

**Рекомендации
по оптимальному сочетанию элементов техники полива
по бороздам для различных условий
Ферганской долины**

«Рекомендации...» составлены по результатам многолетних опытно-экспериментальных и производственных исследований, нормативов и публикаций САНИИРИ по технике полива по бороздам.

«Рекомендации...» выполнены в рамках проекта «Улучшение продуктивности воды на уровне поля» - «WPI-PL» и предназначены для информационного центра (ИЦ) по выбору оптимальных элементов техники полива для конкретных природно-хозяйственных, почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий объекта и его дальнейшего распространения и внедрения в фермерских хозяйствах Ферганской долины.

Разработали:

А.А.Абиров – кандидат технических наук,
старший научный сотрудник

В.Г.Насонов – кандидат геолого-
минералогических наук, старший научный
сотрудник.

	стр.
Приложение 1- Рекомендации по оптимальному сочетанию элементов техники полива по бороздам для различных условий Ферганской долины	4
Приложение 2 - Рекомендации по подбору элементов техники бороздкового полива, обеспечивающих высокий коэффициент полезного действия (КПД)	26
Приложение 3 - Рекомендации по режиму орошения озимой пшеницы в зависимости от глубины грунтовых вод и мехсостава почвы	30
Приложение 4 - Рекомендации по промывкам засоленных земель	35

**Рекомендации по оптимальному сочетанию элементов техники полива
по бороздам для различных условий Ферганской долины**

Полив по бороздам в Узбекистане является и будет долгое время являться основным и наиболее распространенным способом полива. Технология и техника полива по бороздам определяется, прежде всего, природными условиями: уклоном поверхности (рельефом) и водопроницаемостью почвы.

Уклоны орошаемых полей являются важным фактором, определяющим сочетание оптимальных элементов техники полива.

Уклоны орошаемых полей по степени влияния на элементы техники полива по бороздам могут быть сгруппированы следующим образом:

- безуклонные и очень малоуклонные земли (уклон меньше 0,001) со средним уклоном 0,0005, на этих землях полив производится при больших подпорах в конце борозды без поверхностных сбросов, хотя потери на глубинную фильтрацию достаточно велики (больше 20 %) – (рис.1);

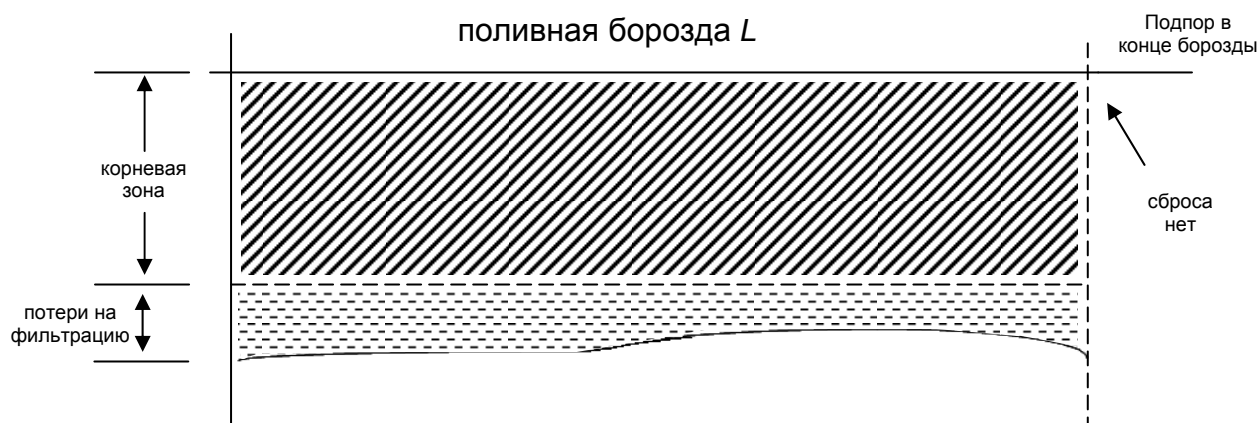


Рис.1 - Профиль увлажнения почвы
по длине борозды при поливах без сброса

- малоуклонные земли (уклоны от 0,001 до 0,0025 со средним уклоном 0,00175), на которых полив производится также без сбросов, подпор в этих бороздах распространяется на 55÷80 м; при потерях на глубокую фильтрацию и испарение;

- земли со средними уклонами 0,005 (уклоны от 0,0025 до 0,0075), в конце борозд наблюдаются небольшие подпоры, которые в зависимости от междурядий, распространяются на 25-30 м, могут наблюдаться сбросы и потери на глубинную фильтрацию;

- земли с большими уклонами (от 0,0075 до 0,025 со средними уклонами 0,001); ирригационная эрозия почв при поливах, потери на глубинную фильтрацию и поверхностные сбросы;

- земли с очень большими уклонами – от 0,025 до 0,05, средние уклоны – 0,04, полив возможен очень малыми расходами в борозду.

Кроме уклонов поверхности поля, другим важным фактором, также определяющим особенности элементов техники полива, является водопроницаемость почвы, характеризующая зависимость скорости впитывания воды в почву от времени. При достаточно большом времени полива скорость впитывания становится постоянной. По постоянной скорости впитывания, зависящей от различного механического состава почв, выделяют следующие основные классы водопроницаемости (табл. 1.1).

Основными элементами техники и технологии полива по бороздам являются:

- длина борозды, м;
- расстояние между поливными бороздами, м;
- уклон борозды;
- максимальный расход поливной струи в голове борозды, при котором эрозия почв должна быть минимальна, л/с;
- время добегающей поливной струи до конца борозды, мин.;
- общая продолжительность полива (общая продолжительность подачи воды в борозду, мин.).

Кроме основных элементов техники бороздкового полива необходимо знать:

- минимальные расходы струи, равные скорости впитывания по длине борозды;
- поперечное сечение борозды и смоченный периметр.

В зависимости от уклонов различаются поливные борозды:

- тупые, в конце которых имеется перемычка и при поливе образуется подпор;
- поливные борозды проточные, в конце которых производится технологический сброс воды.

При поливе со сбросом конец борозды получает минимальное увлажнение корнеобитаемого слоя (рис.2). При недостаточном увлажнении отсутствуют потери воды на глубокое просачивание воды ниже корнеобитаемого слоя и потери на сброс. Вода при таком недостаточном увлажнении может быть использована достаточно эффективно.

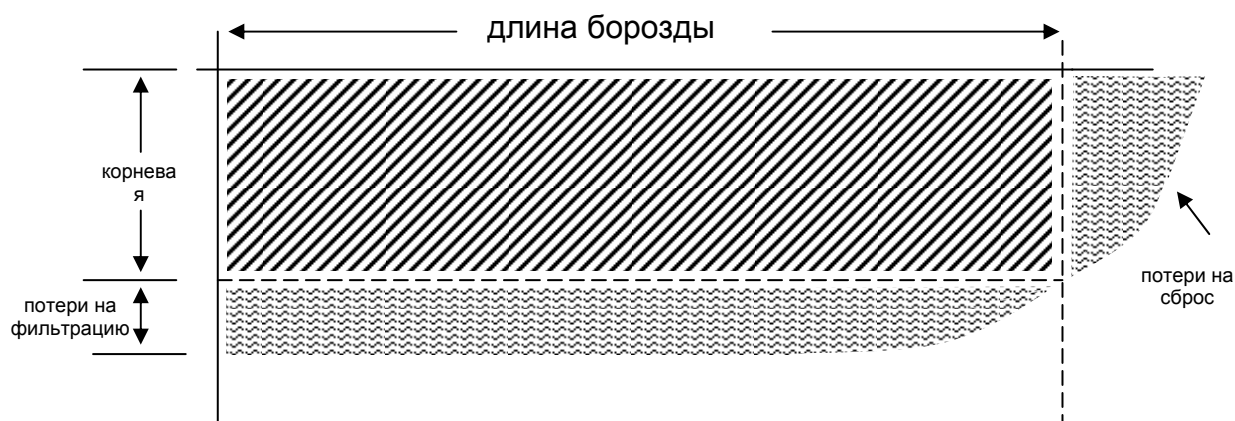


Рис.2 - Пример хорошего полива

Таблица 1.1

**Классификация
водопроницаемости почв по установившейся интенсивности инфильтрации**

Класс водопроницаемости	Характеристика водопроницаемости	Механический состав почв	Установившаяся интенсивность инфильтрации, мм/час	
			средняя	интервал
А	очень высокая	супесчаные и песчаные почвогрунты мощностью около 1 м, подстилаемые галечниками	15	10-20
Б	высокая	легкие мощные суглинки	8	6-10
В	средняя	средние суглинки	4,5	3-6
Г	низкая	тяжелые суглинки с прослойками средних	2,5	2-3
Д	очень низкая	глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками	1,5	1-2

Однако, при этом, возникает ряд других проблем: необходимость очень частых поливов, ограничение развития корневой системы растений и, в конечном итоге, урожай снижается при колебаниях в подаче воды или недостаточной водообеспеченности. При подаче слишком большого объема воды (рис 3) появляются большие потери воды на просачивание ниже корнеобитаемого слоя, питательные вещества вымываются за пределы корнеобитаемого слоя, появляются большие сбросы, на почвах с пониженной водопроницаемостью борозды могут затапливаться.



