

P-48

Министерство мелiorации и водного хозяйства СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт ирригации  
им. В.Д. Журина (САНИИРИ)

## РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ТЕХНИКЕ ПОЛИВА И ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ В УСЛОВИЯХ СЛОЖ-  
НОГО РЕЛЬЕФА ПРЕДГОРИЙ  
(зона Паркентского канала)

Ташкент - 1982

IC-148  
626.8

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ ИМЕНИ  
В.Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

"Согласовано"

Директор ин-та "Узгипроводхоз"  
*Н. Мухитдинов* Н.М. МУХИТДИНОВ

" " 1982г.

"Утверждаю"

Министр ММВХ УзССР  
*И. Х. Дуррабеков* И. Х. ДУРРАБЕКОВ

" " 1982г.



ПО ТЕХНИКЕ ПОЛИВА И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОРОСИТЕЛЬНОЙ  
СЕТИ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА ПРЕДГОРИЙ  
( зона Паркентского канала)

Ташкент - 1982

## I. ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

"Рекомендации" составлены на основании исследований САНИИРИ по вопросам техники полива в предгорных зонах, выполнявшихся в рамках госбюджетных ассигнований, а также в соответствии с договором, заключенным с ММИВХ УзССР.

В "Рекомендациях" обосновывается целесообразность применения на поливах в условиях крутых склонов и сложного рельефа жестких алюминиевых трубопроводов. Закрытая напорная оросительная сеть в этих случаях малонадежна, поэтому строительство безнапорной сети со стойками-водорывпусками специальной конструкции позволит повысить эксплуатационную надежность и качество строительных работ. Пригодятся конструктивные решения закрытой безнапорной оросительной сети, гидравлические расчеты и принципы назначения расчетных расходов.

"Рекомендации" рассмотрены и одобрены Ученым советом САНИИРИ, а также утверждены Минводхозом УзССР.

Замечания и предложения просим присылать по адресу:  
700000 г.Ташкент, ГСП, ул.Я.Коласа, 24, САНИИРИ.

Составители: Г.Н.Парлов, канд.техн.наук, зав.отделом  
техники орошения;  
В.Н.Шапошников, руководитель группы;  
Я.В.Аюпян, мл.научный сотрудник;  
Р.А.Нигматуллин, инженер

Настоящие "Рекомендации" составлены на основе полевых исследований, выполненных в вегетационный период 1981 г.; решался ряд вопросов:

- возможность использования жестких поливных трубопроводов из алюминиевых труб для полива пропашных культур на крутых склонах;
- определение технического состояния построенной закрытой оросительной сети;
- состояние практической организации орошения, определение поливных и оросительных норм;
- состояние обросной сети.

Кроме того, на НИСТО САНИИРИ была опробована безнапорная закрытая оросительная сеть со стойками-водорывпусками.

Большинство земель, к которым подведена вода в зоне Паркентского канала, используются для возделывания пропашных культур (лук, картофель, кукуруза, свекла и др.). Для посевов используются довольно крутые склоны, имеющие уклоны до 0,2. Урожай сельскохозяйственных культур весьма высокие.

Распределение оросительной воды по полям и дозировка ее в борозды осуществляются в основном земляными каналами. Для дозировки воды в борозду широко применяются желоба из толи. Необходимо отметить, что точности дозировки воды в борозды уделяется большое внимание. При поливах посевов лука, когда послеполивные междурядные обработки не требуются, как правило, устраивается густая сеть распределительных желобов. Картофель и некоторые другие культуры поливают из земляных оросителей, так как после полива проводится тщательная тракторная обработка, и желоба неизбежно будут уничтожены.

При организации поливов из ок-армков для армирования оголовков борозд, а также перепадов на ок-армке используются бумажные салфетки (от крафт-мешков). Такая система, несмотря на тщательность исполнения, не может гарантировать стабильность поступления воды в борозду.

Увеличение расходов воды, поступающих в ок-арык, вызывает повышение расходов в борозды, причем не всегда пропорционально, а это, в свою очередь, приводит к размывам, большому выносу почвы с полей.

Опасны и концевые части ок-арыков, где часто появляется сброс. Зачастую именно здесь образуются глубокие каньоны размывов.

Обследование технического состояния закрытой оросительной сети, проведенное в период вегетации 1981 г., показало, что подавляющее большинство закрытых оросителей находятся в нерабочем состоянии и при орошении не используются. Основная причина выхода из строя закрытых оросителей - неспособность как трубчатой линии, так и комплекта запорной и распределительной арматуры противостоять большим статическим напорам воды в сети. По причине неработоспособности закрытых оросителей практически все terra-ированные склоны не орошаются.

## 2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛИВОВ И КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ СЕТИ

### 2.1. Распределение воды в борозды

В качестве основного водораспределительного устройства предлагается использовать жесткие трубы из алюминиевых сплавов. Поливные трубопроводы собирают из отдельных труб длиной 9...12 м. Желательно, чтобы диаметр труб не превышал 150 мм. Трубопровод перфорируется в соответствии с шириной междурядий. Каждое отверстие снабжается регулируемым водовыпуском. В 1981 г. на НИСТО САНИИРИ и в совхозе № 3 Паркентского района были испытаны на поливе алюминиевые трубопроводы длиной 150...200 м, диаметром 135 мм. Основная особенность работы поливных трубопроводов в рассматриваемых условиях - безнапорное движение в них воды.

Безнапорное движение устанавливается при укладке алюминиевых труб по уклону местности. При таком режиме работы дозировка воды в борозды носит устойчивый характер и практически не зависит от колебаний поступающего в трубопровод общего расхода. Поливной трубопровод заканчивается небольшим отрезком гибкого шланга (рис.1). Если этот отрезок уложен с обратным по отношению к трубопроводу уклоном, то создается некоторый подпор воды в концевом сечении трубопровода. Это, в свою очередь, позволяет проводить такую регулировку поступающего в трубопровод расхода, который целиком тратится на путевую раздачу воды, и сброса в концевой части не наблюдается. Всякий излишек расхода будет поступать транзитом в сброс, не увеличивая расходов из водовыпускных отверстий.

Из серийно выпускаемого промышленностью поливного инвентаря в зоне орошения Паркентского канала можно использовать комплекты ПАР-100 конструкции ГСКБ по ирригации. В ближайшем будущем намечается выпуск алюминиевых трубопроводов диаметром 150 мм, конструкция которых разработана совместно САНИИРИ с ГСКБ по ирригации (прилож.1). Следует

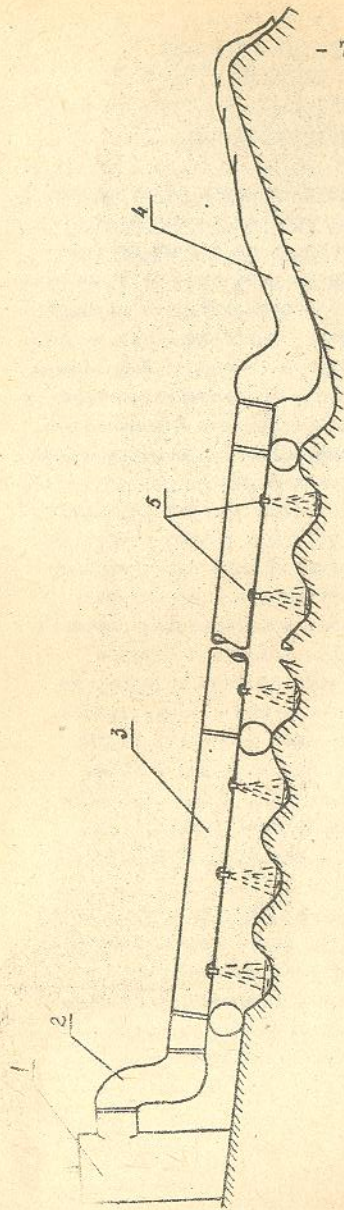


Рис. 2.1. Поливной передвижной трубопровод:

- 1 - гидрант; 2 - соединительный рукав; 3 - трубопровод;
- 4 - концевая часть в виде шланга, уложенного с обратным уклоном;
- 5 - водовыпуски.

отметить, что упомянутая в приложении максимальная часовая производительность достигнута в условиях малых уклонов. На склоновых землях сезонная нагрузка на трубопровод может превысить 10 га. Предварительно комплект поливного трубопровода назван "ТАП-150"; длина его составляет 100 м. Ориентировочная стоимость одного метра трубопровода 9,0 руб.

Исходя из гидравлических расчетов (прилож. II), для условий Паркентской зоны наиболее целесообразны рассматриваемые трубопроводы ТАП-150. Они обладают высокой пропускной способностью, вполне обеспечивающей как большой фронт полива, так и подачу транзитных расходов. В то же время эти трубопроводы намного легче комплектов ПАР-100, дешевле и эксплуатационно надежнее.

