

кульском оазисе, соответственно 13% при 1,9 м.

3. Приход в область амударьинской воды вызвал подъем уровня грунтовых вод с 2,9 до 2,3 м. В перспективе включение II-ой и последующих очередей АБК и увеличение водообеспеченности территории может привести к дальнейшему повышению уровня грунтовых вод и, соответственно, росту продуктивного и непродуктивного испарения. Для предупреждения опасности вторичного засоления земель и сокращения непродуктивного испарения необходимо уменьшение водоподачи по системам в пределах оптимальных оросительных норм и усиление дренажного стока путем развития КДС.

Л и т е р а т у р а

1. А х м о в М.С. Использование лизиметрических наблюдений для вычисления испарения грунтовых вод с орошаемых площадей. Сб. "Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии Средней Азии", № 1, 1965.
2. У а ц Д.М. Испарение грунтовых вод в Бухарском оазисе. ДАН УзССР, № 6, 1957.

А, УСМАНОВ
канд. сельхоз. наук

Т.У. БЕКМУРАТОВ
аспирант
(САНИИРИ им. В.Д. Журина)

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА ПРИ ОРОШЕНИИ ПОДЗЕМНОЙ ВОДОЙ

В настоящее время возможность использования воды на орошение решается в основном оценкой химического состава воды и влияния ее на почвенно-мелиоративные условия земли, а также физиологическими особенностями орошаемых культур. Ряд вопросов, относящихся к организации, технике и технологии поливов с учетом физических и химических свойств воды, проектирования и эксплуатации ороси-

тельной системы, к настоящему времени еще не разработан и требует своего решения. Решить их необходимо в связи с появлением таких мощных источников орошения, как воды, отлачиваемые системой вертикального дренажа, артезианских скважин, построенных для орошения, а также воды систем горизонтального дренажа.

Несмотря на технический прогресс в водном хозяйстве, большинство орошаемых площадей до сих пор поливается бороздковым способом и это положение, видимо, сохранится в ближайшие 10-15 лет. Создано множество поливной техники, обеспечивающей механизацию и автоматизацию поливов, но основа полива остается бороздковой.

Техника бороздкового полива, как и любая другая, в принципе должна обеспечивать сохранение структуры почвы, высокий коэффициент использования воды, качественное и равномерное увлажнение почвы, возможность широкой механизации сельскохозяйственных работ и высокую производительность труда. Выполнение этих требований во многом зависит от правильного подбора элементов техники полива, таких как головной расход борозды, продолжительность полива. Последние определяются на основании изучения впитываемости почвы, равномерности увлажнения, величины сброса при поливе.

Подземные и дренажные воды отличаются от поверхностных источников не только химическим составом и минерализацией, но и теми физическими свойствами, как температура, количество взвешенных частиц (мутность). Поэтому изучение динамики процесса впитывания, скорости движения поливной струи по сухой борозде при различных головных расходах ее с учетом химических и физических свойств оросительной воды и их влияния на элементы техники полива представляет определенный научный и практический интерес.

А.Н. Костиков [2] первый в мелиоративной науке установил динамический характер впитывания и предложил для расчетов зависимость в виде:

$$K_t = \frac{K_1}{t^{\alpha}}, \quad (1)$$

где K_t — скорость впитывания воды почвой, м/мин;
 K_1 — скорость впитывания в первую минуту, м/мин;
 t — время, мин;
 α — показатель, характеризующий впитывание данной почвой.

Количественные характеристики процессов впитывания зависят от множества факторов, в частности от коэффициента фильтрации,

характеризующего водопроницаемость данной почвы, насыщенности водой; зависит от скважности данного грунта, действующего диаметра частиц почвы d_s и от температуры воды.

Коэффициент фильтрации почвы тем больше, чем больше действующий диаметр частиц, скважность почвы и чем выше температура воды /2/. Кроме того, как отмечал А.Н. Костиков /2/, мелкие наносы с диаметром частиц меньше 0,005 мм (особенно меньше 0,001 мм) обладают большой питательной ценностью, но если они в обилии отлагаются на полях, то могут ухудшить физическое свойство почвы, уменьшая их водопроницаемость и аэрацию.

Для определения гидравлических элементов борозды, длины ее, параметров водопроницаемости, распределения увлажнения по длине борозды и установлению продолжительности поливов при заданной поливной норме имеются методика и расчетные зависимости А.Н. Костикова /2/, Н.Д. Кременицкого /3/, С.М. Кривошляпа /4/, Н.Т. Лантасова /5,6/, А.Н. Лапина, М.Д. Челюпанова /7/, А.Н. Лапина /8,9/, и другие, по которым руководствуются при постановке и проведении полевых исследований; они используются при обработке результатов опытов.

