



БИБЛИОТЕЧКА **М**ЕЛИОРАТОРА

**МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ
САМОТЕЧНЫХ СПОСОБОВ
ПОЛИВА**



В. А. СУРИН

МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ПОВЕРХНОСТНЫХ
САМОТЕЧНЫХ
СПОСОБОВ ПОЛИВА

РОССЕЛЬХОЗИЗДАТ
МОСКВА — 1970

Для оказания помощи в работе специалистам колхозов, совхозов, машинно-мелиоративных станций, районных, областных, краевых и республиканских сельскохозяйственных и водохозяйственных органов Россельхозиздат выпускает «Библиотечку мелиоратора».

Авторами Библиотечки являются специалисты колхозов, совхозов, областных управлений сельского хозяйства, а также работники научно-исследовательских институтов гидромелиорации.

Активное участие в создании Библиотечки приняли специалисты Главного управления орошаемого земледелия и мелиорации МСХ РСФСР.

Научное редактирование проводили С. П. Нохрин и В. М. Козин.

Библиотечка состоит из десяти названий. Четыре из них посвящены вопросам осушения и шесть — вопросам орошения:

Павлов В. Н. Первичное окультуривание осушенных земель.

Козин В. М. Агротехнические мелиорации и их роль в эффективном использовании осушаемых земель.

Севриков А. А. Крепление проводящей осушительной сети.

Климович В. М. Оплата мелиоративных работ за готовый осушенный гектар.

Винникова Н. В., Полонский А. М. и др. Типы оросительных систем и эксплуатация поливной техники.

Чуприн И. А., Чередниченко Н. Ф. Борьба с потерями оросительной воды на системах.

Удовенко Г. П. Орошение земель с использованием местных водных источников.

Сурин В. А. Механизация и автоматизация поверхностных самотечных способов полива.

Марченко В. Н. Возделывание многолетних трав на орошаемых землях.

Евтушенко Н. Н., Бесланеев В. Д., Адиньяев Э. Д. Организация и оплата труда на поливе.

ВВЕДЕНИЕ

На Третьем Всесоюзном съезде колхозников, состоявшемся в ноябре 1969 г., подчеркивалась огромная роль мелиорации в дальнейшем увеличении продуктов сельского хозяйства.

В мелиорацию за последние три года вложено государством и колхозами более 8 млрд. руб. Проведены большие работы по орошению и осушению значительных площадей. Создается крупная производственная база для водохозяйственного строительства.

Полив — это наиболее трудоемкий и маломеханизированный процесс в орошаемом земледелии. Поэтому с ростом орошаемых площадей со всей остротой встает вопрос механизации и автоматизации поливов.

Механизировать и автоматизировать полив сельскохозяйственных культур можно путем дождевания, подпочвенного орошения и усовершенствования поверхностных самотечных поливов.

В 1968 г. дождеванием было полито 1,2 млн. га, или 12,1% всей политой площади. Распределение воды в борозды при помощи трубок, сифонов и гибких шлангов производилось на площади 206,4 тыс. га, или на 2% орошаемой площади. Способы подпочвенного полива пока не получили производственного распространения и находятся в стадии экспериментального изучения.

Таким образом, в настоящее время поливы механизированы примерно на 14% орошаемой площади, а на остальных 86% проводятся поверхностные самотечные поливы вручную.

Поверхностные самотечные способы полива при существующем их применении имеют большие недостатки. Основные из них — низкая производительность и тяжелые условия труда поливальщиков. Кроме того, открытая сеть временных оросителей препятствует механизированной обработке посе-

вов. Под ней теряется 5—10% посевной площади. На фильтрацию и испарение из открытых оросителей расходуется 10—15% поливной воды.

В то же время в поверхностных самотечных способах полива заложены большие возможности механизации и автоматизации процесса полива, улучшения его качества, экономии оросительной воды, снижения себестоимости полива и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Академик А. Н. Аскооченский следующим образом определяет место поверхностных самотечных поливов в общем плане орошаемого земледелия: «Если есть возможность правильно спланировать поливные участки и удлинить поливные борозды или полосы, что обеспечивает повышение производительности труда на поливе и равномерность увлажнения поливных участков, то преимущества остаются за усовершенствованными методами поверхностного (самотечного) полива».

Таким образом, совершенствование существующей техники поверхностного полива в увязке с технологией возделывания сельскохозяйственных культур в настоящее время крайне необходимо.

СУЩЕСТВУЮЩАЯ ТЕХНИКА ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ЕЕ НЕДОСТАТКИ

Существуют следующие способы полива сельскохозяйственных культур:

- 1) поверхностные самотечные поливы по бороздам, полосам и затоплением;
- 2) полив искусственным дождеванием;
- 3) подпочвенный полив.