Рис.3 - Пример чрезмерного полива

Подача в корнеобитаемый слой заданной поливной нормы по агротребованиям обеспечивается оптимальным сочетанием элементов техники полива, при котором достигается высокая равномерность увлажнения почвы по длине борозды и высокий коэффициент полезного действия полива (КПД). Равномерность увлажнения по длине борозды определяется коэффициентом равномерности:

$$K_p = \frac{\text{слой впитавшейся воды в конце борозды}}{\text{слой впитавшейся воды в начале борозды}} = \frac{h_k}{h_n}$$

Для получения высоких урожаев и снижения затрат поливной воды, коэффициент равномерности должен быть не менее $0,8 \div 0,9$.

КПД техники полива определяется соотношением:

$$\begin{aligned} \text{КПД} &= \frac{\text{объем воды, поступивший в корнеобитаемый слой}}{\text{объем воды, поданный на поле}} = \\ &= \frac{\text{поливная норма нетто}}{\text{поливная норма брутто}} \end{aligned}$$

Поливная норма по агротребованиям – это поливная норма нетто – расчетная поливная норма, вычисленная по дефициту влаги в почве, как разность между запасами влаги в корнеобитаемом слое почвы при предельной полевой влагоемкости и допустимой предполивной влажности, принимаемой обычно 0,7 предельной полевой влагоемкости. Исходя из этого условия в фазе цветения - плодообразования поливные нормы нетто при расчетном слое 0-100 см для почв с глубоким залеганием грунтовых вод предусмотрены следующими:

тяжелые глинистые почвы	- 1100 м ³ /га;
тяжелые суглинистые почвы	- 1000 м ³ /га;
среднесуглинистые почвы	- 900 м ³ /га;
легкосуглинистые почвы	- 750 м ³ /га;
песчаные-супесчаные	- 600 м ³ /га.

До цветения и в периоды созревания эти поливные нормы должны быть уменьшены приблизительно на 30 %, т.е. расчетный слой увлажнения уменьшается с 0 - 100 см до 0 - 70 см.

При близком залегании грунтовых вод расчетный слой увлажнения составляет 0 – 50 см и поливная норма нетто составляет в среднем 500 м³/га.

Данные поливные нормы нетто рассчитаны для средних значений предельной полевой влагоемкости, свойственных данным типам почв. Отклонения от этих средних могут иметь достаточно большие значения. Поэтому для конкретных хозяйств или поливных участков следует уточнять предельную полевую влагоемкость и поливные нормы нетто.

Поливная норма брутто – поливная норма, которая фактически подана на поле (фактические затраты воды на полив). Коэффициент полезного действия полива должен быть не менее 0,85 – 0,95.

Немеханизированные поверхностные поливы различаются технологией подачи поливной струи в голову борозд

Наиболее простая технология – подача струи с постоянным расходом в течение всего времени полива. Такой полив сопровождается поверхностными сбросами для средних и больших уклонов, потерями на глубинную фильтрацию;

- полив переменной струей является более сложной технологией полива, при которой расход поливной струи в борозде в начале полива назначается максимально допустимым, в соответствии с требованиями минимальной эрозии почвы, равномерного увлажнения по длине борозды; при добегании лба струи до конца борозды расход струи изменяется до минимально-допустимого.

Предельно-допустимые расходы в голове борозды определяются в зависимости от уклона борозды, ее поперечного сечения (пропускной способности борозды), оструктуренности и сопротивляемости почв размыву.

Так как для сероземов и пустынных почв республики эрозия почв при поливах начинается с уклонов, примерно 0,003, то расход струи в голове борозды назначается для уклонов больше 0,003, исходя из требований минимально допустимого смыва почвы. Для меньших уклонов расход струи в борозду определяется, исходя из пропускной способности борозды и необходимости снижения сбросов.

Для сероземов и пустынных почв республики осредненные максимальные допустимые расходы в голове борозды, согласно исследованиям САНИИРИ, рекомендуются следующие осредненные значения максимально допустимых расходов струй воды в головах борозд (таблица 1.2).

Таблица 1.2 - **Максимально допустимые расходы в голове борозды**

Ширина междурядий	Максимально допустимые расходы в зависимости от уклонов, л/с					
	0,04	0,01	0,005	0,00375	0,00175	0,005
0,6	0,1	0,5	0,75	-	1,5	1,0
0,09	-	-	-	1	1,75	1,25

Для луговых и лугово-сероземных почв с более высоким содержанием водопрочных агрегатов и большим содержанием органики, на уклонах от 0,003 до 0,01 расход струи можно увеличивать 20÷30 %.

1.2 Полив постоянным расходом поливной струи в борозду

Полив постоянной струей в борозду до настоящего времени широко распространен и в зависимости от уклона борозд, водопроницаемости почв известны ориентировочные соотношения между расходами в борозду, длинами борозд и длительностью полива. При больших уклонах расходы в борозду и длины борозд снижаются, время полива сокращается. На полях с малыми уклонами расходы в борозду увеличивают, а длина борозд возрастает в зависимости от водопроницаемости почвы, чем меньше проницаемость, тем длиннее борозда. Однако, реальный КПД техники полива в производственных условиях очень невысок (табл. 2.1). Это вызвано сочетанием многих факторов:

- неверным подбором расходов в борозду, длин борозд, продолжительности полива, а также применением технологий полива не соответствующих конкретным условиям поля;
- неудовлетворительное качество планировки;
- снижение уровня подготовки поливальщиков и качества организации поливов.

Кроме того, произошли серьезные изменения в организации поливных участков. Появилось большое количество фермерских хозяйств, для которых подача воды постоянным током на орошаемые участки невозможна из-за малых расходов воды. Подача воды в хозяйство на полив в таких случаях осуществляется в определенные отрезки времени расходом, значительно превышающим произведение гидромодуля на поливную площадь. В этих условиях рекомендуются, согласно исследованиям САНИИРИ, следующие оптимальные сочетания элементов техники полива, обеспечивающих высокие КПД техники полива (табл. 2.2)

Эти же параметры техники полива рекомендуются и для крупных фермерских хозяйств, орошаемые площади которых позволяют осуществлять подачу воды в хозяйство постоянным током, поскольку КПД техники полива в этом случае оказывается выше, чем для более длинных борозд.

Однако в крупных высокомеханизированных хозяйствах может оказаться целесообразным использование борозд максимально возможной длины при высоком КПД техники полива (табл.2.3 и табл. 2.4).

Нетрудно видеть, что параметры полива более коротких борозд характеризуются более высокими значениями КПД полива. В тех случаях, когда, исходя из местных

условий, нельзя уложиться в рекомендуемые длины борозд, используется следующий прием:

1. Определяется относительное уменьшение длины борозды по сравнению с приведенными в таблице:

$$\frac{\text{фактическая длина борозды}}{\text{нормативная длина борозды}} = \frac{\ell_{cp}}{\ell_n}$$

2. Определяется необходимое снижение расхода в борозду q^l л/с и снижение времени полива T^l час относительно нормативного расхода q_n и времени полива T_n по формулам:

$$q^l = \sqrt{\frac{\ell_{cp}}{\ell_n}} \cdot q_n ; \quad T^l = \sqrt{\frac{\ell_{cp}}{\ell_n}} \cdot T_n$$

При необходимости снижения поливных норм W^l относительно нормативных, при заданной длине борозды:

1. Вычисляется относительное снижение полива.
2. Определяется необходимый расход в борозду q^l полива T^l .

$$q^l = \sqrt{\frac{W^l}{W_n}} \cdot q_n ; \quad T^l = \sqrt{\frac{W^l}{W_n}} \cdot q_n$$

Как следует из таблиц 2.2, 2.3, 2.4 расчетный КПД полива при рекомендуемых параметрах техники полива существенно выше КПД полива в производственных условиях.

Основным недостатком полива постоянной струей по бороздам является неравномерное увлажнение вдоль борозды из-за разного времени увлажнения в верхней нижней части борозды и связанные с этим потери на глубокую фильтрацию.

В зоне средних и больших уклонов бороздковый полив без поверхностных сбросов невозможен. В среднем сброс составляет в этих условиях 20-25 %

Время добегаания струй воды в бороздах до концов борозды, даже при равномерном распределении расходов в головах борозды, может существенно различаться.

Это вызвано не только влиянием микрорельефа поля и изменчивостью воднофизических свойств почвы, но и особенностями механизированной обработки почвы. В бороздах, по которым задние колеса трактора проходили дважды (25 %), струя воды добегают до конца значительно быстрее, чем по бороздам (50 %), по которым колеса трактора не проходили. В бороздах, где проходили передние колеса трактора (25 %), скорость добегаания струи воды также отличается. Это вызывает существенное увеличение непроизводительных расходов воды. Поэтому даже на водообеспеченных системах и рекомендуемых элементах техники полива постоянной струей целесообразно индивидуальное регулирование поливной струи. Поливальщик, движущийся вдоль низа поливных борозд, сигнализирует поливальщику, находящемуся вверху поля: в голове какой борозды надо сократить или увеличить ток воды.