Полевые опыты проводились в вегетационные периоды 1972-1973 гг. на опытно-производственном участке № 3 вертикального дренажа в Кировском районе Ферганской области (табл. I).

Таблица I

Схема и условия проведения опытов

Вариант	Головной расход борозды, л/с	Источник орошения	Физико-химические свойства поливной воды	Минерализация, г/л	Температура (°C)	Мутность, г/л
I	0,60	Поверхностная вода	0,40-0,60	27-29	0,7-1,25	
II	0,40	"	"	"	"	
III	0,20	"	"	"	"	
IV	0,60	Подземная вода	2,50-2,80	17-19	0,01-0,02	
V	0,40	"	"	"	"	
VI	0,20	"	"	"	"	

Почвы опытного участка староорошаемые, некольматированные, среднеомытые, среднекультуренные; по механическому составу сверху (в слое 0-30 см супесчаные, ниже (30-200 см) - легкие и сред-

ние суглинки с прослоями тонкопесчаного тяжелого суглинка. В гидрогеологическом отношении участок представляет зону руслового выклинивания конуса выноса р. Исфара. Режим грунтовых вод регулируется скважинами вертикального дренажа, и поэтому уровень их в период вегетации находится на глубине 2,2-2,4 м от поверхности земли. Площадь участка 2 га; ширина междурядья 0,60 м; длина борозд 200 м; уклон составляет 0,0042. Высевали хлопчатник.

Первый и второй поливы производились через борозду, а третий в каждую борозду - как принято производством для данных условий. Результаты опытов по скорости добега воды по сухой борозде по вариантам опыта для наглядности представлены на рис. 1 в логарифмических координатах.

Анализ материалов изучений показывает, что время, необходимое для прохождения поливной струи до конца борозды, с увеличением расхода ее резко сокращается. С увеличением головного расхода в три раза время добега сокращается в 6,0-6,2 раза. Разница во времени добега в I-IV вариантах опыта составила, соответственно, 1,34; 1,28; 1,24; во V-VI вариантах - 1,23; 1,38; 1,25; VI-VI-1,30; 1,34; 1,36 (табл. 2).

Согласно целям и задачам опыта эти варианты отличаются тем, что у них разные температура, мутность и минерализация поливной воды. Температура подземных вод, откачиваемых скважинами вертикального дренажа, в течение года резких изменений не претерпевает: находится в пределах 14-16°C. В период поливов на участковом распределителе они нагреваются на 2-3° и в голове борозд температура их доходит до 17-19°. За время прохождения по сухой борозде на расстоянии 200 м вода нагревается до 27-29°C (рис. 2). Повышение составляет 8-9° и приближается к температуре воды поверхностных источников.

Температура воды поверхностных источников в голове борозды колеблется в пределах 27-29°, по мере прохождения нагревается и в конце борозды составляет 30-31°. Разница в температуре поливной воды в группе вариантов опыта с различным качеством ее в голове борозды составляет 10°C, в конце - 2-3°C.

Мутность откачиваемых вод скважинами вертикального дренажа в условиях опытного участка составляет 0,010 г/л. Вода доходит до головы борозды с мутностью 0,02 г/л. Во время первого полива наблюдается увеличение мутности до 0,12 г/л (рис. 3); во втором