При поверхностных самотечных поливах оросительная вода распределяется по поверхности почвы самотеком и поступает в почву путем поглощения сверху.

Поверхностные самотечные поливы подразделяются на следующие виды: полив по бороздам, полив напуском по полосам, полив затоплением.

Полив по бороздам характеризуется в основном тем, что вода распределяется между рядами культуры по бороздам и поступает в почву преимущественно в боковом направлении, т. е. капиллярными токами.

При поливе напуском по полосам вода распределяется по поверхности полос сплошным тонким слоем и поступает в

орошаемую почву в вертикальном направлении, преимущественно гравитационными токами. Поступление воды в почву происходит во время продвижения струи по полосе.

При поливе затоплением вода распределяется по поверхности чеков сплошным слоем и поступает в орошаемую почву в вертикальном направлении гравитационными токами. Поглощение воды почвой происходит в основном после прекращения подачи воды на поле.

Наиболее прогрессивным видом поверхностных способов полива являются поливы по бороздам: они позволяют сохранить комковатую структуру почвы и проводить рыхление почвы после полива.

Кроме того, при бороздковых поливах аэрация почвы не снижается, а явления денитрификации (разрушение нитратов и уменьшение общего количества азота) или вообще отсутствуют или значительно ослабляются.

В настоящей работе рассматриваются только поливы по бороздам.

В процессе увлажнения поливных борозд вода движется вдоль борозды, поглощаясь почвой.

Скорость поглощения воды не является постоянной величиной, а постепенно уменьшается, приближаясь к некоторой постоянной величине, соответствующей коэффициенту фильтрации данного грунта.

За время полива скорость поглощения воды почвой резко снижается, а поэтому необходимо снижение и поливных струй, подаваемых в каждую борозду. В противном случае значительная часть подаваемой воды будет сбрасываться за пределы поливаемого участка.

В дальнейшем от полива к поливу скорость поглощения воды почвой продолжает снижаться, особенно после прекращения междурядных обработок.

Учитывая, что при первых поливах скорость поглощения воды почвой наибольшая, а потребность растений в воде наименьшая, часто первый и второй поливы проводят через борозду. В некоторых случаях, особенно на почвах с большими уклонами, все вегетационные поливы проводят через борозду.

Староорошаемые и обрабатываемые почвы имеют меньшую (в 20—25 раз) водопроницаемость по сравнению с целинными почвами. Для ее увеличения такие почвы рекомендуется засевать многолетними травами.

Путем механических воздействий на почву можно регулировать скорость поглощения воды. Так, разрыхление борозд,

а также углубление пахотного слоя значительно увеличивают скорость поглощения воды почвой. /

Уплотнение грунта колесами пропашного трактора в процессе обработки почвы, наоборот, в 2—4 раза уменьшает скорость поглощения воды, так как в результате уплотнения пористость уменьшается, а капиллярные поры увеличиваются.

Даже такое мероприятие, как выравнивание рыхлых борозд, значительно снижает скорость впитывания воды.

Однако добиться постоянной скорости поглощения воды почвой при помощи только лишь механических и биологических воздействий на нее нельзя. Поэтому к технике полива должно быть предъявлено требование возможности регулирования поливными струями во времени.

В отечественной и зарубежной практике размеры поливных струй изменяют в процессе полива, как правило, не более чем в два раза.

Продолжительность полива возрастает с увеличением поливной нормы, длины борозды и расстояния между бороздами и с уменьшением поливной струи. Следовательно, на больших уклонах, где во избежание размыва дается маленькая поливная струя, продолжительность полива увеличивается.

Основными недостатками поверхностных самотечных поливов в современном виде их применения являются низкая производительность труда (0,3—0,8 га/чел.-день) и сложность производства полива.

Эти недостатки являются следствием многих причин, например отсутствия автоматизации процесса распределения воды по бороздам. На эту операцию поливальщики затрачивают значительную часть своего труда. Во многих случаях головы борозд ничем не заправляются и вода в них поступает неравномерно, часто устремляясь в одну борозду, размывая ее и затопляя нижележащие участки, в то время как соседние борозды остаются сухими.

Отрицательным является и то, что не автоматизирован процесс подачи воды из проводящей сети в регулируемую.

Отсутствие надлежащей планировки поверхности поля вынуждает проводить поливы по коротким бороздам и затрачивать много времени на сопровождение поливной воды по длине борозды.

Междурядные обработки пропашных культур существующей системой машин нарушают однородность почвы в бороздах по водно-физическим свойствам, а также по шероховатости их ложа, так как по одним бороздам всегда проходят

только задние колеса трактора, по другим только передние, а третьи остаются неуплотненными в течение всего вегетационного периода.