При поливе постоянной поливной струей без поверхностного сброса в условиях больших и средних уклонов обойтись невозможно, особенно в почвах пониженной водопроницаемости. Сброс в таких случаях должен собираться в конце поля и направляться в ороситель или нижерасположенные поливные участки. Вся сбросная вода

по разным причинам использоваться не может и направляется в коллекторно-дренажную сеть. Смешанная вода коллекторно-дренажной сети должна использоваться повторно на орошение на других орошаемых участках. Это существенно повышает использование оросительной воды.

1.2.1 Многоярусный полив

Многоярусный полив является усовершенствованием полива постоянной струей с использованием коротких борозд. Поливной участок разбивается временными продольными и поперечными оросителями в зависимости от почвенных и морфологических условий на несколько ярусов поливных борозд длиной 40 - 70 м (рис.4). Поверхностный сброс из концевых частей верхнего яруса собирается ок-арыком, нарезанным поперек борозд. Одновременно, в этот ок-арык, подается вода для полива следующего яруса борозд, объемы этой подачи уменьшены на величину сброса из борозд первого яруса. Сброс воды из второго яруса собирается следующим ок-арыком, нарезанным поперек поля, дополнительная вода подается в этот ок-арык из шох-арыка, нарезанного параллельно бороздам. Только поверхностный сброс из последнего яруса не используется на орошаемом поле и необходимо организовать отвод сбросных вод.

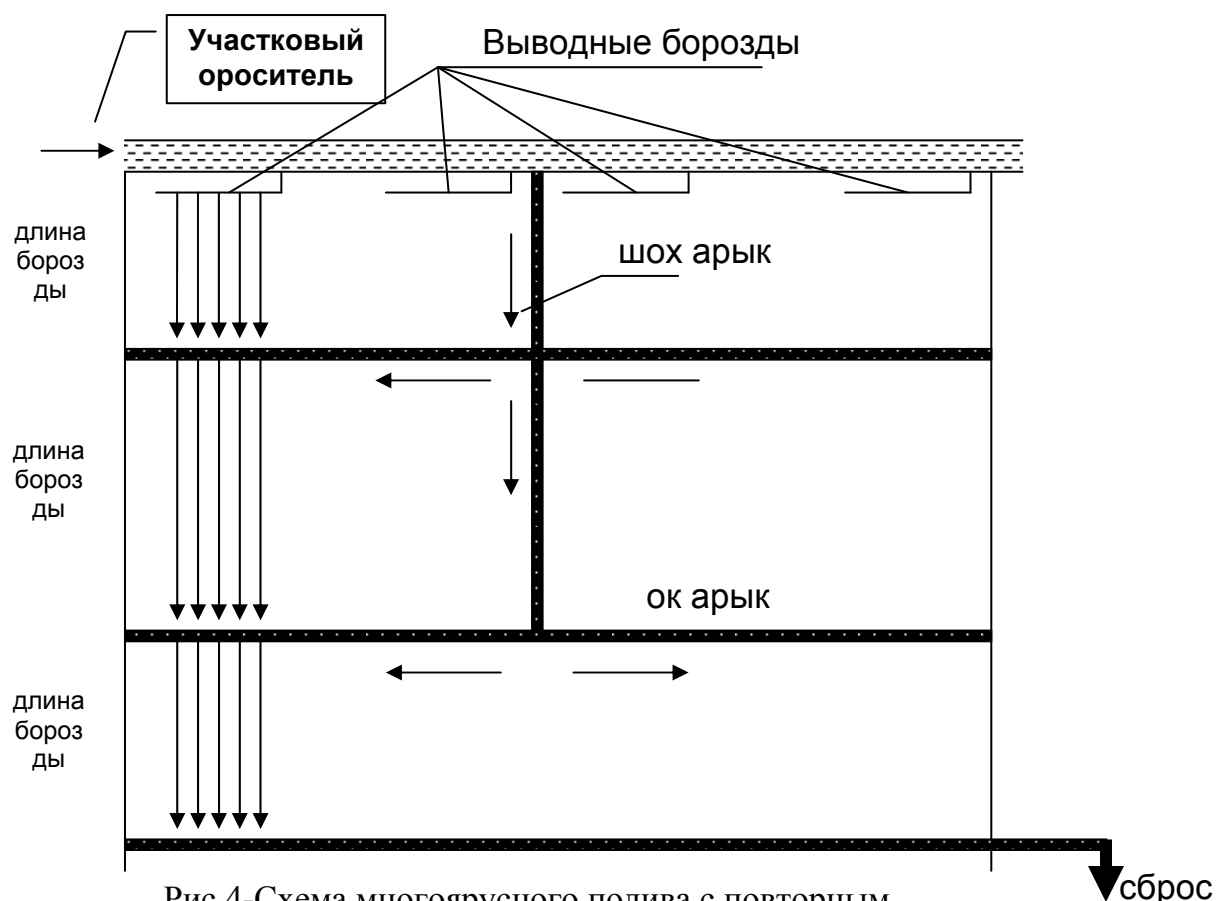


Рис.4-Схема многоярусного полива с повторным использованием сброса

Таблица 2.1

**КПД техники бороздкового полива и структура потерь
в производственных условиях при глубине залегания грунтовых вод >3 м**

№№ пп	Водопроницаемость и мехсостав почвогрунтов	Интервал изменения уклонов	КПД полива	Всего	Потери		
					в том числе		
					испарение	фильтрация	сброс
1 - Глубина грунтовых вод >3 м							
1.1	Сильнопроницаемые (супеси и суглинки, подстилаемые галечником)	0,025-0,05	0,47	0,53	0,01	0,51	0,01
		0,0075-0,025	0,56	0,44	0,005	0,24	0,2
		0,0025-0,0075	0,6	4,0	0,006	0,37	0,024
1.2	Повышенная водопроницаемость (легкие мощные суглинки)	0,025-0,05	0,6	0,4	0,02	0,32	0,06
		0,0075-0,025	0,62	0,38	0,01	0,21	0,16
		0,0025-0,0075	0,7	0,3	0,01	0,15	0,14
1.3	Средняя водопроницаемость (средние суглинки)	0,025-0,05	0,66	0,34	0,03	0,15	0,16
		0,0075-0,025	0,63	0,37	0,03	0,05	0,29
		0,0025-0,0075	0,67	0,33	0,02	0,06	0,25
1.4	Пониженная водопроницаемость (тяжелые суглинки с прослойками средних)	0,025-0,05	0,62	0,38	0,09	0,16	0,13
		0,0075-0,025	0,58	0,42	0,06	0,08	0,28
		0,0025-0,0075	0,6	0,40	0,05	0,04	0,31
1.5	Слабоводопроницаемы е глины и тяжелые суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками	0,025-0,05	0,47	0,53	0,09	0,03	0,41
		0,0075-0,025	0,55	0,45	0,11	0,07	0,27
		0,0025-0,0075	0,65	0,35	0,16	0,03	0,16

Таблица 2.2

**Рекомендуемые параметры
техники бороздкового полива постоянным расходом в борозду для фермерских хозяйств**

№№ пп	Водопроницаемость и мехсостав почв	Параметры техники полива и их размерность	Уклоны поливных борозд				
			интервалы изменений				
			менее 0,001	0,001-0,0025	0,0025-0,0075	0,0075-0,025	больше 0,025
			средний	средний	средний	средний	средний
			0,0005	0,0017	0,005	0,01	0,04
1	Сильнопроцаемые (супеси, легкие суглинки, подстилаемые с 1 м галечником)	Длина борозд, м	100	125	100	75	50
		Расход в борозду, л/с	1,0	1,25	1,0	0,5	0,2
		Продолжительность полива, мин.	73,8	81	85,2	135	289
		Поливная норма:					
		брутто, м ³ /га	740	760	850	900	970
		нетто, м ³ /га	600	600	600	600	600
2	Повышенная проницаемость (легкие мощные суглинки)	КПД полива	0,81	0,79	0,71	0,67	0,62
		Длина борозд, м	125	150	125	100	75
		Расход в борозду, л/с	0,75	0,75	0,75	0,375	0,15
		Продолжительность полива, мин.	137	179	158	277	525,6
		Поливная норма:					
		брутто, м ³ /га	820	875	950	1030	1050
3	Средняя водопроницаемость (средние мощные суглинки)	нетто, м ³ /га	750	750	750	750	750
		КПД полива	0,91	0,85	0,78	0,73	0,71
		Длина борозд, м	150	175	150	125	100
		Расход в борозду, л/с	0,25	0,5	0,25	0,15	0,1
		Продолжительность полива, мин.	588	360	606	888	1200
		Поливная норма:					
4	Пониженная водопроницаемость (тяжелые суглинки с прослойками средних)	брутто, м ³ /га	980	1035	1100	1060	1200
		нетто, м ³ /га	900	900	900	900	900
		КПД полива	0,92	0,87	0,82	0,77	0,75
		Длина борозд, м	175	200	175	150	125
		Расход в борозду, л/с	0,1	0,15	0,15	0,1	0,075
		Продолжительность полива, мин.	1818	1512	1236	1992	2334
		Поливная норма:					
		брутто, м ³ /га	1040	1120	1260	1330	1400
		нетто, м ³ /га	950	950	1000	1000	1000
		КПД полива	0,915	0,85	0,79	0,77	0,71