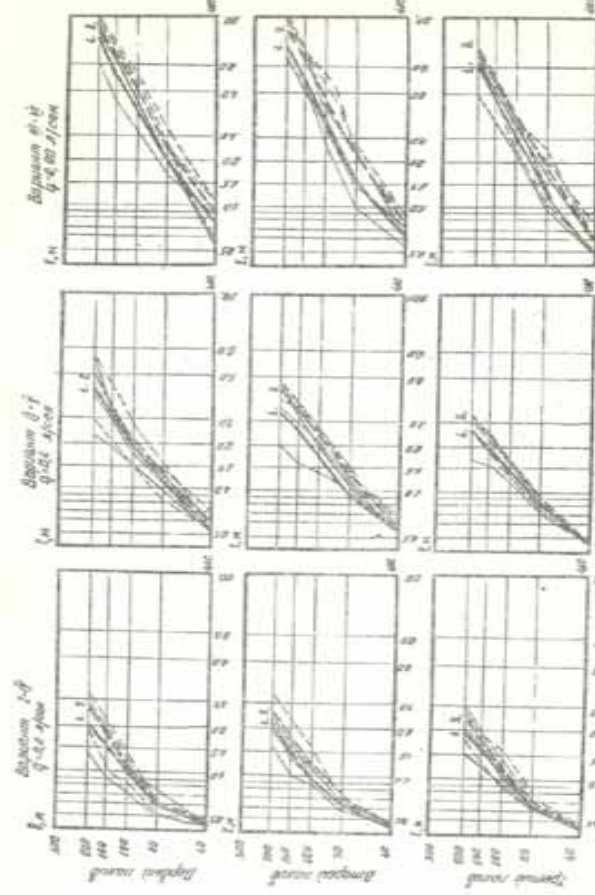


Рис. 1. Графики расхода воды по сухой борозде по отворам: 1 — вода из поверхностных источников; 2 — вода из скважин раздельного дренажа.

Результаты определения элементов техники полине
по вариантам опыта

[illegible]

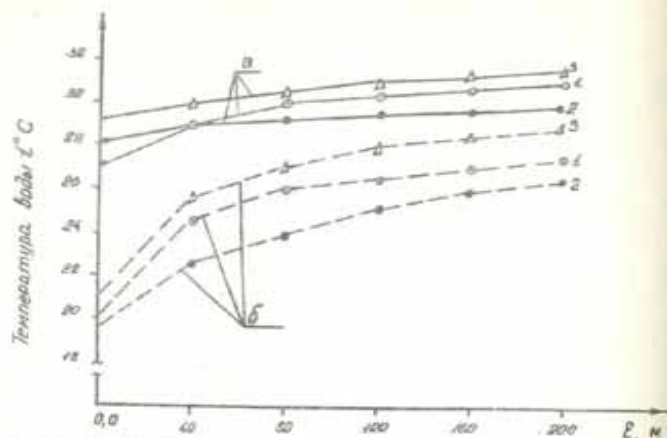


Рис. 2. Изменение температуры поливной струи по длине борозды при $q = 0,40$ л/сек: (а - вода из поверхностных источников; б - вода из скважины вертикального дренажа): 1 - первый полив - 12-13 июня; 2 - второй полив - 6-7 июля; 3 - третий полив - 28-29 июня.

и третьем поливах она составляет 0,088 и 0,04 г/л, что объясняется уплотнением поверхности почвы при поливах и обработках механизмами.

Мутность вод поверхностных источников в течение года резко меняется в зависимости от расходов источника орошения. В последнем звене постоянно действующего оросителя (на участковом распределителе) она доходит до 2,83-3,0 г/л. Установлено, что во всех поливах мутность по длине борозды уменьшается по сравнению с первоначальной ее величиной. Так, во втором поливе наблюдаемая мутность в голове борозды равнялась 1,28 г/л, в конце борозды уменьшилась до 0,65 г/л, т.е. в два раза (рис. 3). Уменьшение мутности в среднем в трех поливах составило 0,39 г/л.

При использовании опытных данных рассчитаны параметры водопроницаемости (W ; d) для всех поливов и вариантов опыта. Ввиду громоздкости этих расчетов здесь приводим только конечные результаты (табл. 2). Характер изменения параметров водопроницаемости для этого полива наглядно представлен на рис. 4.

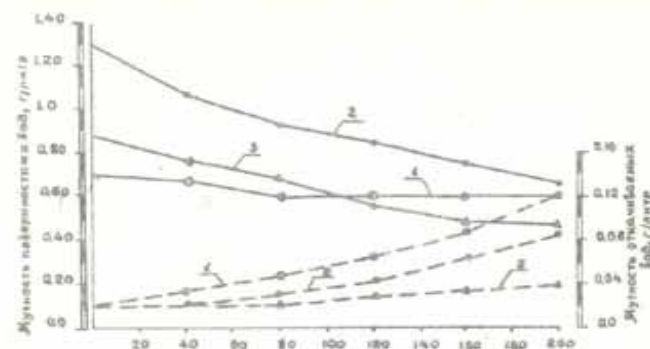


Рис. 3. Изменение мутности поливных вод по длине борозды ($q = 0,40$ л/сек). Условные обозначения те же, что и на рис. 2).