## 2.2. Элементы техники полива, компоновка сети и назначение расчетных расходов участковых распределителей

Особенностями орошения в предгорной зоне, что, в свою очередь, определяет элементы техники бороздочного полива, являются:

- необходимость проведения противоэрозионных мероприятий;
- необходимость тщательной дозировки воды в борозды на очень широком фронте полива;
- необходимость учета при нарезке борозд возможностей механизмов, обративших почву после поливов.

В предгорных условиях борозды нарезаются по наибольшему уклону местности. Это объясняется стремлением создать необходимые условия для работы пропашных тракторов. При боковом крене 12 градусов трактор может перевернуться. При меньших значениях крена работа трактора возможна, но резко снижается качество обработки почвы.

Как отмечает В.А. Турин (МДМИ), проводивший в течение

многих лет исследования в предгорных областях Таджикистана, на больших уклонах местности поливные борозды целесообразно направлять вдоль склона. Например, на отдельных участках Самгарского массива, в виноградниках, борозды были нарезаны поперек склона и имели уклон 0,001...0,002. Эксплуатация этих участков в течение 10...13 лет показала нецелесообразность такой организации орошения, так как появилась изреженность насаждений. На новых виноградниках направление борозд дается по наибольшему уклону.

В зависимости от уклонов местности и допустимости работы механизмов, В.А.Сурин предлагает следующую классификацию орошаемых земель предгорной зоны (табл.2.1).

Таблица 2.1

Классификация орошаемых земель предгорной зоны Средней Азии по величине уклонов поверхности (по В.А.Сурину)

Номер: п/п	Характеристика уклонов: или склонов	Отличительные признаки: рекомендуемое направление поливных борозд	Особенности работ механизмов при междурядной обработке почвы
1	2	3	4
1	Большие уклоны - 0,008...0,05	Вдоль склона	Междурядная обработка допустима вдоль и поперек склона
2	Пологие склоны - 0,05...0,1	Вдоль склона при сложном рельефе	При обработке поперек склона возникает затруднение в управлении трактором, местами происходит сдвиг трактора вниз по склону
3	Склоны средней крутизны -	Вдоль склона	Междурядная обработка допустима только вдоль склона в прямом и обратном направлении

1	2	3	4
4	Крутые склоны - 0,2...0,3	Вдоль склона	Междурядная обработка допустима только вдоль склона, вниз по склону
5	Очень крутые склоны - более 0,3	Поперек склона по террасам	Междурядная обработка поперек склона по террасам

В соответствии с табл.2.1 уклоны поливных борозд в подавляющем большинстве случаев должны соответствовать наибольшим значениям уклонов местности.

Расчеты элементов техники полива (прилож. III) показали, что для подачи на поле поливной нормы 1000 м<sup>3</sup>/га необходимо проводить полив в течение 48 час. В рассматриваемом диапазоне уклонов - от 0,01 до 0,3 - продолжительность полива практически не зависит от длины борозд (в диапазоне 50...150 м) и подаваемого расхода в борозду. Как расчеты, так и экспериментальные работы показали, что для уменьшения сбросов в конце борозд следует стремиться к поливу малыми расходами, составляющими 0,5...0,75 от максимальных их значений, назначаемых по условиям предотвращения эрозии.

Водохозяйственными расчетами института Узгипроводхоз установлено, что на 120 га пропашных культур (средняя площадь, обслуживаемая одной бригадой) должен поступить расход 150 л/с. В пределах бригады в связи со сложностью рельефа может быть несколько участков оросителей. Пропускная способность их может быть определена из следующих соображений.

Полив на подкомандной участковому распределителю площади должен заканчиваться за минимальный межполивной период ( $t_{min}$ ), в рассматриваемом случае за II суток.

Если расход оросителя обозначить через  $Q$ , то можно вычислить количество одновременно заправляемых борозд на подкомандной площади -

$$N = \frac{Q}{q_0}$$

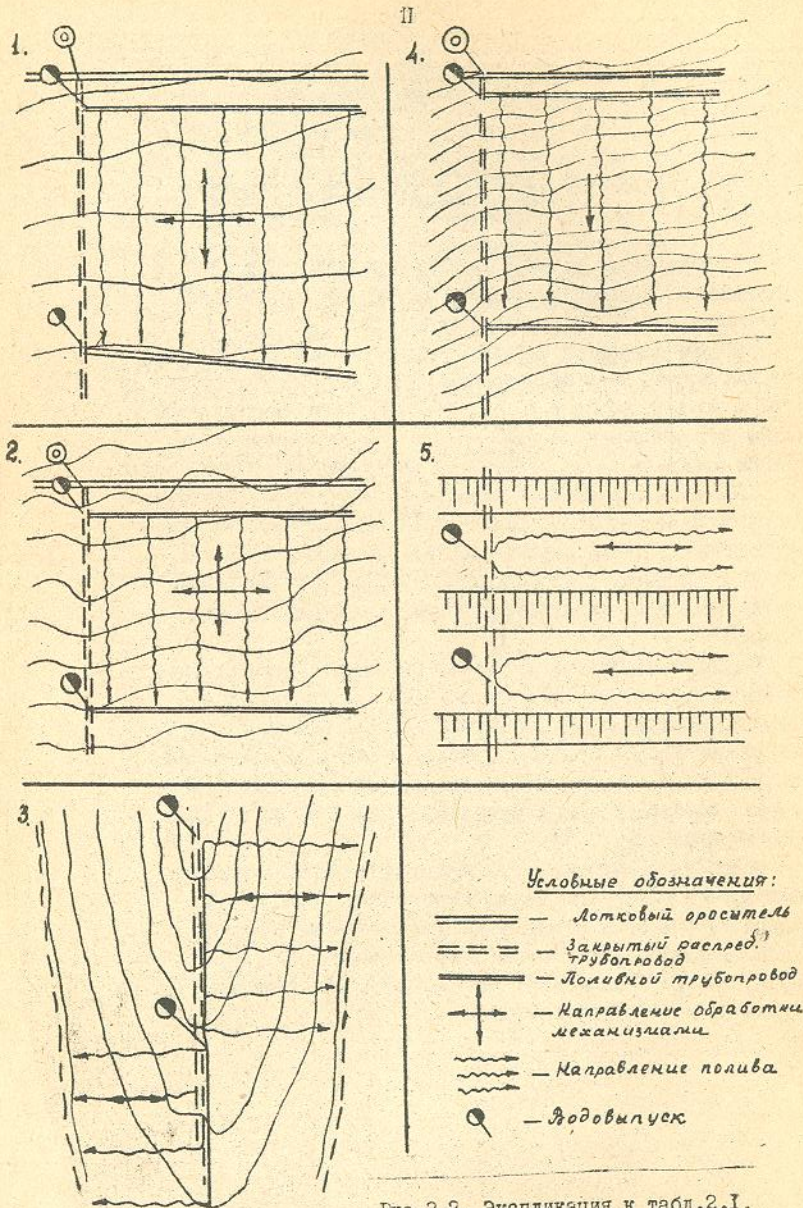


Рис.2.2. Экспликация к табл.2.1.

и поливаемой площади -

$$\omega = \frac{N \cdot l_0 \cdot a}{10000}$$

Тогда максимально возможная площадь, которую может обслуживать ороситель, определится как

$$Q = \frac{N \cdot l_0 \cdot a \cdot t_{\text{пол}}}{10000 \cdot T_{\text{пол}}}$$

где  $T_{\text{пол}}$  — продолжительность полива (в нашем примере 2 сут.).

В табл.2.2 показаны максимально возможные площади, которые могут орошаться распределителями с расходами  $q_0 = 150, 75$  и  $50$  л/с.

Таблица 2.2

Максимально возможные площади орошения (га) при различных расходах оросителя

Показатель	$i, \text{ м}$						
	200	200	150	100	50	50	40
$i$	0,01	0,02	0,03	0,06	0,1	0,2	0,3
$q_0$ л/с	0,15	0,1	0,07	0,04	0,025	0,015	0,012
$Q = 150$ л/с	66	99	106	123,75	118,8	165	165
$Q = 75$ л/с	33	49,5	53	61,875	59,4	82,5	82,5
$Q = 50$ л/с	22	33	35,3	41,25	39,6	55	55

Для расчетов были приняты максимальные значения расходов по бороздам и длины борозд. Данные табл.2.2 показывают, что для соблюдения принятых условий при уклонах 0,01; 0,02; 0,03 необходимо проводить поливы расходами меньше максимально допустимых. Лишь в этом случае можно добиться повышения обслуживаемой площади оросителем с расходом 150 л/с до 120 га. Значения этих расходов:  $i = 0,01$ ;  $q_0 = 0,08$  л/с;  $i = 0,02$ ;  $q_0 = 0,08$  л/с;  $i = 0,03$ ,  $q_0 = 0,06$  л/с. Исходя из данных табл.2.2, можно принять стандартное решение для назначения расчетных расходов

участковых оросителей:

$Q$ , л/с	50	75	150
$Q$ , га	до 35	35-55	более 55

Назначение расходов 50 и 75 л/с, кратных общей подаче - 150 л/с обеспечивает проведение внутрибригадного водооборота.