Таблица 2.3

Рекомендуемые сочетания элементов техники бороздкового полива для междурядий 0,6 м и максимальных длин борозд

Уклоны	Водопроницаемость почвогрунтов	Длина борозд, м	Расход в борозду, л/с	Время, часы		Поливная норма, м ³ /га		КПД техники полива	Потери, %		
				добега	всего	брутто	нетто		сброс	филтрация	испарение
0,0005	Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	150	1,0	1,8	2,1	815	600	0,735	-	28	0,4
	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	250	0,75	4,85	5	900	750	0,83	-	16	0,7
	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	350	0,5	10,3	12,5	1060	900	0,845	4	10	1,5
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	400	0,25	20,8	30,2	1140	950	0,835	6	7	3,5
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	400	0,1	42	85	1270	1000	0,785	8	3	9
0,0017	Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	225	1,5	1,15	2,1	840	600	0,715	-	28	0,5
	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	300	1,0	3,2	5	970	750	0,776	3	18,5	0,9
	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	350	0,5	8	13,2	1130	900	0,795	7,4	11,5	1,6
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	400	0,25	20,8	32,7	1230	950	0,774	10,8	7,5	4,3
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	400	0,125	34	71,5	1350	1000	0,740	13	5	8
0,005	Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	175	0.75	2.8	3.6	930	600	0.644	5	30	0.6
	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	275	0.75	3.5	6.5	1050	750	0.714	7.6	20	1.1
	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	325	0.5	5.5	13	1200	900	0.748	10.3	13	1.9

Продолжение таблицы

Уклоны	Водопроницаемость почвогрунтов	Длина борозд, м	Расход в борозду, л/с	Время, часы		Поливная норма, м ³ /га		КПД техники полива	Потери, %		
				добега	всего	брутто	нетто		сброс	филътрация	испарение
0,005	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	400	0.25	14	36.8	1380	1000	0.725	14	8.5	5
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	375	0.1	40	101	1620	1100	0.680	16	5.5	10.5
0,01	Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	100	0,5	1,1	3,6	1070	600	0,602	5	34	0,8
	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	125	0,25	4,5	9,5	1150	750	0,665	9,2	23	1,3
	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	200	0,25	6	17	1280	900	0,703	12,5	15	2,2
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	200	0,1	14	49	1470	1000	0,681	16,2	10	5,7
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	200	0,05	26	105	1614	1100	0,670	22	6	11
0,04	Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	40	0,1	5,7	7,1	1070	600	0,560	3,1	40	0,9
	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	75	0,1	8	14	1120	750	0,650	6,5	27	1,5
	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	125	0,1	10,2	27,2	1310	900	0,685	11	8	2,5
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	150	0,05	26	78	1560	1000	0,640	18	11,5	6,5
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	175	0,05	16	124	2110	1100	0,525	28,5	7	12,5

Таблица 2.4

Рекомендуемые сочетания элементов техники бороздкового полива для междурядий 0,9 м и максимальных длин борозд

Уклоны	Водопроницаемость почвогрунтов	Длина борозд, м	Расход в борозду, л/с	Время, часы		Поливная норма, м ³ /га		КПД техники полива	Потери, %		
				добега	всего	брутто	нетто		сброс	филътрация	испарение
0,0005	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	400	0,6	10,6	17,5	1050	900	0,860	3,8	8	2,2
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	400	0,35	17	30,3	1060	950	0,850	6,3	5	3,7
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	400	0,2	22,5	62	1250	1000	0,800	9,5	4	6,5
0,0017	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	400	1,2	4,1	7,9	950	750	0,792	3,8	16	0,9
	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	400	0,6	8,7	18,7	1120	900	0,806	7,1	10	2,3
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	400	0,25	23,7	48	1200	950	0,790	8,6	6	5,4
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	400	0,15	36	90	1340	1000	0,745	11,4	4,5	9,6
0,005	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	400	0,5	10,2	23	1150	900	0,785	8,2	10,5	2,8
	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	400	0,25	20,5	50	1250	950	0,760	12	6,5	5,5
	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	400	0,125	70	114	1420	1000	0,705	12,7	5	11,8

1.3 Полив по бороздам переменной струей

Существенное снижение непродуктивных затрат воды при поливах на поверхностный сброс и потери на глубокую фильтрацию может быть получено при поливах переменным расходом. При таком поливе можно добиться более равномерного увлажнения по длине борозды и значительно увеличить КПД техники полива. Начальный расход в борозду должен быть максимально возможным, ограничиваясь условиями недопустимости эрозии и пропускной способности борозд.

При добегании воды до концов борозд, расход в голове борозды снижается на треть или в два раза, что исключает сброс воды или резко снижает его, для этого возможно потребуется в несколько раз уменьшить головной расход в борозды. При поливе переменной струей необходимо наблюдение в нижней части поля за расходом в конце борозды и сигнализировать поливальщику в верхней части поля о необходимости изменить расход струи в голове борозды. Правильное и быстрое сокращение сброса в производственных условиях может быть достигнуто в результате обучения и приобретения определенных навыков поливальщиком по изменению расходов.

Полив переменной струей обеспечит не только снижение затрат поливной воды, но и обеспечит определенное повышение урожайности из-за прекращения выноса верхнего слоя почвы за пределы поля и вымывания минеральных удобрений.

Для характерных условий рекомендуются следующие сочетания элементов техники полива при переменном расходе струи (табл. 3.1).

В том случае, когда ирригационная система достаточно обеспечена и не существует проблем с поливальщиками, целесообразно применять другой вариант регулирования переменной струей. Когда по половине борозд или 3/4 борозд струя дойдет до конца борозды начинается сброс, головной расход в борозды необходимо уменьшить на 50 %. В таком варианте регулирования нет необходимости индивидуально уменьшать расход в каждой борозде, достаточно уменьшить расход в выводные борозды или в ок-арык, в зависимости от схемы поливного участка.

Однако изменения расхода поливной струи очень легко достигаются при подаче воды в борозды сифонами. В каждую борозду для подачи заданных расходов устанавливается по два сифона. При необходимости уменьшения расхода в два раза один сифон просто убирается.

1.4 Бороздковый полив прерывистой струей (дискретный полив)

Прерывистый дискретный полив получил широкое распространение за рубежом, прежде всего в США. Достоинством этого полива является снижение затрат труда при одновременном повышении качества полива (автоматизированный полив двух групп борозд одним переключателем потока, повышение равномерности увлажнения, снижение поверхностного сброса).

Прерывистый полив много лет испытывался САНИИРИ. Технология этого полива заключается в том, что поливной участок разделяется на четкое число делянок, а подача воды на поливную делянку производится тактами (рис.5).

Расходы в борозду при таком поливе увеличены по сравнению с поливами постоянной струей, что возможно при глубоких бороздках и при междурядьях 0,9 м (табл. 4.1). Наиболее эффективен прерывистый полив в интервалах уклонов от 0,0175 до 0,0075 при водопроницаемости почв средней и близкой к средней.

Элементы прерывистого полива, в зависимости от водопроницаемости почв, продолжительность одного такта подачи воды в борозды, число тактов могут ориентировочно определяться по табл. 4.2. КПД такого полива составляет примерно 0,9.