При подаче одинакового количества воды в уплотненные и неуплотненные борозды в первых наблюдается большой поверхностный сброс (до 50% от подачи) и вынос удобрений, а в последних — фильтрация воды ниже корнеобитаемого слоя.

Кроме того, пестрота свойств почвы в различных бороздах значительно усложняет применение автоматизированного распределения и подачи воды в борозды.

В некоторых хозяйствах еще практикуются поливы мелкими участками, в 1—2 га, что совершенно не соответствует высокомеханизированным послеполивным обработкам, значительно снижая производительность машин на этих операциях. Затягиваются сроки поливов. Так, полив в пределах одного поливного участка площадью 15—30 га продолжается 10—15 суток. Почва в местах, политых раньше, сильно пересыхает, поперечная культивация на этих участках проводится с большим опозданием и не дает нужного эффекта. В некоторых случаях на таком «переспевшем» участке приходится проводить ручное мотыжение или повторный увлажнительный полив, что вызывает дополнительные затраты труда и поливной воды.

Вода подается сразу на несколько поливных участков, а это значительно увеличивает протяженность одновременно действующей оросительной сети и резко повышает потери воды на фильтрацию и испарение в каналах.

Такая организация поливов мешает бригаде, да и всему хозяйству ритмично работать на уходе за растениями.

Сейчас, когда широко внедряется машинная обработка полей, особенно важно дать технике полный простор. Полив же мелких, разрозненных участков не позволяет разумно, с полной нагрузкой использовать мощную технику. Производительность тракторов на междурядных обработках сельскохозяйственных культур составляет 8—10 и более гектаров за смену. Если же в течение дня трактор перегоняется на три-четыре полных мелких участка, то производительность его резко падает.

Густая временная оросительная сеть при коротких бороздах препятствует механизированным междурядным обработкам, а зачастую является непроходимой для сельскохозяйственных машин. Под такой сетью теряется до 10% посевной площади, которая засеивается, обрабатывается, но не дает урожая.

Кроме того, во временной оросительной сети много воды теряется на фильтрацию и испарение.

Например, по данным Г. Гусейнова, потери воды на фильтрацию из временных оросителей, при расходе воды 20—60 л/сек, за 48 часов непрерывной работы на маломощных почвах составляют 11,5—20,5% на 1 км длины оросителя, а на более мощных почвах — 7,5—17,5%, причем больший процент потерь наблюдается при меньшем расходе.

Существенным недостатком поверхностных самотечных поливов является также и то, что при этом способе полива не увлажняется приземный слой воздуха.

Применение поверхностных самотечных поливов в будущем требует их коренного улучшения.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ САМОТЕЧНЫХ ПОЛИВОВ

Прежде всего необходимо улучшить организацию проведения поливов и увязать поливы с общим технологическим процессом возделывания сельскохозяйственных культур на основе передовой технологии и высокого уровня механизации.

Наиболее передовой формой организации поливов являются сосредоточенные поливы.

Следует также механизировать или автоматизировать процесс распределения воды по длине поливных борозд при обязательном условии их равномерного увлажнения, подачи заданной поливной нормы, отсутствия поверхностного и глубинного сброса (в некоторых случаях минимальный сброс допускается) и отсутствия размыва почвы в бороздах.

Удлиненная качественно нарезанная поливная борозда на основе тщательной планировки и ежегодного выравнивания полей в сочетании с дополнительными мероприятиями по выравниванию увлажнения борозд (уплотнение, рыхление, переменный уклон по длине борозды и т. п.) позволяет автоматизировать процесс распределения воды по длине борозд. При этом важно правильно назначать длины борозд и поливные струи в зависимости от уклонов и почв.

Механизировать процесс распределения воды по длине борозд можно при помощи поливных машин. В этом случае планировка может быть менее тщательной.

Одним из путей улучшения поверхностных самотечных поливов является также механизация или автоматизация распределения и подачи воды в поливные борозды.

Это можно выполнить при помощи тщательно армированной выводной борозды, передвижного поливного трубопровода, шланга или лотка, стационарного поливного трубопровода или лотка и поливных машин.

И, наконец, необходимо автоматизировать распределение и подачу воды из крупных (хозяйственных или участковых) каналов, лотков или трубопроводов в регулирующую сеть.

Теперь рассмотрим каждый метод улучшения поверхностных самотечных поливов в отдельности.