Параметры поливных трубопроводов, которые должны собираться из комплектов ТАП-150, определены, исходя из гидравлических расчетов (приложение III) и установленных расходов в борозду:

$$q_{max} = 0,08 \text{ л/с} \quad \text{и} \quad q_{cp} = 0,05 \text{ л/с}.$$

За стандартную длину поливного трубопровода принято 150 м, максимальный расход равен 20 л/с, рабочий расход для средних условий - 12,5 л/с.

При организации поливов жесткими трубопроводами удельная протяженность их составляет 26 м на 1 га орошаемой площади.

### 3. Конструктивные решения участковой закрытой оросительной сети

С целью повышения эксплуатационной надежности закрытых оросителей и упрощения их конструкции необходимо переходить на строительство безнапорной оросительной сети. Принципиальная схема безнапорной оросительной сети показана на рис.3.1. Основным сооружением на сети является стояк-водовыпуск (рис.3.2), выполняющий несколько функций: это статический гаситель напора, водовыпуск и одновременно приемник сбросной воды из поливных трубопроводов и непосредственно с поля.

Наличие патрубка для приема сбросной воды на стояке-

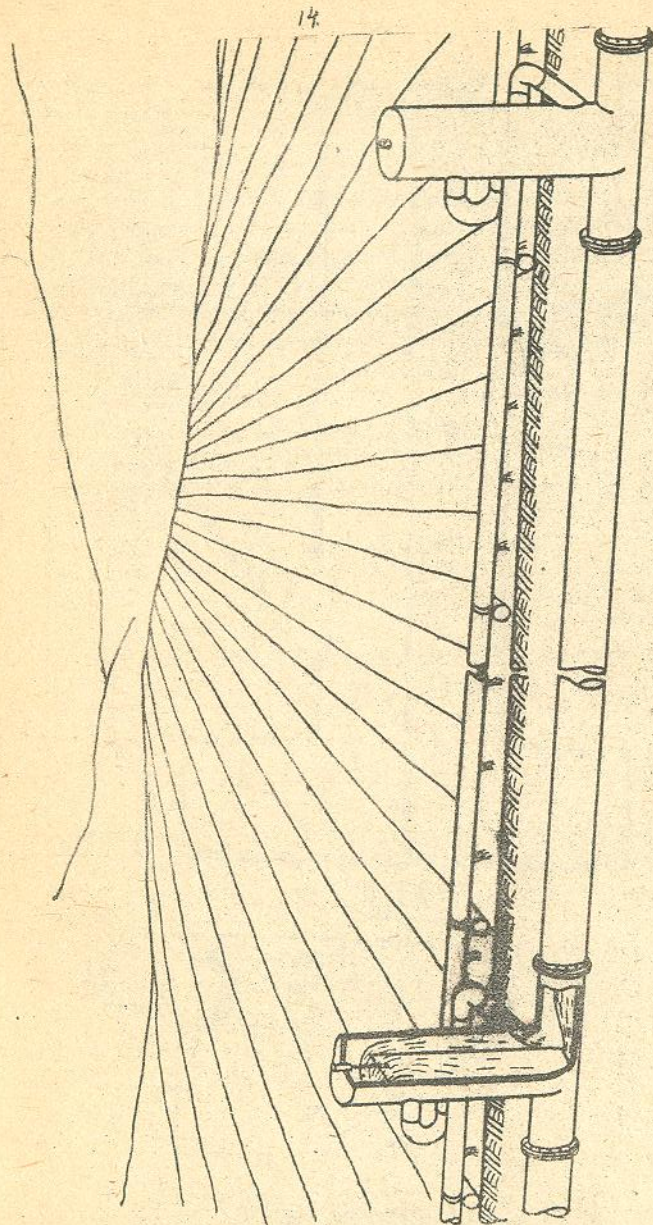


Рис.3.1. Организация полива при поперечной схеме на крутых склонах.



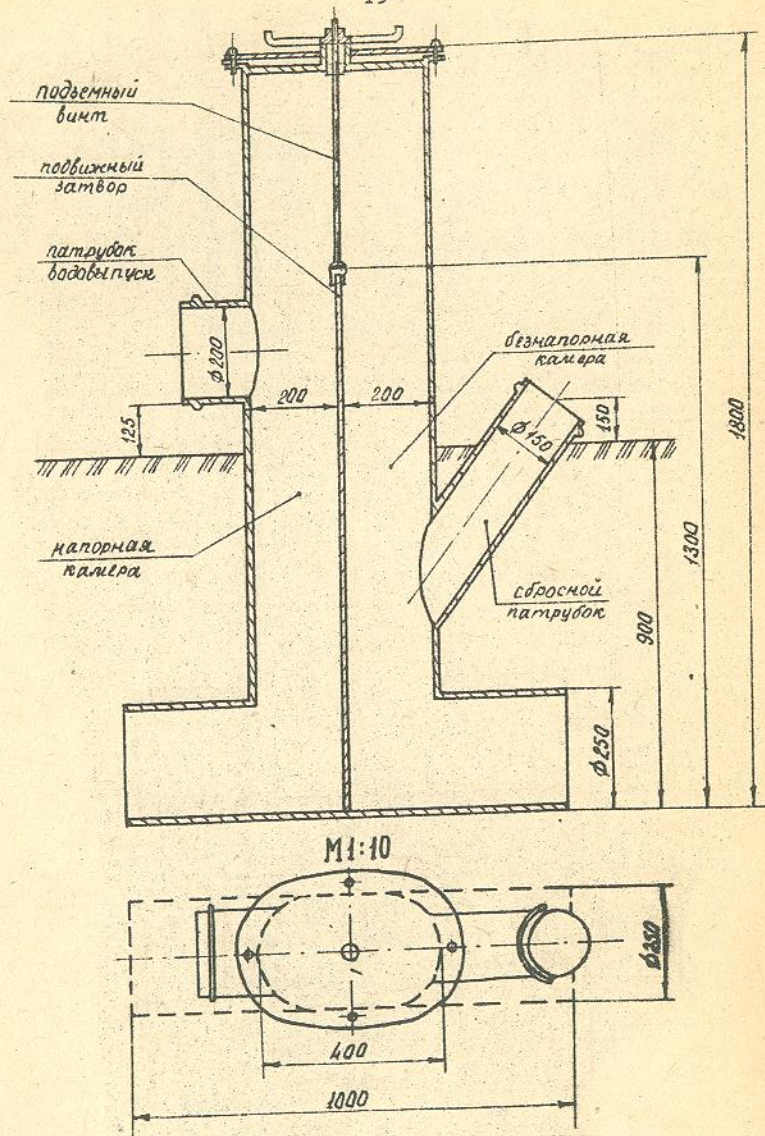


Рис. 3.2. Стояк-водовыпуск.

водовыпуске позволяет проводить поливы очень стабильными расходами в борозды. Если по какой-либо причине в начале поливного трубопровода расход увеличивается, то в связи с безнапорным движением воды в трубах и повышенными гидравлическими сопротивлениями водовыпусков излишек расхода проходит транзитом и сбрасывается в закрытый трубопровод. Сбросная вода может быть использована для поливов ниже расположенных участков.

Главное преимущество предложенной системы "закрытый ороситель - поливной жесткий трубопровод" - решение вопроса по организации поливов без эрозии почвы.

Пропускную способность безнапорной оросительной сети можно определить, пользуясь графиками, изображенными на рис. 3.3. Графики составлены, исходя из принятой схемы расстановки стояков-водовыпусков на расстоянии 150 м друг от друга.

Пропускная способность безнапорной оросительной сети несколько ниже, чем напорной. Разность в пропускной способности уменьшается по мере увеличения уклона трассы закрытых распределителей.

В приложении IV приведены примеры организации поливов и продольный профиль безнапорного участкового распределителя.

Гидравлические характеристики поливных комплектов ТАП-150 и ПАР-100 таковы, что они могут быть использованы и как поливные, и как транспортирующие водоводы.

На рис. I прилож. IV показана организация полива участка непосредственно из внутрихозяйственного оросителя; на рис. 2 - возможная схема организации поливов на широком склоне.