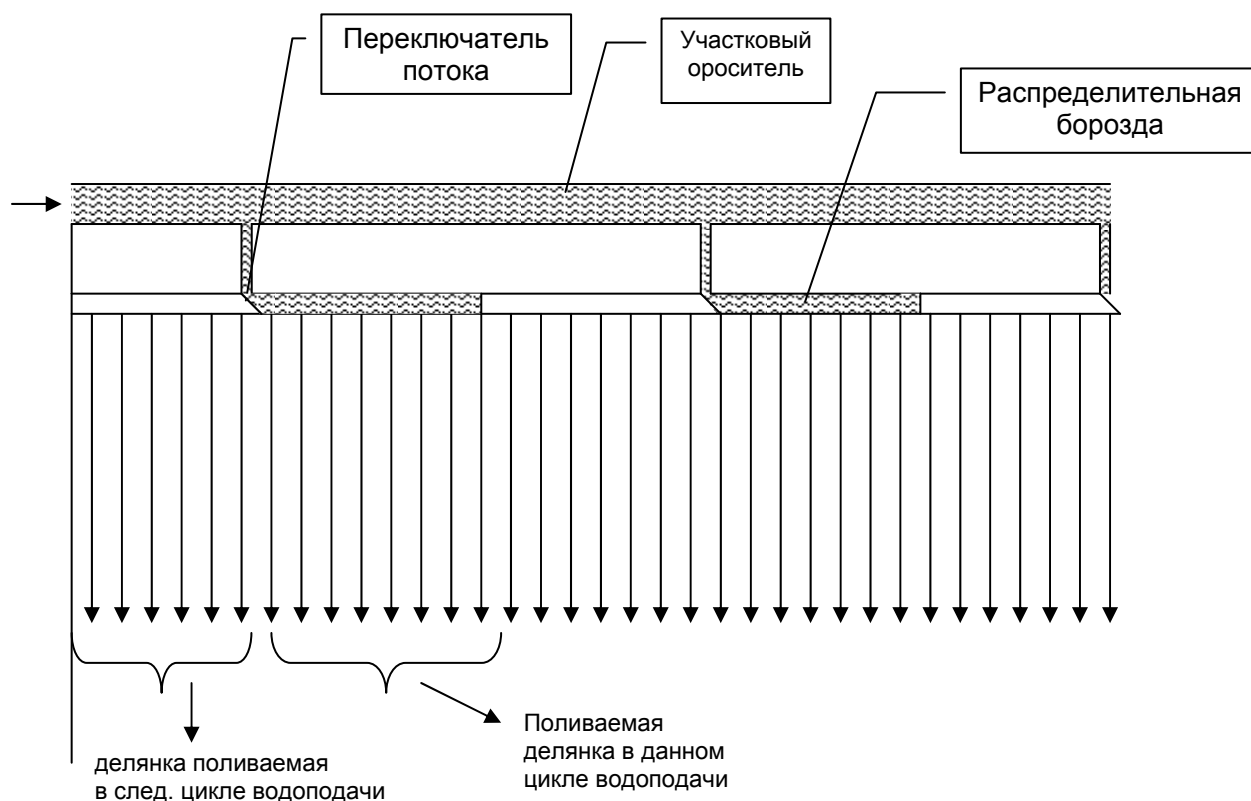


Рис. 5 - Схема дискретного полива при поливе в каждую борозду

В идеале этот полив должен осуществляться с помощью поливных трубопроводов и автоматов переключения потока, что позволяет производить этот полив автоматически без участия человека. Фермер только наблюдает за работой нескольких комплектов прерывистого полива. При отсутствии поливных трубопроводов и автоматов для переключения потока воды, вода может подаваться к поливным бороздам через распределительную борозду, которая снабжается водой из поливного канала-оросителя в земляном русле. Переключение потока осуществляется вручную, с помощью регулируемой дисковой задвижки.

Таблица 3.1

**Рекомендуемые элементы бороздкового полива
поливной струей переменного расхода при максимальных длинах борозд**

№№ пп	Водопроницаемость почвогрунтов и мехсостав	Параметры полива и размерность	Уклоны поливных борозд							
			интервал	среднее	интервал	среднее	интервал	среднее	интервал	среднее
			0,05-0,1	0,04	0,025-0,05	0,01	0,025-0,0075	0,005	0,001-0,0025	0,00175
1	Сильноводопроницаемые супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником примерно с одного метра	ℓ, м q ₁ /q ₂ , л/с Т, мин. t, мин	40 0,1/0,05 480 330		105 0,5/0,25 192 78		200 1/0,5 180 102		250 2/1 1/4 66	
2	Повышенная водопроницаемость (легкие мощные суглинки)	ℓ, м q ₁ /q ₂ , л/с Т, мин. t, мин	75 0,1/0,05 840 468		130 0,25/0,125 564 276		300 1/0,5 330 144		350 1,5/0,75 300 108	
3	Средневодопроницаемые, средние суглинки	ℓ, м q ₁ /q ₂ , л/с Т, мин. t, мин	100 0,1/0,05 1380 360		175 0,25/0,125 960 300		350 0,75/0,375 660 228		350 0,75 /0,375 690 270	
4	Пониженная проницаемость (тяжелые суглинки)	ℓ, м q ₁ /q ₂ , л/с Т, мин. t, мин	100 0,05/0,025 6000 840		200 0,1/0,05 2820 1080		400 0,5/0,025 1500 390		400 0,5/0,25 1380 450	
5	Слабоводопроницаемые (глина и тяжелые суглинки, подстилаемые непроницаемыми прослойками)	ℓ, м q ₁ /q ₂ , л/с Т, мин. t, мин	125 0,05/0,025 6000 840		250 0,1/0,05 5100 1080		350 0,25/0,125 3000 60		450 0,25/0,125 3540 1080	

Примечание:

ℓ - длина борозд

q₁/q₂ – соответственно первоначальный q₁ и измененный расход поливной струи

Т – продолжительность полива

t – длительность добегаания до конца борозды

Таблица 4.1

**Рекомендуемые расходы в борозду при прерывистом поливе (л/с)
при разных уклонах в направлении борозд**

Водопроницаемость почвогрунтов	Уклоны вдоль борозды (средние значения)			
	0,00175	0,0025	0,005	0,0075
Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	1,6	1,5	1,1	0,7
Средней водопроницаемости (средние суглинки)	1,25	1,2	1,0	0,6
Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	1,0	0,95	0,8	0,5

Таблица 4.2

Элементы прерывистой технологии полива

Водопроницаемость	Длина борозд, м	Расход в борозду, л/с	Число подач, шт.	Продолжительность подачи, ч		Поливная норма разовой подачи, м ³ /га	Общая поливная норма брутто, м ³ /га	КПД техники полива	Поливная норма нетто, м ³ /га	Общая продолжи тельность подачи воды, ч
				одной	всех					
Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	350	1,1	3	2,4	7,15	112	900	0,88	800	14,3
Средней водопроницаемости (средние суглинки)	400	1,0	6	1,67	10,0	167	1000	0,90	900	20
Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	450	0,8	8	2,64	21,1	144	1150	0,88	1000	42,2

1.5 Бороздковый полив по горизонтально-спланированным участкам

Полив по бороздам на горизонтально-спланированных участках характеризуется хорошей равномерностью увлажнения, высоким КПД техники полива, значительно превышающим КПД полива по бороздам, спланированным под наклонную плоскость (табл. 5.1).

Очень важно, что такой полив не требует высокой квалификации поливальщика и обеспечивает высокую производительность труда.

Рекомендуемые элементы техники бороздкового полива по горизонтально-спланированным участкам приведены в таблице 5.2.

Нужно заметить, что такая технология полива рекомендуется для орошаемых земель с уклонами меньше 0,005.

1.6 Элементы техники бороздкового полива на крутых склонах

Для этого случая рекомендуется полив переменной струей. Элементы техники бороздкового полива пропашных культур с уклонами местности 0,05-0,1 приведены в таблице 6.1.

В таблице, в графе «Расходы в борозды», первая цифра обозначает начальный расход, вторая – измененный расход после добега.

Для уменьшения эрозии почв рекомендуется следующий прием: перед поливом провести увлажнение $1/3 - 1/2$ длины борозды минимальным расходом, указанным в таблице 6.1, а затем провести полив в соответствии с таблицей.

При возделывании пропашных культур на склонах с уклонами 0,1 – 0,2 рекомендуется нарезать борозды наискось к горизонталям, либо очень близко к ним, контурные борозды. Учитывая получаемые уклоны, элементы техники полива принимают в соответствии с рекомендациями таблицы 2.2. При необходимости использования длинных борозд, рекомендуется использовать данные таблиц 2.3 и 2.4, уменьшая расходы в них и длины борозд на 20-25 %.

1.7 Полив через борозду

В настоящее время широко рекомендуется и часто применяется полив через борозду. Однако эффективность такого полива в значительной степени будет определяться расходом в борозду, расстояниями между бороздами и капиллярными свойствами почв, зависящими от мехсостава и, соответственно, формой контура промачивания (рис.6).

Контуром промачивания называется фактическое увлажнение почвы в глубину и в стороны от осевой линии поливной борозды после полива. На легких маловодоемких почвах контур промачивания вытянут вниз, больше чем в стороны. На водоемких почвах тяжелоглинистых и суглинистых влага распространяется в глубину и в стороны примерно одинаково. Контур промачивания на суглинистых почвах занимает среднее положение

Расстояние между поливными бороздами (или междурядья) определяется воднофизическими свойствами почв, уклонами борозд, особенностями размещения

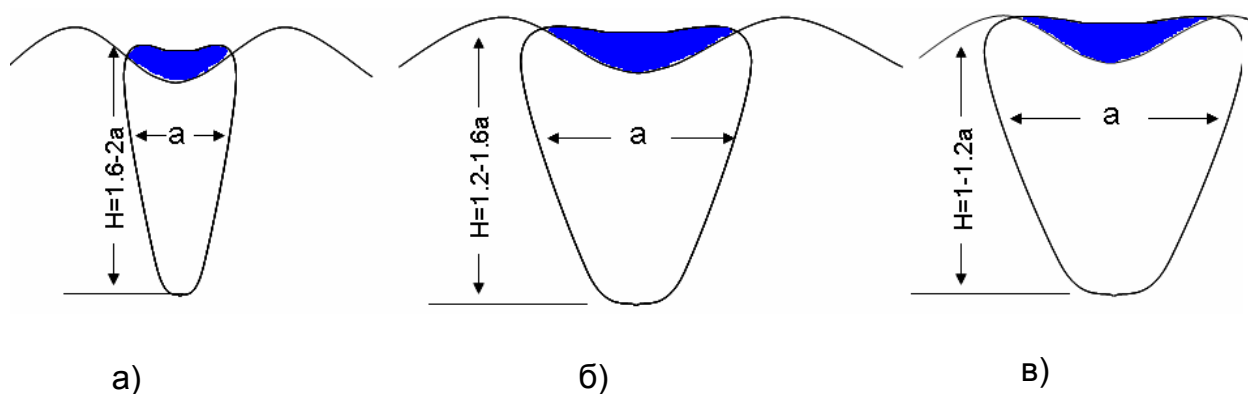


Рис.6 - Контуры промачивания под бороздой

а) легкие почвы, б) средние суглинки, в) тяжелые суглинки и глины

сельхозкультур на междурядье, имеющимся расходом поливной струи и требованиями получения высоких урожаев.