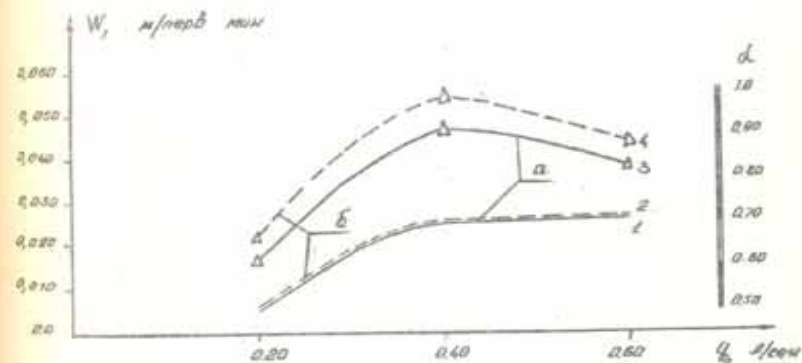


Рис. 4. Изменения параметров водопроницаемости: 1, 2 - показатель, характеризующий впитывание данной почвы; 3, 4 - скорость впитывания в первую минуту, м/мин (а - при поливе водой поверхностных источников; б - то же из подземных вод).

Анализ результатов показывает, что скорость впитывания во всех вариантах от первого полива и последующему уменьшается. Наибольшая величина ее отмечается при поливе с головным расходом 0,4 л/с. При одинаковых головных расходах, но с различными качествами поливной воды, скорость впитывания поверхностных вод значительно меньше, чем подземных.

Параметр, характеризующий водопроницаемость почвы (α), от полива к поливу незначительно, но закономерно, уменьшается. Установлена зависимость величины α от расхода борозды. С сокращением расхода величина ее уменьшается. Причем резкое изменение наблюдалось при изменении расхода от 0,4 до 0,2 л/с. Объясняется это, видимо, спецификой условий впитывания при бороздковом поливе, связанной с изменчивостью во времени гидравлических элементов борозды. Качество воды особого влияния не оказывает.

Поливная норма во всех случаях в вариантах (IV-VI) с подземной водой больше, чем в вариантах (I-III) с поверхностными водами. Так, при одинаковых продолжительности полива и расходах борозд, при одном и том же поливе поливная норма (нетто) больше в вариантах с подземной водой. Установлено, что при поливе подземной водой поливная норма на 25-40%, скорость впитывания на 9-37% и время добега струи по сухой борозде на 24-38% больше, чем в вариантах опыта с водой из поверхностных источников в зависимости от головного расхода борозды.

Как известно, полив считается нормальным тогда, когда сельскохозяйственные культуры обеспечены необходимой влагой с равномерным распределением ее по всей длине борозды, с наименьшим сбросом в конце, с оптимальной длиной борозд, обеспечивающей максимальную производительность труда.

Для условий проведенных опытов попытаемся рассчитать и сопоставить продолжительность полива, длину борозды и распределение увлажнения при заданных поливных нормах.

Расчет произведем по методике А.Н.Ляпина [9]. Расчеты (табл. 3) показали, что при поливах заданной нормой ($M_0 = 1000 \text{ м}^3/\text{га}$) и величине сбросов 10 и 15% (при прочих равных условиях) элементы техники полива имеют значительную разницу в зависимости от качества используемых оросительных вод. Так, при поливах дренажной водой с головным расходом $q_0 = 0,4 \text{ л/с}$, со сбросом в 10% от поданной нормы продолжительность полива сокращается с 14,2 до 7,3 ч против поливов поверхностной водой; длина борозды - с 341 до 173 м. При величине сброса 15% от поданной нормы полив продолжается с 11 до 6 ч., длина борозды при этом равна от 265 до 137 м. Такая же закономерность наблюдается при поливах с расходом 0,2 л/с (табл. 3).

Таблица 3.

Сравнение продолжительности полива, времени добега и длины борозды в зависимости от качества оросительной воды и головного расхода борозды

Вариант	Головной расход борозды (q_0), л/с	Поливная норма (M_0), м	Коэффициент сброса, (β_c)	Продолжительность полива, мин.	Время добега, мин.	Длина борозды, м
II	0,40	0,10	0,90	852	665	341
У	0,40	0,10	0,90	433	338	173
	0,40	0,13	0,90	1073	837	330
III	0,40	0,10	0,85	661	466	265
У	0,40	0,10	0,85	346	244	137
	0,40	0,13	0,85	833	585	257
III	0,20	0,10	0,90	722	491	145
VI	0,20	0,10	0,90	466	317	93
	0,20	0,13	0,90	970	660	138
III	0,20	0,10	0,85	620	366	124
VI	0,20	0,10	0,85	400	236	80
	0,20	0,13	0,85	847	500	120

При поливах поверхностной водой нормой $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ и подземной - $1300 \text{ м}^3/\text{га}$ при одинаковых головных расходах и величине сбросов в расчетах получены сравнительно одинаковые длины борозд. Так, при поливе поверхностной водой с расходом борозды 0,4 л/с, поливной нормой $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ длина борозды равна 341 и 265 м, соответственно, при 10 и 15% (от поливной нормы) сброса; а подземной водой с таким же головным расходом борозды, но поливной нормой $1300 \text{ м}^3/\text{га}$, длина борозд составляет 330 и 257 м соответственно величине сбросов. Разница в длине борозд 5-11 м.