Приведенные примеры дают основание заключить, что в условиях зоны Паркентского канала строительство закрытых участковых распределителей длиной 300 м и менее нецелесообразно.

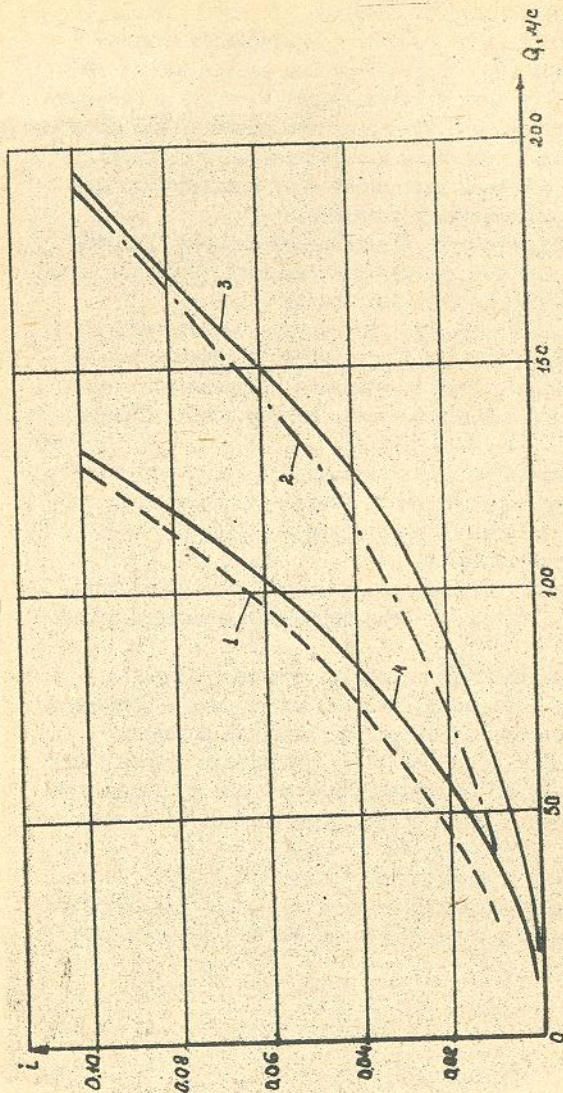


Рис. 3.3. Максимальная пропускная способность напорной и безнапорной оросительной сети в зависимости от угла при расстоянии между столбами 150 м:

1 - безнапорная сеть из асбоцементных труб  $d = 189$  мм; 2 - напорная сеть из труб ТСЦ - 250; 3 - безнапорная сеть из труб ТСЦ - 250; 4 - напорная сеть из асбоцементных труб  $d = 189$  мм.

Приложение I

"Утверждаю"

Заместитель Министра мелиорации  
и водного хозяйства СССР  
(подпись А.С.БАТРАКОВА)

29 июня 1981 г.

РЕШЕНИЕ

о постановке на производство трубопровода -  
алюминиевого поливного марки ТАП-150

Согласовано:

Начальник Главного управления  
механизации Минводхоза СССР  
(подпись С.Н.НИКУЛИНА)

15 июня 1981 г.

Начальник ГСКБ по  
иригации.

(подпись В.М.ВЕСМАНОВА)

9 июня 1981 г.

Главный инженер УИТУ Саратовского  
облисполкома:

(подпись А.П.ХАРИТОНОВА)

12 июня 1981 г.

Москва - 1981

Результаты испытаний жестких трубопроводов из алюминиевых труб, проведенных Среднеазиатским научно-исследовательским институтом ирригации в 1979 г., подтвердили соответствие испытываемых образцов техническому заданию и показали их технико-экономические преимущества по сравнению с поливальщиком-передвижным агрегатом марки ППА-165, в частности:

- повышение производительности труда - на 25%;
- повышение срока службы - на 100%;
- улучшение условий труда - трубопровод быстроразборный, снабжен илосборником, оборудован водовыпусками с гасителями напора, имеет малую зависимость от микрорельефа и простую конструкцию;
- годовой экономический эффект в эксплуатации на один комплект - 46,7 руб/га.

Учитывая рекомендации отчета, решили поставить на производство с 1982 г. на заводе УИТУ Саратовского обл. исполкома трубопровод алюминиевый поливной марки ТАП-150, разработанный ГСКБ по ирригации совместно с САНИИРИ и имеющий следующие технические показатели:

производительность в 1 ч чистой работы при поливной норме 1200 м <sup>3</sup> /га . . . . .	0,25
ширина захвата, м . . . . .	100
площадь полива с одной позиции, га . . . . .	до 5,2
масса, кг . . . . .	370
скорость транспортирования, км/ч . . . . .	до 3,0
общий расход воды в трубопроводе, л/с . . . . .	до 50
ширина междурядий, см . . . . .	60 и 90
диаметр трубы, мм . . . . .	150
длина трубы, м . . . . .	5,4
угол поворота в стыке труб в различных плоскостях рад (град) . . . . .	0,121(7°)
замковый элемент . . . . .	быстроразъемный
тип водовыпуска . . . . .	регулируемый
пределы регулирования расхода воды из водовыпуска, л/с . . . . .	0...0,7
неравномерность расхода воды по водовыпускам, % . . . ±	10

диаметр сифона, мм . . . . .	150
повреждаемость сельхозкультур при смене позиций, % . . . . .	до 0,1
срок службы, лет . . . . .	10
коэффициент использования рабочего времени смены . . . . .	0,8
коэффициент надежности технологического процесса . . . . .	0,99
коэффициент технического использования . . . . .	0,9
коэффициент готовности . . . . .	0,95
уровень унификации, % . . . . .	не менее 40
обслуживающий персонал, чел.:	
- во время полива . . . . .	1
- при соединении и разъединении труб и смене позиций . . . . .	2
Расчетные цены, руб:	
- лимитная . . . . .	1244
- проектная оптовая . . . . .	1555

### ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЖЕСТКИХ АЛЮМИНИЕВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

При расчете поливных алюминиевых трубопроводов могут встретиться два случая: работа в напорном режиме и движение воды по трубам с раздачей по пути - в безнапорном режиме. В первом случае трубопроводы укладываются по безуклонным трассам или работают под большим напором воды; во втором - трубопровод укладывается по трассе, имеющей уклон выше критического.

#### 1. Расчет жестких поливных трубопроводов, работающих в напорном режиме

Основной расчетной формулой является зависимость, полученная Г.А.Петровым:

$$h_w = \frac{1}{K^2} \left[ (Q_T + Q_n)^2 \cdot x - (Q_T + Q_n) \frac{Q_n}{\ell} x^2 + \frac{Q_n^2 x^3}{3\ell^2} \right] - \frac{Q_n \cdot Q_n^2}{2g\omega^2} \left[ 2\left(\frac{Q_T}{Q_n} + 1\right) - \frac{x}{\ell} \right] \cdot \frac{x}{\ell}, \quad (2.1)$$

где  $K$  - расходная характеристика,

$x$  - длина трубопровода, на которой происходит потеря напора ;

$\ell$  - общая длина трубопровода;

$Q_n$  - расход, раздаваемый по пути ( $x$ );

$Q_T$  - транзитный расход.

Для расчета потерь напора по всей длине трубопровода при условии, что расход распределяется равномерно, формула 2.1 принимает вид

$$h_w = \frac{Q^2}{2g\omega^2} + \frac{Q^2 \ell}{3K^2}. \quad (2.2)$$

Часто в расчетах пренебрегают членом  $\frac{Q^2}{2g\omega^2}$ , так как эта величина мала по сравнению со вторым членом уравнения. Тогда формулы 2.1 и 2.2 примут следующий вид:

$$h_w = \frac{Q_T^2 + Q_T \cdot Q_n + \frac{Q_n^2}{3}}{K^2} \cdot \ell, \quad (2.3)$$

$$h_w = \frac{Q_n^2 \cdot \ell}{3K^2}. \quad (2.4)$$

Трубопровод, как правило, оборудуется водовыпусками, позволяющими регулировать вытекающие из них струи. Если известна величина расхода (максимального) в борозду  $q\delta$  то можно определить необходимый напор воды в конечном сечении трубопровода по формуле

$$h = \left( \frac{q\delta}{M \omega \sqrt{2g}} \right)^2, \quad (2.5)$$

где  $M$  - коэффициент расхода регулируемого водовыпуска при полном его открытии;

$\omega$  - площадь поперечного сечения вытекающей из водовыпуска струи.

Допустимая величина потерь по длине поливного трубопровода составит

$$h_w = h_n - h.$$

Здесь  $h_n$  - напор в начальной части трубопровода, который лимитируется горизонтом воды в канале или напором в закрытой сети.