В водоемких почвах средней и пониженной проницаемости ширина контура увлажнения от поливной борозды является достаточно большой ($\approx 1 \div 1,2$ м). Для того, чтобы избежать перекрытия контуров увлажнения от поливных борозд, расстояния между бороздами принимаются достаточно широкими, близкими к ширине контура увлажнения. Широкие междурядья позволяют увеличить поперечное сечение поливной борозды и, соответственно, ее пропускную способность, что очень важно для почв с малыми уклонами. В этих условиях для пропашных культур расстояния между бороздами обычно рекомендуется принимать – 0,9 м, хотя на практике в этих условиях могут применяться и борозды с междурядьями – 0,6 м. Характерные условия, в которых применяются борозды 0,6 или 0,9, приведены в таблице 2.2, 2.3.

Контур увлажнения в стороны от оси поливной борозды для почв со средней и пониженной водопроницаемостью составляет $1 \div 1,2$ м; для междурядий - 0,6 м, рекомендуется проводить вызывные, первые два и последние поливы через борозду, по уплотненным, колесами трактора, бороздам. Для этих поливов, исходя из дефицита поливной влаги в корнеобитаемом слое, необходима уменьшенная, на 30-50 %, поливная норма нетто.

Допускается для таких же почв и междурядий 0,6 м в фазу цветения и плодообразования проводить поливы через борозду. Для близкого залегания грунтовых вод полив через борозду для почв такой проницаемости и междурядьев 0,6 м рекомендуется для всех поливов. Полив через борозду для таких условий может быть рекомендован для полива струей с переменным расходом, струей с постоянным расходом и прерывистым поливом.

Для почв пониженной проницаемости полив через борозду проводится по бороздам, неуплотненным колесами трактора. Для почв средней и более высокой проницаемости полив через борозду следует проводить по бороздам, уплотненным колесами трактора.

В условиях малой водообеспеченности, когда требования воды на полив основанные на дефиците почвенной влаги не могут быть удовлетворены, полив через борозду рекомендуется проводить для всех междурядий.

Однако при организации полива через борозду нужно помнить, что общее время полива при проведении полива через борозду при поливной норме нетто 0-100 существенно увеличивается. Дело в том, что число борозд, через которые вода впитывается в почву при поливе через борозду, уменьшается в два раза и, следовательно, время подачи воды после добегаания должно существенно увеличиваться.

Таблица 5.1

Сопоставление КПД горизонтальных участков с КПД на участках с наклонной поверхностью

Водопроницаемость	Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	Средней водопроницаемости (средние суглинки)	Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)
-------------------	--	--	--	--	--

КПД горизонтально спланированных участков

Уклоны	0,79	0,86	0,95	0,94	0,93
--------	------	------	------	------	------

КПД полива по бороздам на участках с наклонной поверхностью вдоль борозд

Уклоны менее 0,001	0,71	0,8	0,83	0,92	0,78
Уклоны 0,001-0,0025	0,69	0,75	0,78	0,76	0,73
Уклоны 0,0025-0,005	0,61	0,69	0,75	0,73	0,71

Таблица 5.2

Рекомендуемые элементы техники полива на горизонтально спланированных участках

Водопроницаемость почв, индекс	Длина борозд, м	Расход в борозду, л/с	Время, ч		Поливная норма, м ³ /га		КПД техники полива	Потери в % от брутто			Продолжительность сработки накопленного слоя	Общая продолжительность впитывания
			добега	подачи воды	брутто	нетто		всего	фильтрация	испарение		
Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	100	1,5	1,20	1,25	750	595	0,792	20,8	20,3	0,5	0,43	1,68
Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)	125	1,25	1,93	2,42	850	730	0,858	14,2	13,5	0,7	0,98	3,10
Средней водопроницаемости (средние суглинки)	150	1,0	2,5	3,56	950		0,945	5,5	4,0	1,5	4,16	7,92
Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних)	200	0,75	3,96	6,35	950	890	0,936	6,4	3,4	3,0	12,69	19,04
Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)	250	0,5	6,30	11,27	900	840	0,933	6,7	-	6,7	26,6	37,9

Таблица 6.1

Элементы техники бороздкового полива пропашных культур для полей с уклонами 0,05 - 0,1

Проницаемость почв	Длина борозд, м	Расходы в борозду, л/с	Время полива, ч			Поливная норма, м/га ³		КПД техники полива
			добега	долива	всего	брутто	нетто	
Почвы повышенной водопроницаемости								
Сильноводопроницаемые (супеси и легкие суглинки, подстилаемые галечником, примерно с одного метра)	60	0,075-0,035	8	11,4	19,4	1000	750	0,75
Повышенной водопроницаемости (легкие мощные суглинки)								
Почвы средне водопроницаемые								
Средней водопроницаемости (средние суглинки)	100	0,075-0,035	8	30,5	38,5	1000	800	0,80
Почвы пониженной водопроницаемости								
Повышенной водопроницаемости (тяжелые суглинки с прослойками средних	125	0,05-0,025	20	50	70	1080	800	0,74
Слабоводопроницаемые (глины и суглинки, подстилаемые водонепроницаемыми прослойками)								

**Рекомендации по подбору элементов техники бороздкового полива,
обеспечивающих высокий коэффициент полезного действия (КПД)**

Полив по бороздам является основным и, долго еще будет, самым распространенным способом полива. Однако, этот полив характеризуется рядом недостатков, которые усиливаются при неправильном подборе элементов техники полива и существенно влияют на эффективность использования и потери оросительной воды:- потери воды на глубину фильтрации (ниже корнеобитаемого слоя), особенно в начальной части борозды, а при малых уклонах - и в конечной части;- сброс воды за пределы поля;- потери воды на испарение в процессе полива и первые дни после полива;- неравномерность увлажнения поля при неоднородности поля, плохом микрорельефе и некачественной планировке;- неверная схема организации поливного участка (нарезка временной оросительной сети), уклоны вдоль поля, длины борозд и т.д.

При невысокой водообеспеченности недостатки в неправильном выборе элементов техники полива оказывают серьезное влияние на развитие растений и, в итоге, на урожай. При высокой водообеспеченности недостатки бороздкового полива иногда пытаются покрыть увеличенными поливными нормами, что вызывает переувлажнение корнеобитаемого слоя, вынос питательных веществ в нижние горизонты почв, недоступные корневой системе. Это влияет на урожай и, в конечном итоге, сильно снижает продуктивность.

Общей оценкой эффективности техники бороздкового полива и степени использования оросительной воды, считается коэффициент полезного действия полива (КПД). КПД техники полива определяется соотношением:

$$КПД = \frac{\text{объем воды, поступивший в корнеобитаемый слой}}{\frac{\text{объем воды, поданный на поле}}{\text{поливная норма нетто}}} = \frac{\text{поливная норма нетто}}{\text{поливная норма брутто}}$$

Норма полива по агротребованиям (нетто) определяется разностью между запасами воды в корнеобитаемом слое почвы при полевой влагоемкости и предельно допустимыми запасами воды при заданной предполивной влажности в этом слое. К этой норме добавляются потери воды на испарение при поливе. Для слоя 0-100 см (фазы цветения-плодообразования) глубокого залегания грунтовых вод поливные нормы нетто приведены в таблице 1 столбец 7.

До цветения и в периоды созревания поливные нормы должны быть уменьшены приблизительно на 30 %, т.е. расчетный слой увлажнения уменьшается с 0-100 см до 0-70,см. При близком залегании грунтовых вод расчетный слой увлажнения составляет 0-50 см.

Данные поливные нормы нетто рассчитаны для средних значений предельной полевой влагоемкости, свойственные типам почв приведены в таблице 1. Отклонения от этих средних могут иметь достаточно большие значения. Поэтому для конкретных хозяйств или поливных участков следует уточнять предельную полевую влагоемкость и поливные нормы нетто.

Поливная норма брутто – это поливная норма, которая фактически подана на поле, чтобы обеспечить подачу поливной нормы нетто в корнеобитаемый слой и учитывающая потери на глубокую фильтрацию и потери на испарение. Чем выше КПД поля, тем эффективнее используется вода на поле, тем меньше непродуктивные потери воды.

На практике КПД поля часто низкий: для хорошопроницаемых или плохопроницаемых почв он может не превышать 0,47, а для средних почв – 0,66, т.е. потери воды при поливе могут превышать поливную норму, необходимую по агротребованиям. В результате возникают огромные перерасходы воды и потери урожая вследствие переувлажнения почв и выноса питательных веществ с водой, а при низкой водообеспеченности возникают потери урожая из-за неравномерности увлажнения.

