**

**Фатхуллаев А., Акназаров О.**

**ТИИМ, Ниже-Амударьинское БУИС**

Каналы в земляном русле имеют наибольшее распространение в странах мира. Это объясняется, прежде всего, историческими причинами, так как потребность в строительстве оросительных систем предшествовала развитию технических средств, необходимых для создания каналов более совершенных конструкций.

Земляные каналы сооружают и в настоящее время, поскольку их строительство по технико-экономическим показателям обходится значительно дешевле, чем иные конструкции.

Однако, каналы в земляном русле имеют ряд недостатков: они подвержены размыву и заилению ложа и т.д.

Отрицательные качества каналов в земляном русле в значительной степени уменьшаются при выполнении требований, предъявляемых к ним при проектировании и правильном изучении формирования кинематических характеристик потока.

Как известно, русло канала и поток, составляя единую систему, находятся в непрерывном взаимодействии. Этот процесс зависит от многих факторов, главным образом, от грунта ложа канала, распределения скоростей, режима движения, под которое русло принимает различные криволинейные формы.

Для устойчивых русел эта форма должна соответствовать кинематической структуре потока и оказывать наименьшее сопротивление движению потока.