Имея в виду, что общий расход трубопровода равен  $q\ell$  и используя зависимость (2.4), можно записать:

$$\ell_{mp} = \left( \frac{3K^2 \cdot h_w}{q^2} \right)^{1/3}, \quad (2.6)$$

где  $q = \frac{q\delta}{a}$ ;  $a$  - ширина междурядий.

Диаметр трубопровода должен быть подобран с таким расчетом, чтобы в период проведения полива не заилась его внутренняя полость. Можно допустить частичное заили-

вание лишь концевой части поливного трубопровода, на длине, равной одному или двум звеньям, из которых составляется трубопровод. Исходя из условия незаиляемости, диаметр поливного трубопровода определяется по соотношению

$$d = \sqrt{\frac{4 \ell_i q}{\pi \cdot V_{доп}}}, \quad (2.7)$$

где  $\ell_i$  - длина двух звеньев, составляющих поливную плеть;  
 $V_{доп}$  - допустимая скорость движения потока, при которой не происходит осаждения наносов.

## 2. Расчет жестких поливных и транспортирующих трубопроводов, работающих в безнапорном режиме

Трубопровод будет работать в безнапорном режиме с максимальной пропускной способностью, если уклон по трассе его укладки будет превышать критическую величину. Значение критического уклона определяется по зависимости

$$i_{кр} = \frac{q}{C^2} \cdot \frac{X_K}{B_K}. \quad (2.8)$$

В трубах максимальная пропускная способность достигается при их выполнении  $0,925 D$ . При этом выдерживаются определенные соотношения между гидравлическими элементами:

$$K = 0,587z; \omega = 3,038 z^2; B = 1,054 z; \\ X = 5,175z; \frac{X}{B} = 4,91. \quad (2.9)$$

Исходя из приведенных соотношений, критический уклон для трубопроводов определяется формулой

$$i_{кр} = \frac{48,118}{C^2}, \quad (2.10)$$

где  $C = \frac{1}{K} (0,587z)^{1/6}. \quad (2.11)$

При уклонах, равных  $i_{кр}$  или  $i > i_{кр}$  расход, пропускаемый трубопроводом, определяется по формуле

$$Q = \omega \cdot c \cdot \sqrt{Ri}, \quad (2.12)$$

где  $\omega, c, R$  определяются соотношениями (2.9). Если трубопровод используется как транзитный водовод, его расход определяется формулой (2.12). Для определения длины поливного водовода используется зависимость

$$\ell_{тр} = \frac{Q}{q\delta} \cdot a, \quad (2.13)$$

где  $q\delta$  - расход в борозду;  
 $a$  - ширина междурядий.

## 3. Подбор гидравлических элементов алюминиевых трубопроводов

На основании полевых и лабораторных исследований, выполненных САНИИРИ, установлено следующее:

- коэффициент сопротивления трению по длине алюминиевых труб  $\lambda = 0,018$ ;

- коэффициент шероховатости гладкой поверхности труб  $n = 0,0086$ ;

- коэффициент шероховатости труб с установленными регулирующими водовыпусками  $n = 0,012$ ;

- коэффициент расхода водовыпусков меняется от  $\mu = 0,208$  при  $\omega = 4,5 \text{ см}^2$  до  $\mu = 0,606$  при  $\omega = 0,5 \text{ см}^2$ . Здесь имеется в виду напорный режим работы трубопровода. В безнапорном режиме те же водовыпуски работают в таких условиях, при которых трудно применять расчетные методы. опыты показали, что в этом случае регулировка расходов легко выполняется в пределах  $0 \dots 0,15 \text{ л/с}$  на всем протяжении поливной части трубопровода.

### А. Работа трубопровода в напорном режиме

При малых уклонах расход в борозду  $q\delta = 0,3 \text{ л/с}$ , ширина междурядий  $0,6 \text{ м}$ . Необходимый напор в концевой

части трубопровода при максимальном открытии водовыпуска составит

$$h = \left( \frac{q}{\mu \cdot \omega \sqrt{2g}} \right)^2 = \left( \frac{0,0003}{0,208 \cdot 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot 4,427} \right)^2 = 0,524.$$

В начальной части трубопровода напор лимитируется положением горизонта в лотке и составляет 0,8 м. Допустимая величина потерь составляет

$$0,8 - 0,524 = 0,276.$$

Исходя из условия незаияемости, диаметр поливного трубопровода при  $V_{\text{пол}} = 0,35$  м/с,  $l = 12$  м и

$$q = \frac{0,0003}{0,6} = 0,0005 \text{ м}^3/\text{с} \text{ на м составляет}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 12 \cdot 0,0005}{\pi \cdot 0,35}} = 0,147 \text{ м.}$$

Принимаем  $d = 0,146$  м, что соответствует стандарту (наружный диаметр труб  $d = 150$  мм). Вычисляем гидравлические элементы трубопровода:

$$d = 0,146 \text{ м}; \quad \omega = 0,0167 \text{ м}^2;$$

$$\omega^2 = 0,00028 \text{ м}^4; \quad R = 0,0365 \text{ м};$$

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} = \frac{0,0365^{1/6}}{0,012} = 48;$$

$$K^2 = \omega^2 \cdot C^2 \cdot R = 0,0235.$$

Длина поливной части трубопровода

$$l_{\text{пр}} = \left( \frac{3K^2 l_{\text{н}}}{q^2} \right)^{1/3} = \left( \frac{3 \cdot 0,0235 \cdot 0,276}{0,0005^2} \right)^{1/3} = 42,7 \text{ м.}$$

Поскольку длина одной секции трубопровода составляет либо 6, либо 12 м, принимаемая длина поливного трубопровода равна 42 м. При запитывании поливного трубопровода из середины его общая длина составит 84 м, а расход

$$Q = 84 \cdot 0,0005 = 0,042 \text{ м}^3/\text{с} = 42 \text{ л/с.}$$

Б. Работа алюминиевого трубопровода в безнапорном режиме

Определяем гидравлические характеристики трубопровода:

$$C = \frac{1}{n} (0,5874)^{1/6} = \frac{1}{0,0086} (0,587 \cdot 0,073)^{1/6} = 68,77.$$

В расчете принят коэффициент шероховатости  $n = 0,0086$  для гладких труб, так как проверяется максимальная пропускная способность трубопровода при работе в транзитном режиме. В этом случае трубопровод укладывается водовыпусками вверх или они закрыты.

Критический уклон

$$i_{\text{кр}} = \frac{48,118}{68,77^2} = 0,0102.$$

Пропускная способность трубопровода при работе в транзитном режиме

$$Q = \omega \cdot C \sqrt{R i}$$

$$(\omega = 3,038 \text{ л}^2; \quad R = 0,587 \text{ л}; \quad \omega^2 = 0,0162 \text{ м}^2;$$

$$R = 0,0429 \text{ м}; \quad Q = 0,0162 \cdot 68,77 \sqrt{0,0429 \cdot 0,0102}$$

$$= 0,0233 \text{ м}^3/\text{с}).$$

Полновная часть трубопровода имеет коэффициент шероховатости  $n = 0,012$ ,

$$C = \frac{1}{0,012} (0,587 \cdot 0,073)^{1/6} = 49,3.$$

Критический уклон при раздаче воды в борозды

$$i_{\text{кр}} = \frac{48,118}{49,3^2} = 0,0198;$$

пропускная способность

$$Q = 0,0162 \cdot 49,3 \sqrt{0,0429 \cdot 0,0198} = 0,0233 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Длина поливного трубопровода при расходе в борозду 0,07 л/с и ширине междурядий 0,6 м

$$l = \frac{23,3 \cdot 0,6}{0,07} = 200 \text{ м.}$$

На рис. I и 2 (прилож. II) показана пропускная способность трубопроводов ТАП-150 и ПАР-100 в зависимости от уклона

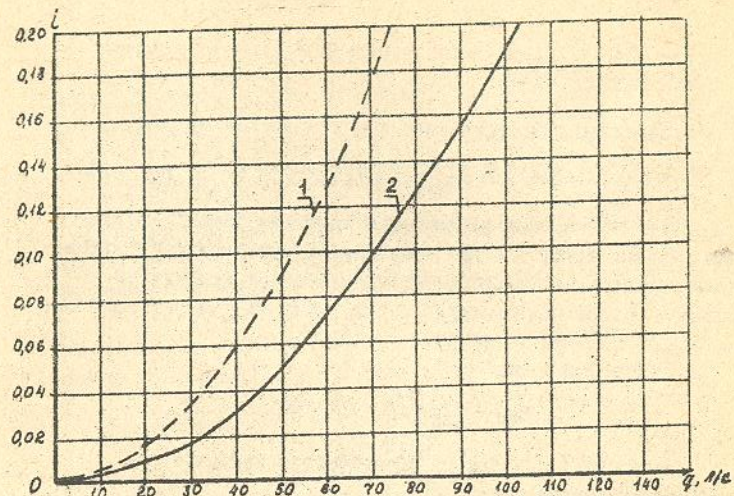


Рис. П.1 Пропускная способность трубопроводов ТАП-150:  
1 - поливной режим; 2 - транзитный режим.