При правильно подобранных конкретным почвенным условиям элементах техники полива можно достигнуть КПД полива – 0,8-0,9 при одновременно высокой равномерности увлажнения поля при поливе. Элементами техники бороздкового полива при постоянном расходе поливной струи в течение полива являются:

- длина борозды, м;
- уклон борозды;
- максимальный расход поливной струи в голове борозды, при котором эрозия почв должна быть минимальна или достигается минимум сброса;
- общая продолжительность подачи воды в борозду, мин.

Элементы техники полива, обеспечивающие высокий КПД, подбираются в зависимости от уклона поля, водопроницаемости почвы, поливной нормы нетто и допустимых расходов. Легкие почвы, наиболее подверженные смыву, при больших уклонах требуют малых расходов, а по условиям водопроницаемости на них должны быть большие расходы в борозду, иначе вода не дойдет. На тяжелых суглинках можно допустить большие расходы в борозду, но при этом будет большой сброс.

В результате многочисленных полевых опытов различными научно-исследовательскими организациями установлены рекомендации по элементам техники полива в зависимости от уклонов поля и водопроницаемости почв. В таблице 1 даны рекомендации для фермерских хозяйств при поливе постоянным расходом в борозды с междурядьями 0,6 м.

Таблица 1 - Рекомендуемые параметры бороздкового полива постоянным расходом в борозду

№№ пп	Водопроницаемость и мехсостав почв	Уклоны поля вдоль борозд	Параметры бороздкового полива					
			длина борозды, м	расход в борозду, л/с	длительность полива, мин.	поливная норма, м ³ /га		КПД полива
						нетто	брутто	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Сильноводопроницаемые (супеси, легкие суглинки, подстилаемые с 1 м галечником)	больше 0,025	50	0,2	289	600	970	0,62
		0,025-0,0075	75	0,5	135	600	900	0,67
		0,0075-0,0025	100	1,0	85,2	600	850	0,71
		0,0025-0,001	125	1,25	81,0	600	760	0,79
		меньше 0,001	100	1,0	73,8	600	740	0,81
2	Легкие мощные суглинки повышенной проницаемости	больше 0,025	75	0,15	525,6	750	1050	0,71
		0,025-0,0075	100	0,375	277	750	1030	0,73
		0,0075-0,0025	125	0,75	158	750	950	0,78
		0,0025-0,001	150	0,75	179	750	875	0,85
		меньше 0,001	125	0,75	137	750	820	0,91
3	Мощные средние суглинки средней водопроницаемости	больше 0,025	100	0,1	1200	900	1200	0,75
		0,025-0,0075	125	0,15	888	900	1160	0,77
		0,0075-0,0025	150	0,25	606	900	1010	0,82
		0,0025-0,001	150	0,5	335	900	1035	0,87
		меньше 0,001	150	0,25	588	900	980	0,92
4	Тяжелые суглинки с прослойками средних, пониженная водопроницаемость	больше 0,025	125	0,075	2334	1000	1400	0,72
		0,025-0,0075	150	0,1	1992	1000	1330	0,77
		0,0075-0,0025	150	0,15	1149	1000	1140	0,88
		0,0025-0,001	150	0,125	1315	950	1090	0,87
		меньше 0,001	175	0,1	1818	950	1040	0,915

**Рекомендации по режиму орошения озимой пшеницы в зависимости от
глубины грунтовых вод и мехсостава почвы**

Рекомендации по оросительным и поливным нормам, срокам поливов озимой пшеницы в Ферганской долине даются по результатам работ по программе Section – 416 (в) «Уточнение режима орошения сельскохозяйственных культур для составления плана водопользования Ассоциациями водопользователей (2006 г.)» .Работа выполнена д.т.н. Икрамовым Р.К., к.т.н. Гаипназаровым Н. (САНИИРИ) и к.с-х.н. Шамсиевым А. (Уз ПИТИ).

Оросительные нормы, число, сроки и нормы поливов озимой пшеницы разработаны для планирования водопользования в фермерских хозяйствах и Ассоциациях водопользователей в привязке к гидромодульным районам и дифференцированы по ирригационным системам Ферганской долины.

Определение требований на воду озимой пшеницы, поливных норм и сроков поливов проводилось по программе ФАО Cropwat, рассчитывающей водопотребление сельхозкультур через баланс почвенной влаги, который составляется для эффективной глубины корневой зоны.

Основной расходной статьей баланса почвенной влаги является эвапотранспирация озимой пшеницы (суммарное испарение), определяемая по модифицированному уравнению Пенмана-Монтейта, рекомендованному ФАО для орошаемых земель. Адаптация программы проводилась по материалам опытных участков. Для озимой пшеницы калибровка коэффициентов культуры проводилась по данным лизиметров САНИИРИ с посевами озимой пшеницы в Центральном Узбекистане; в Ферганской долине - по проекту «Управление орошением сельскохозяйственных культур с целью борьбы с антропогенным опустыниванием в бассейне Аральского моря» (программа INCO-Copernicus).

Развитие корневой системы и продолжительность фенофаз озимой пшеницы принималось по исследовательским данным Узбекистана.

Предполивная влажность принята по рекомендуемой схеме полива 70-70-60 %, так как при этой влажности отмечается наиболее эффективное использование оросительной воды (опыты УзНИТИ в 2003-2005 гг.).

Питание грунтовыми водами корнеобитаемого слоя по стадиям развития озимой пшеницы уточнялись по данным наблюдений на лизиметрах САНИИРИ с посевами озимой пшеницы при различных глубинах залегания грунтовых вод.

Оросительные и поливные нормы озимой пшеницы дифференцированы по глубинам залегания грунтовых вод и механическому составу почв в соответствии с гидромодульным районированием, принятым в РУз. Нормы даны для фермерских хозяйств по зонам обслуживания бассейновых ирригационных систем в привязке к ирригационным системам, отражающим в целом высотно-климатическую зональность в Ферганской долине (таблицы 1,2,3).

В таблицах даны оптимальные сроки поливов озимой пшеницы на среднемноголетние агрометеорологические условия. В зависимости от возможности ирригационных систем, текущей температуры воздуха, осадков и ветрового режима, развития фенофаз озимой пшеницы сроки поливов могут быть передвинуты, но число поливов по стадиям развития и их нормы не изменяются.

**Таблица 1 - Режим орошения озимой пшеницы в зоне обслуживания
Нарын-Карадарьинской БУИС**

Оросительная норма, м ³ /га	№№ полива	Срок полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сутки
УИС – «Андижансай», «Шахрихансай», «Савай-Окбура», «Карадарья-Майлисай»				
Гидромодульный район I				
2800	1	0.2X	1000	
	2	0.3IV	900	183
	3	29.IV	900	26
Гидромодульный район II				
2800	1	0.2X	1000	
	2	0.6IV	900	186
	3	03.V	900	27
Гидромодульный район III				
2300	1	0.2X	1200	
	2	25.IV	1100	205
Гидромодульный район IV				
2500	1	0.2X	1100	
	2	15.IV	700	195
	3	06.V	700	21
Гидромодульный район V				
2000	1	0.2X	1100	
	2	01.V	900	210
Гидромодульный район VI				
2300	1	0.2X	1100	
	2	03.V	1200	212

**Таблица 2 - Режим орошения озимой пшеницы в зоне обслуживания
Сырдарья-Сохский БУИС**

Оросительная норма, м ³ /га	№№ полива	Срок полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сутки
УИС – «Нарын-Фергана», «Сох-Октепа», «Исфара-Сырдарья»				
Гидромодульный район I				
4600	1	11.X	1000	
	2	17.III	900	156
	3	09.IV	900	23
	4	24.IV	900	15
	5	18.V	900	24
Гидромодульный район II				
4400	1	11.X	900	
	2	22.III	900	161
	3	12.IV	800	21
	4	28.IV	900	
	5	15.V	900	
Гидромодульный район III				
4100	1	11.X	1100	
	2	05.IV	1000	175
	3	26.IV	1000	21
	4	17.V	1000	21

Гидромодульный район IV				
4100	1	11.X	1100	
	2	29.III	1000	168
	3	25.IV	1000	27
	4	21.V	1000	26
Гидромодульный район V				
3500	1	11.X	1000	
	2	08.IV	800	178
	3	28.IV	850	20
	4	20.V	850	22
Гидромодульный район VI				
3200	1	11.X	1000	
	2	15.IV	1100	185
	3	10.V	1100	25
Гидромодульный район VII				
3400	1	11.X	1000	
	2	01.IV	800	171
	3	29.IV	800	29
	4	01.VI	800	32
Гидромодульный район VIII				
2600	1	11.X	1000	
	2	19.IV	800	189
	3	13.V	800	24
Гидромодульный район IX				
3200	1	11.X	1000	
	2	23.IV	1100	193
	3	26.V	1100	33
УИС – «Исфайрам-Шахимардан»				
Гидромодульный район I				
2800	1	02.X	1000	
	2	06.IV	900	185
	3	29.IV	900	23
Гидромодульный район II				
2700	1	02.X	900	
	2	06.IV	900	185
	3	01.IV	900	24
Гидромодульный район III				
2500	1	02.X	900	
	2	30.III	800	178
	3	30.IV	800	31
Гидромодульный район IV				
2300	1	02.X	900	
	2	21.IV	700	200
	3	11.V	700	20
Гидромодульный район V				
2200	1	02.X	800	
	2	06.IV	700	185
	3	09.V	700	33