При найденных значениях продолжительности полива и длины борозд для каждого варианта при одинаковой поливной норме равномерности распределения увлажнения при поливах из разных источников близки.

Во втором и пятом вариантах при поливной норме $1000 \text{ м}^3/\text{га}$ (длине борозд 341 и 173 м, продолжительности полива 852 и 433 мин, соответственно по вариантам, при коэффициенте сброса 0,9), объем впитавшейся воды в начале борозды составил 1020 и 1082 $\text{м}^3/\text{га}$; в

конце — 726 и 735 м³/га, соответственно по вариантам. При поливной норме 1000 м³/га и 1300 м³/га, длине борозды 341, 330 м, продолжительности полива 852 и 1073 мин. распределение увлажнение в начале борозды составило 1020, 1395 м³/га; в конце — 726, 944 м³/га (рис. 5).



Рис. 5. Распределение увлажнения по длине борозды при $q = 0,40$ л/сек (сброс — 10% от поданной воды): 1 — при поливе водой из поверхностных источников, $m_1 = 1000$ м³/га; 2 — при поливе подземной водой, $m_2 = 1000$ м³/га; 3 — то же, $m_3 = 1300$ м³/га.

Необходимо отметить, что при поливе подземной водой величина увлажнения по отрезкам борозд несколько выше, чем при поливе из поверхностных источников нормой 1000 м³/га. Это особенно заметно в верхних отрезках борозд; в конце борозды оно несколько меньше и приближается к размерам увлажнения при поливах поверхностной водой.

Проведенные расчеты подтвердили закономерность совпадения элементов техники полива при поливе подземной водой нормой 1300 м³/га, превышающей величину разницы, установленной в опытах с поливами из поверхностных источников нормой 1000 м³/га.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Опытами, проведенными в течение 1972–1973 гг., установлено, что при поливе подземной водой в условиях средне- и легкосуглинистых почв осредненные величины скорости впитывания на 20%, время добега до конца борозды на 30% и поливная норма на 30% больше, чем при поливах из поверхностных источников орошения.

Недоучет этих особенностей при планировании орошения подземной водой приводит к неравномерности увлажнения полей по длине борозды, увеличению продолжительности полива, перерасходу оросительной воды, а как следствие, уменьшению производительности труда на поливе и увеличению нагрузки на дренаж.

2. Для производства поливов с заданной нормой в установленных сроки и ликвидации перечисленных нежелательных явлений при использовании подземных вод на орошение рекомендуется:

— при случае, когда источником орошения являются только подземные воды, проектировать подводящую и временную оросительные сети или подбирать поливную технику с учетом особенностей физико-химических свойств воды;

— в местах, где подземные воды являются дополнительным источником орошения и используются на части территории или на отдельных поливах, следует сокращать длину борозды в 1,5–2 раза против оптимальных величин, назначенных для основного источника орошения.

Если это мероприятие нецелесообразно по технике-экономическим и организационно-хозяйственным условиям, необходимо завышать плановую норму на 25–30% с последующим учетом в плане водопользования и увязкой с возможностью дренажа компенсировать дополнительную нагрузку.

Л и т е р а т у р а

1. А л и е в И.Г. Теория и расчет инфильтрационных поливов. Сб. "Прогрессивная техника полива сельскохозяйственных культур". Изд. АЗНЕРШЕР, Баку, 1963.
2. К о с т я к о в А.Н. Основы мелиораций. М., Сельхозгиз, 1960.
3. К р е м е н е ц к и й Н.Д., К у т е р г и н В.А., Р а е в с к а я Н.Г., К а б а н о в а Р.Н. Орошение орошением земель в хлопковой зоне СССР. В кн. "Практикум по сельскохозяйственным мелиорациям". М., Изд. "Колос", 1970.
4. К р и в о в а з С.М. Методические указания по расчету техники бороздкового полива (для хлопковой зоны), Ташкент. Изд. АН УзССР, 1963.
5. Л а к т а в е в Н.Т. Проект методических указаний для проведения полевых опытов по изучению техники бороздкового полива, камеральной обработке результатов и обоснование этих указаний, Ташкент, 1965.
6. Л а к т а в е в Н.Т. Теоретическое обоснование технологии полива с/х культур по бороздам, Труды САНИИРИ, вып. 127 (орошение, эксплуатация гидромелиоративных систем), Ташкент, 1971.