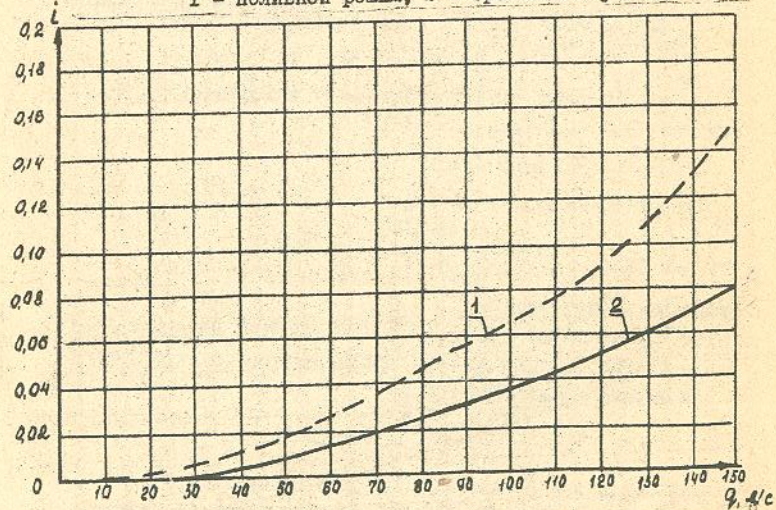


Рис. П.2. Пропускная способность трубопроводов ПАР-100.  
Условные обозначения те же, что и в рис. П.1

трассы их укладки. Трубопроводы ПАР-100 рекомендуется использовать в безнапорном режиме их работы. В напорном режиме трубопроводы ПАР-100, имеющие диаметр 200 мм, подвержены заиливанию, что является серьезным препятствием для транспортировки их с позиции на позицию.

## Приложение III

РАСЧЕТЫ И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА  
ПО БОРОЗДАМ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗОНЫ ПАРКЕНТОКОГО КАНАЛА

Оптимальное сочетание элементов техники полива. Применение расчетных методов объясняется в данном случае не столько отсутствием экспериментального материала, сколько необходимостью выявить основные закономерности в сочетании элементов техники полива в предгорной зоне. Для расчетов использованы методики, разработанные в САНИИГи и Средазгипроводхлеспе, прошедшие многократную проверку на фактическом материале и нашедшие применение при составлении проектов.

Основной почвенной характеристикой для расчетов служит зависимость скорости впитывания воды почвой от времени. Для описания динамики процесса впитывания принята формула А.Н. Костякова:

$$V_z = K_1 \cdot t^{-\alpha} \quad (3.1)$$

где  $t$  - время;

$K_1$  - коэффициент, имеющий размерность скорости м/ч;

$\alpha$  - безразмерный коэффициент.

Параметры формулы (3.1)  $K_1$  и  $\alpha$  определяются из экспериментальных данных. На основании проведенных ранее опытов и работ, выполненных в 1981 г., установлено, что  $\alpha = 0,275$ ;  $K_1 = 0,025$  м/ч в среднем характеризуют условия Паркентской зоны. Время пробега воды по сухой борозде до ее конца определяется по формуле А.Н.Костякова:

$$t_K = \left( \frac{\ell_0 \cdot \lambda \cdot K_0}{g_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3.2)$$

где  $\ell_0$  - длина борозды, м;

$\lambda$  - смоченный периметр или расчетная ширина инфильтрационного фронта, м;

$g_0$  - расход в борозду, м<sup>3</sup>/ч,

$$K_0 = \frac{K_1}{1-\alpha} \quad (3.3)$$

Смоченный периметр борозды или ширина фронта инфильтрации определяется по формулам гидравлики открытых русл. Этот прием правомерен в случаях, когда расходы воды в борозде превышают 0,3 л/с, а уклоны поверхности земли меньше 0,01. При больших уклонах шероховатость борозды, имеющая большие значения (порядка 0,05), оказывает решающее влияние на формирование размеров потока.

В этих условиях ширина и глубина воды в бороздах оказываются практически одинаковыми при любых (кроме размывающих) расходах в борозду. Размеры потока в борозде очень незначительны - достигают нескольких сантиметров в ширину и миллиметров в глубину. Однако ширина фронта инфильтрации значительно больше свободной поверхности за счет бокового растекания фильтрующего потока, особенно в разрыхленном грунте. Как показывают опыты, ширина инфильтрации в бороздах с уклонами более 0,01 составляет 9...12 см.

За счет того, что в начале борозды увлажнение длится больше, чем в конце, отмечается неравномерность распределения поливной нормы по длине борозды, которая характеризуется коэффициентом  $K$ :

$$K = \frac{M_{нач}}{M_{конеч}} = \left( \frac{T}{T-t_K} \right)^{(1-\alpha)} \quad (3.4)$$

где  $M_{нач}$  - поливная норма, впитавшаяся в начале борозды;

$M_{конеч}$  - то же, в конце борозды;

$T$  - общее время проведения полива, ч.

За время проведения полива подается общее количество воды равное  $g_0 \cdot T$ ; часть этой воды впитывается, а также обраскивается за пределы борозды. Объем впитавшейся воды за период  $T$  определяется формулой

$$W = K_0 \cdot \lambda \cdot \ell_0 \left[ T - \frac{1}{1-\alpha} \left( \frac{\ell_0 \cdot \lambda \cdot K_0}{g_0} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \right]^{(1-\alpha)} \quad (3.5)$$

Объем сброса устанавливается зависимостью

$$M_{сбр} = \frac{10000 (g_0 T - W)}{a \cdot \ell_0} \quad (3.6)$$



где  $a$  - ширина междурядий, м.

На рис.Ш.1 показана зависимость впитываемого объема воды от времени полива  $T$  для крайних случаев:  $l_s = 150$  м,  $q_s = 0,05$  л/с и  $l_s = 50$  м,  $q_s = 0,03$  л/с; вычисления велось по формуле Ш.5 при  $\chi = 0,1$  м.

Расчеты показали, что остальные рассматриваемые варианты ( $l_s = 50, 100, 150$ , и  $q_s = 0,1...0,03$  л/с) дают кривые  $m = f(t)$ , располагающиеся между приведенными на рис.1. На основании графика можно принять стандартное время полива вне зависимости от длины борозды равное 48 ч. За это время впитывается в почву 820...980 м<sup>3</sup>/га.

На рис.2 показаны также зависимости величины сброса ( $m_{ср}$ ) и равномерности увлажнения по длине борозды ( $K$ ) от величины расходов в борозду ( $q$ ) и продолжительности полива ( $T$ ), которые получены по зависимостям Ш.4, Ш.5, Ш.6.

Исходя из сказанного, можно сделать ряд общих выводов, подтвержденных как в количественном, так и в качественном выражении экспериментами.

В результате расчетов установлено следующее:

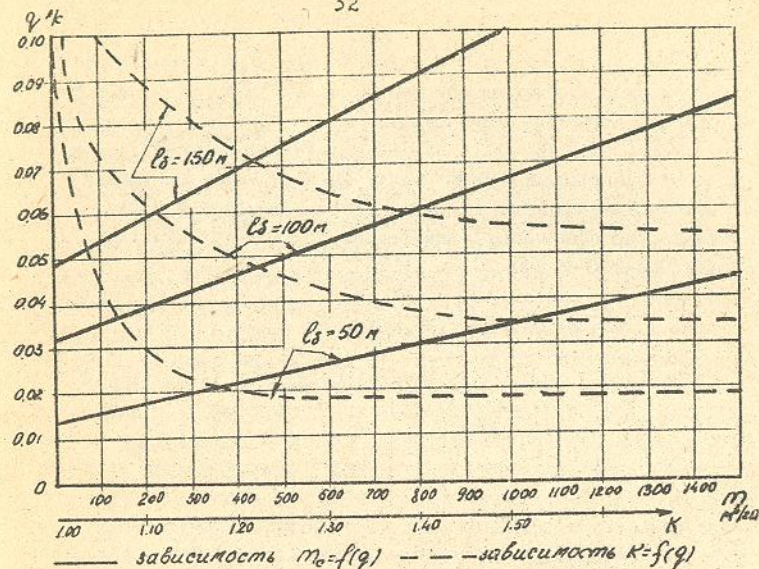
1. Величина поливной нормы лимитируется условиями впитывания воды почвой и определяется временем полива вне зависимости от длины борозды и расхода подаваемой в нее воды. В рассматриваемых условиях для подачи на поле 900...1000 м<sup>3</sup>/га воды полив должен продолжаться не менее 2 сут.