Продолжение таблицы

Гидромодульный район VI				
2400	1	02.X	900	
	2	05.IV	700	184
	3	17.V	800	42

**Таблица 3 - Режим орошения пшеницы в зоне обслуживания
Нарын-Сырдарьинской БУИС**

Оросительная норма, м ³ /га	№№ полива	Срок полива	Поливная норма, м ³ /га	Межполивной период, сутки
УИС «Нарын-Хаккулабад», «Нарын-Наманган», им. Ахунбабаева, «Подшоата-Чодак»				
Гидромодульный район I				
3200	1	02.X	800	
	2	30.III	800	178
	3	21.IV	800	22
	4	15.V	800	24
Гидромодульный район II				
3200	1	02.X	800	
	2	02.IV	800	181
	3	25.IV	800	23
	4	25.V	800	30
Гидромодульный район III				
2800	1	02.X	800	
	2	03.IV	1000	182
	3	30.IV	1000	27
Гидромодульный район IV				
2900	1	02.X	1000	
	2	11.IV	1000	190
	3	17.V	900	36
Гидромодульный район V				
2300	1	02.X	800	
	2	11.IV	700	190
	3	10.V	700	29
Гидромодульный район VI				
2600	1	02.X	800	
	2	26.III	900	174
	3	01.V	900	35
Гидромодульный район VII				
2300	1	02.X	900	
	2	23.III	700	171
	3	30.IV	700	37
Гидромодульный район VIII				
2000	1	02.X	1000	
	2	11.IV	1000	190
Гидромодульный район IX				
2200	1	02.X	1000	
	2	06.IV	1200	185

Рекомендации по промывкам засоленных земель

Промывные поливы предназначены для удаления накопившихся за вегетацию в корнеобитаемом слое вредных водорастворимых солей и являются обязательными мероприятиями для засоленных почв.

Промывная норма зависит от водопроницаемости и степени засоления почв. Степень засоления почв определяется глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод, содержанием солей в оросительной воде, качеством поливов и применяемой в хозяйстве агротехники.

Для засоленных почв Ферганской долины рекомендуются следующие нормы промывных поливов при наличии дренажа (таблица 1).

Таблица - 1 Примерные нормы промывных поливов на засоленных орошаемых землях Ферганской долины

Механический состав, характер строения и сложения почвогрунтов в зоне аэрации	Исходное содержание хлор-иона в слое 0-100 см, %	Общая промывная норма, тыс. м ³ /га	Кратность промывок
Легкие, слоистые	0,01-0,04	2,0-2,5	1
	0,04-0,10	2,5-4,0	2
Среднесуглинистые, слоистые, неоднородные	0,1-0,04	3,0-3,5	1
	0,04-0,10	3,5-5,0	2
Глинистые и тяжело-суглинистые, однородные и слоистые	0,04-0,10	5,0-6,5	3

Наиболее эффективны промывные поливы в период глубокого залегания грунтовых вод. Для Ферганской долины таким наилучшим временем является поздняя осень – начало зимы (ноябрь-декабрь). В зависимости от конкретных условий промывка земель, отводимых под хлопчатник и некоторые другие культуры, промывные поливы могут проводиться в зимний период вплоть до начала марта.

Рассоление земель промывными поливами требует обязательного соблюдения следующих правил:

- проведение перед промывными поливами очистки оросительной сети и дрен от заиления и растительности;
- уборка остатков растительности с полей (гузапая и т.д.);
- производство вспашки земель на глубину 30-40 см.
- на массивах с тяжелыми почвами (глинистыми, плотными, гипсовыми и шоховыми) необходимо проводить рыхление на глубину 60-70 см с помощью рыхлителя

РН-61 или других подобных механизмов. Рыхление достаточно выполнять один раз в 5-7 лет. По завершении глубокого рыхления проводится малование поверхности.

- промывка может производиться по бороздам или чекам

Промывной полив по бороздам. Промывка по бороздам осуществляется с нарезкой тупых коротких (50-100 м) борозд с междурядьями 45-60 см.

Организация промывки по бороздам можно проводить с помощью земляных ок-арыков, по следующей схеме: нарезку необходимо осуществлять таким образом, чтобы промывные поливы начинались с конца поля и постепенно приближались к оросителю. Это позволит удобно и своевременно проводить необходимые регулировки и оправки борозд по сухому полю. В этом случае валики, образуемые при нарезке временных оросителей, будут служить своеобразным барьером для наибольшего заполнения борозд.

Нормы промывных поливов (тактов) изменяются во времени, что связано с ухудшением фильтрационных свойств почв. При первом поливе, проводимом после вспашки и глубокого рыхления почв, они могут составлять 3-3,5 тыс. м³/га. Однако нормы последующих промывных тактов не должны превышать 1,5-2,0 тыс. м³/га. Всего для промывки сильнозасоленных почв, нормой близкой к величине свободной емкости, потребуется 3, реже - 4 полива.

Перерывы между поливами не должны превышать 3-7 дней. При заполнении свободной емкости, промывки завершаются.

Однако следует помнить, что такие промывки будут менее эффективными, так как свободная емкость в зоне аэрации при этом будет уменьшаться за счет фильтрационных потерь из частых временных земляных оросителей.

Наиболее эффективной водосберегающей является промывка почв по бороздам с помощью специальных поливных комплектов из гибких трубопроводов типа КП-160 или подобным им. Комплект состоит из транспортирующего трубопровода диаметром 300 мм и ответвляющихся от него через 50 м поливных трубопроводов диаметром 160 мм, с регулирующимися водовыпусками в борозду через 45 или 60 см. Раскладку поливных комплектов следует проводить по такой же схеме, что и нарезку ок-арыков.

Наиболее производительно проводить поливы с концентрацией поливных средств и забора общего расхода воды в оросителе 200 л/с на одну позицию, пятью или четырьмя промывными комплектами на площади 16 га. После подачи промывной нормы, поливные комплекты разбираются и переносятся на вторую подготовленную позицию.

Промывные поливы по чекам. Производится текущая планировка длиннобазовым планировщиком в двух направлениях с разницей отметок ± 5 см. При

наличии плохопроницаемых тяжелых почв, целесообразно предварительное проведение рыхления.

Разбивка поля на чеки производится в соответствии с таблицей. Оси валиков и оросителей отмечаются вехами высотой 0,8-1,0 м. Размеры чеков зависят от уклонов и качества планировки полей:

Уклон поверхности	Ширина, м	Длина, м	Площадь 1 чека, га
0,2	50	50	0,25
0,002-0,004	50	33	0,165
0,004-0,006	50	25	0,125
0,006-0,01	50	17	0,085

Нарезку валиков высотой 40-50 см производят валикоделателями КЗУ-0,3; ВД-61. Сначала устраиваются поперечные валики, потом – продольные. При такой последовательности нарезки исключаются ручные работы по заделке стыков валиков.

В производственных условиях строго придерживаться указанных размеров трудно. Однако нужно стремиться к тому, чтобы максимальный размер чека не превышал 0,5 га. Дело в том, что при проведении промывок по чекам, размеры которых превышают 0,4-0,5 га, практически поддерживать одинаковый слой воды на всей площади не удастся и, как следствие, равномерного рассоления почвы не происходит. Кроме того, из-за наличия микропонижений, почва после промывки поспевает не одинаково в пределах чека, что затягивает сроки проведения весенних предпосевных работ.

Надо также иметь в виду, что при проведении промывки по более крупным чекам, часто происходят разрушения откосов дрен, смыв валиков, прорыв воды с полей в дрены и заиливание. Промывка по крупным чекам приводит также к значительному снижению коэффициента использования воды по сравнению с промывками по малым чекам. Промывки производятся круглосуточно, для чего необходимо организовать сменную работу поливальщиков. Чеки заливаются водой до создания слоя 10-20 см. Во избежание прорывов и холостых сбросов все работы по распределению воды по чекам осуществляются в дневное время сосредоточенным током, а в ночное – производится осмотр и доливка рассредоточенным током. Для предотвращения в ночное время прямых сбросов воды в дрены в конце участка необходимо оставлять поля площадью 1-1,5 га, огороженные валиками высотой до 1,0 м.

Промывки по чекам следует начинать с середины междренья и двигаться к дренам. Общая промывная норма должна подаваться дифференцированно: на слабозасоленных почвах – за один прием; на средне-и сильнозасоленных – дробно с перерывом,

продолжительностью 3-6 суток. На поля воду нужно подавать так, чтобы наполнение чеков и образование зеркала воды происходили в возможно короткий срок.

Опыт промывок показывает, что для достижения этого вода в чеки должна подаваться по временным оросителям с расходом не менее 30-40 л/с.

По мере затопления всей площади чека и набора определенного слоя воды каждый чек закрывается отдельно. После подачи промывных норм ток воды на поле прекращается, и по мере высыхания почвы валики и временные оросители разравниваются, поля выравниваются длиннобазовым планировщиком и производятся подготовительные работы для сева основных севооборотных культур.