2. С увеличением расходов в борозду резко возрастает объем сбросов. Добиться уменьшения сбросов можно, снижая расходы в борозду. Однако, исходя из допустимой неравномерности увлажнения ( $K = 1,25$ ), оптимальными следует считать следующие расходы:

$l_s = 150$  м  $q_s = 0,068$  л/с ( $m_{ср} = 370$  м<sup>3</sup>/га);  
 $l_s = 100$  м  $q_s = 0,05$  л/с ( $m_{ср} = 420$  м<sup>3</sup>/га);  $l_s = 50$  м  
 $q_s = 0,018$  л/с ( $m_{ср} = 300$  м<sup>3</sup>/га).

Из приведенных цифр можно заметить, что объем сброса в рассматриваемом случае меньше как при коротких, так и при удлиненных бороздах. Максимальный объем сброса соответствует длине борозды 100 м.

3. Так как при удлиненных бороздах потери оросительной



Исходные данные для расчетов:  $K_1 = 0,025$  м/ч,  
 $L = 0,275$ ,  $i = 0,01...0,04$ ,  $\alpha = 0,6$  м.

Рис.Ш.1. Зависимости величины сброса  $m_{ср}$  и равномерности увлажнения по длине борозды  $K$  от величины расхода в борозду  $q$  при продолжительности полива  $T = 48$  ч.

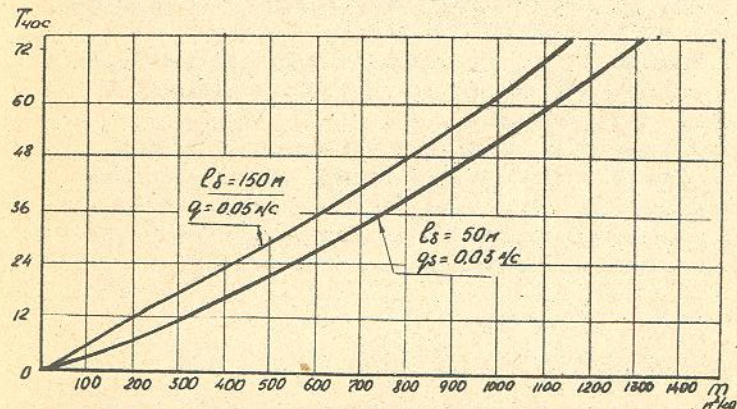


Рис.3.2. Зависимость объема впитываемой в борозду воды  $m$  от времени полива  $T$ .

воды на сброс уменьшаются, применять их следует в случаях, когда уклон поверхности позволяет, по условиям устойчивости к эрозии, применять расходы  $q_s = 0,07$  л/с.

4. Неравномерность увлажнения, величина сбросов, а также время проведения поливов могут быть значительно уменьшены при увеличении значения  $X$ . Этого практически можно добиться, применив предложение ТаджСХИ (Н.К.Нурматов) по меандрированию борозд.

#### Противоэрозионные мероприятия

В последнее время вопросам эрозии почв и, в частности, ирригационной, посвящено большое количество работ. Появились и новые взгляды на так называемый допустимый смыл почв. Например Б.Ф.Камбаров (ТИИИМСХ) допускал смыл в пределах 7,1 ... 25 т/га в год. При этом принималась во внимание мощность почвенного слоя. В последнее время используются рекомендации, основанные на изучении скорости почвообразовательных процессов.

По многочисленным данным, ежегодный прирост почвы при сероземном почвообразовательном процессе составляет 3,5...5,0 т/га. Считается, что допустимый предел эрозии должен быть меньше скорости почвообразования минимум в 2 раза, т.е. не превышать 2,5 т/га. К подобным выводам пришел и В.А.Сурин, который считает, что почвенный слой не должен смываться более, чем на 0,8...1,0 мм.

Основным способом предотвращения ирригационной эрозии в рассматриваемых условиях является строгая дозировка поливных струй в борозду.

Величина их не должна превышать допустимые пределы. Исходя из многочисленных исследований, выполненных в последнее время (В.А.Сурин, Ц.Е.Мирхулава, М.С.Кузнецов и др.), допустимые расходы в борозду, гарантирующие отсутствие смыва почвы, составляют следующие величины (табл.Ш.1).

Таблица Ш.1

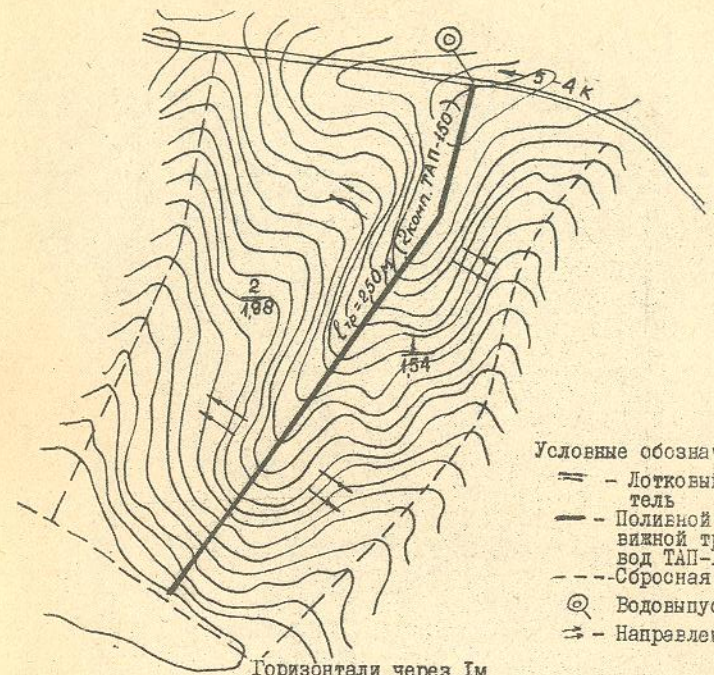
$l$	0,01	0,02	0,03	0,06	0,1	0,2	0,3
$q$ , л/с	0,15	0,1	0,07	0,04	0,025	0,015	0,012
$l$ , м	200	200	150	100	60	50	40

Длины борозд в табл.3.1 назначены нами в соответствии с выполненными расчетами и обобщением результатов исследований по Паркентскому массиву.

В заключение следует отметить, что большинство исследователей, ведущих работы в предгорных условиях, основной причиной эрозии почв склонов при орошении считают резкие колебания поступающих в борозды струй, появление на полях значительных сбросных расходов. В этих условиях необходимо оснащение оросительной сети надежными, способными работать в автоматическом режиме, водораспределительными устройствами.

приложение IV

**ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛИВОВ И ПРОДОЛЬНЫЙ  
ПРОФИЛЬ БЕЗНАПОРНОГО УЧАСТКОВОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ**



- Условные обозначения:
- — — — — Лотковый ороситель
  - — — — — Поливной передвижной трубопровод ТАП-150
  - --- Сбросная сеть
  - ⊙ Водовыпуск
  - ⇒ — Направление полива

Горизонталь через М  
М: 2000

Поливной участок обслуживается двумя комплектами ТАП-150 (длина фронта полива 250 м) и после окончания полива (через 4 сут.) перемещается на соседний участок

Таблица элементов техники полива

Номер получ- ка	Подвеш: площадь, га	Ср. длина борозд, м	Ср. уклон вдоль борозд	Секундный расход в бо- розду, л/с	Общее время полива, ч
1	1,54	55	0,203	0,03	48
2	1,98	80	0,208	0,03	48

Итого: 3,52 га

Рис. IV. I. Схема разбивки оросительной сети.

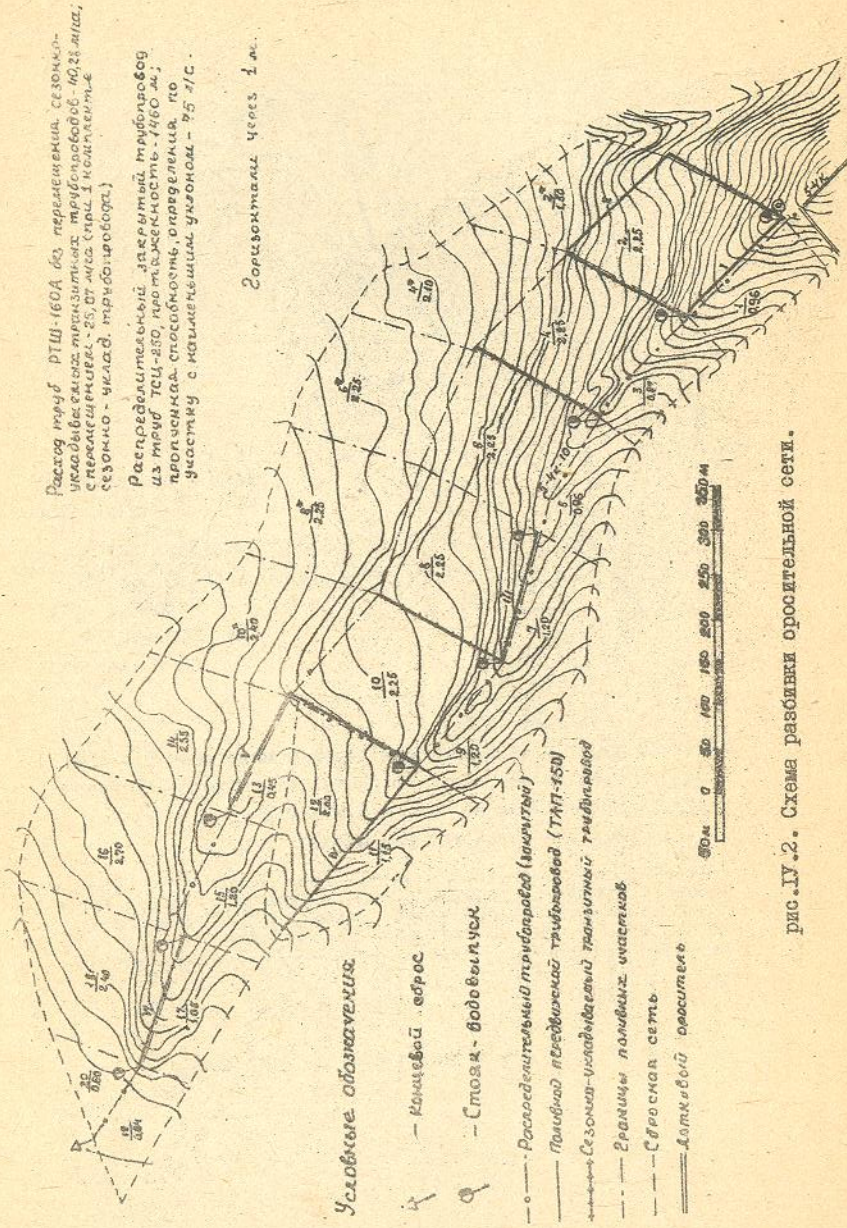


рис. IV.2. Схема развязки оросительной сети.

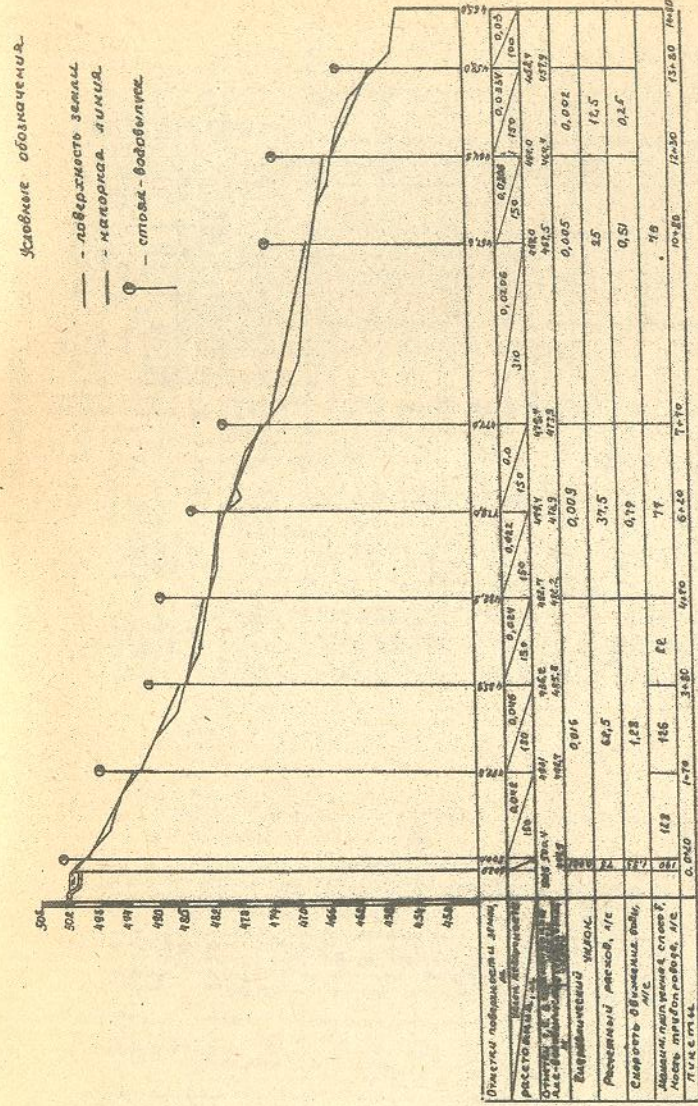


рис. IV.3. Продольный профиль участка закрытого оросителя, выполненного из труб ТЩ-250

Таблица элементов термички полива  $m = 1000 \text{ м}^2$ ;  $\alpha = 0,6 \text{ м}$

№ участка-конт- № кв	Код участ- № кв	№ п. лав	Средняя длина борозд (м)	Средняя ширина борозд (м)	Средняя площадь борозд (кв. м)	Расход в борозд (л/с)	Время полива (час)
1	1	0,96	64	0,078	0,078	0,03	
2	2	2,25	150	0,080	0,150	0,05	
3	3	0,87	58	0,070	0,070	0,03	
4	4	2,25	150	0,080	0,150	0,05	
5	5	0,98	70	0,070	0,070	0,03	
6	6	2,25	150	0,075	0,075	0,05	
7	7	1,20	80	0,065	0,065	0,03	
8	8	2,25	150	0,080	0,150	0,05	
9	9	1,20	80	0,075	0,075	0,03	
10	10	2,25	150	0,090	0,150	0,05	
10*	10*	2,40	160	0,094	0,160	0,05	
11	11	1,45	60	0,070	0,070	0,03	
12	12	2,00	90	0,078	0,090	0,03	
13	13	0,45	30	0,037	0,037	0,03	
14	14	2,55	170	0,030	0,030	0,05	
15	15	1,20	80	0,080	0,080	0,03	
16	16	2,70	180	0,037	0,037	0,05	
17	17	1,05	70	0,080	0,080	0,03	
18	18	2,40	160	0,037	0,037	0,05	
19	19	0,84	60	0,0015	0,0015	0,03	
20	20	0,60	60	0,0015	0,0015	0,03	

Итого 412,80

Календарный график работ полевых трубопроводов ТАП-150

№ п. лав	№ участка-конт- № кв	С У М К Ч												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
I	1													
II	2													
III	3													
IV	4													
V	5													
VI	6													
	7													
	8													
	9													
	10													
	11													
	12													
	13													
	14													
	15													
	16													
	17													
	18													
	19													
	20													

Таблица потребного количества труб комплект ТАП-150

Наименование	Количество комплект (шт)	Длина (м)	Общая длина (м)	Число труб (шт)	Масса (кг)
Рабочие трубопроводы ТАП-150	6	950	5700	176	2850
Сезонно-используемые транзитные трубопроводы	5	750	3750	140	2270
Итого			9450	316	5120

Рис. IV.4. Расчетные таблицы к схеме развозки оросительной сети.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ . . . . .	4
2. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛИВОВ И КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ СЕТИ . . . . .	6
1. Распределение воды в борозды . . . . .	6
2. Элементы техники полива, компоновка сети и назначение расчетных расходов участковых распределителей . . . . .	8
3. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ УЧАСТКОВОЙ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ . . . . .	13
Приложение 1. РЕШЕНИЕ О ПОСТАНОВКЕ НА ПРОИЗВОДСТВО ТРУБОПРОВОДА-АЛЮМИНИЕВОВОГО ПОЛИВНОГО МАРКИ ТАП-150 . . . . .	18
Приложение 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЖЕСТКИХ АЛЮМИНИЕВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ . . . . .	21
Приложение 3. РАСЧЕТЫ И ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗОНЫ ПАРКЕНТСКОГО КАНАЛА . . . . .	29
Приложение 4. ПРИМЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛИВОВ И ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ БЕЗНАПОРНОГО УЧАСТКОВОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ . . . . .	35

Редактор

Д. Х. Володина

---

Заказ 424

Объем 1,5 уч. изд. л.

Тираж 300 экз.

Цена 10 коп.

---

Отпечатано на ротапринте.

Ташкент, ИСП, улица Якуба Коласа, 24, САНИИРИ