Сосредоточенные поливы

Главным условием организации сосредоточенных поливов является то, чтобы участок одновременного полива соответствовал дневной производительности трактора, занятого на послеполивных обработках сельскохозяйственных культур. Эта производительность в настоящее время колеблется от 8 до 15 га в смену.

Сосредоточенные поливы дают возможность построить технологический процесс при комплексной механизации возделывания сельскохозяйственных культур, повысить производительность труда при поливах, улучшить использование воды, снизить затраты труда на обработку посевов.

Для внедрения сосредоточенных поливов необходимо в составе бригады иметь звено поливальщиков, способное обеспечить за смену распределение воды на площади 8—15 га. Работа поливальщиков состоит из трех операций: подготовки к поливу, непосредственного распределения воды на участке и наблюдения за поливом. Подготовительные процессы могут выполнять менее квалифицированные поливальщики. Для распределения воды на участке удобнее, чтобы 1—3 поливальщика находились на одном временном оросителе и за каждым из них было закреплено по 1,5—3 га площади.

После распределения воды по всей площади участка 2—4 поливальщика остаются наблюдать за ходом полива, а остальные члены звена переходят на следующий участок для подготовки его к поливу.

Г. В. Воропаев приводит следующие необходимые размеры звена поливальщиков в зависимости от площади, политой за сутки (или сменной производительности трактора на послеполивных обработках), и производительности труда поливальщиков (табл. 1).

Таблица 1

Сменная производи- тельность механизированных работ, га	Производительность труда поливальщиков, га/смену							
	0,4	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0
	численность звена, человек							
6	15	12	8	6	4	3	2	2
8	20	16	10	8	5	4	3	2
10	25	20	12	10	7	5	3	3
12	30	24	15	12	8	6	4	3
15	37	30	19	15	10	8	5	4

Внедрение новой, высокопроизводительной техники полива позволяет намного сократить размеры звена и способствует организации сосредоточенных поливов.

Политый участок по мере поспевания почвы (через 2—3 дня) обрабатывается в двух направлениях.

Эффективность сосредоточенных поливов (по данным НИС МГМИ) показана в таблице 2.

Таблица 2

Показатели	При старых формах организации	При новых формах организации
Площадь одновременно поливаемых участков, га	2—3	10—15
Продолжительность полива участков площадью 10—15 га, дней	8—15	2—4
Разрыв между поливом и перекрестной обработкой, дней	8—10	2—3
Затраты труда на прореживание и мотыжение, человеко-дней	20	8
Продолжительность проведения агрокомплекса, дней	15—20	10—12
Размер поливных норм, м ³ /га	1000—1800	700—1100
Размер поверхностного сброса, %	15—25	6—10
К. п. д. внутрихозяйственной сети массива площадью 100—200 га, %	65—70	75—80

Производительность труда на поливе повысилась на 15—20%.

За счет сосредоточенного качественного полива и своевременных послеполивных обработок урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается, а себестоимость снижается.

Удлиненная поливная борозда на основе тщательной планировки и ежегодного выравнивания полей

Полив по удлиненным бороздам на хорошо спланированных полях резко повышает производительность труда поливальщиков. Поэтому тщательная капитальная планировка и ежегодное выравнивание полей являются обязательным мероприятием при поверхностных самотечных поливах, особенно по удлиненным бороздам.

Для различного по сложности рельефа ВНИИГим предлагает проводить планировку полей для полива по бороздам со следующими объемами планировочных работ (табл. 3).

Таблица 3

Категория рельефа	Характеристика рельефа	Коэффициент извилистости горизонталей	Примерный объем планировочных работ, м ³ /га
А	Спокойный однородный	1,0 —1,25	Без планировки или малый ее объем (100—200)
Б	Спокойный с небольшими возмущениями	1,25—1,50	300—400
В	Сильно расчлененный	1,50—2	500—700
Г	Очень сильно пересеченный	Более 2	700—1000

На спокойном рельефе и микрорельефе, как правило, можно ограничиться ежегодным выравниванием поверхности длиннобазовыми планировщиками или диагонально-продольным грейдированием. В этом случае предварительного составления проекта планировочных работ не требуется.

В условиях среднего и сложного рельефа и микрорельефа необходимы выборочно-скреперные или капитальные планировочные работы, проводимые на картах по полосам с одним направлением перемещения грунта, с обязательным составлением проекта.

Совершенно обязателен инструментальный учет выполненных работ и приемка их не только по объему, но и по качеству. К проектной поверхности поливных участков под полив по бороздам предъявляются следующие основные требования:

а) поливной участок между постоянными оросителями должен планироваться целиком без дробления уступами на планировочные делянки или площадки;

б) уклон в направлении полива может назначаться от 0,0002—0,0005 до 0,02—0,03;

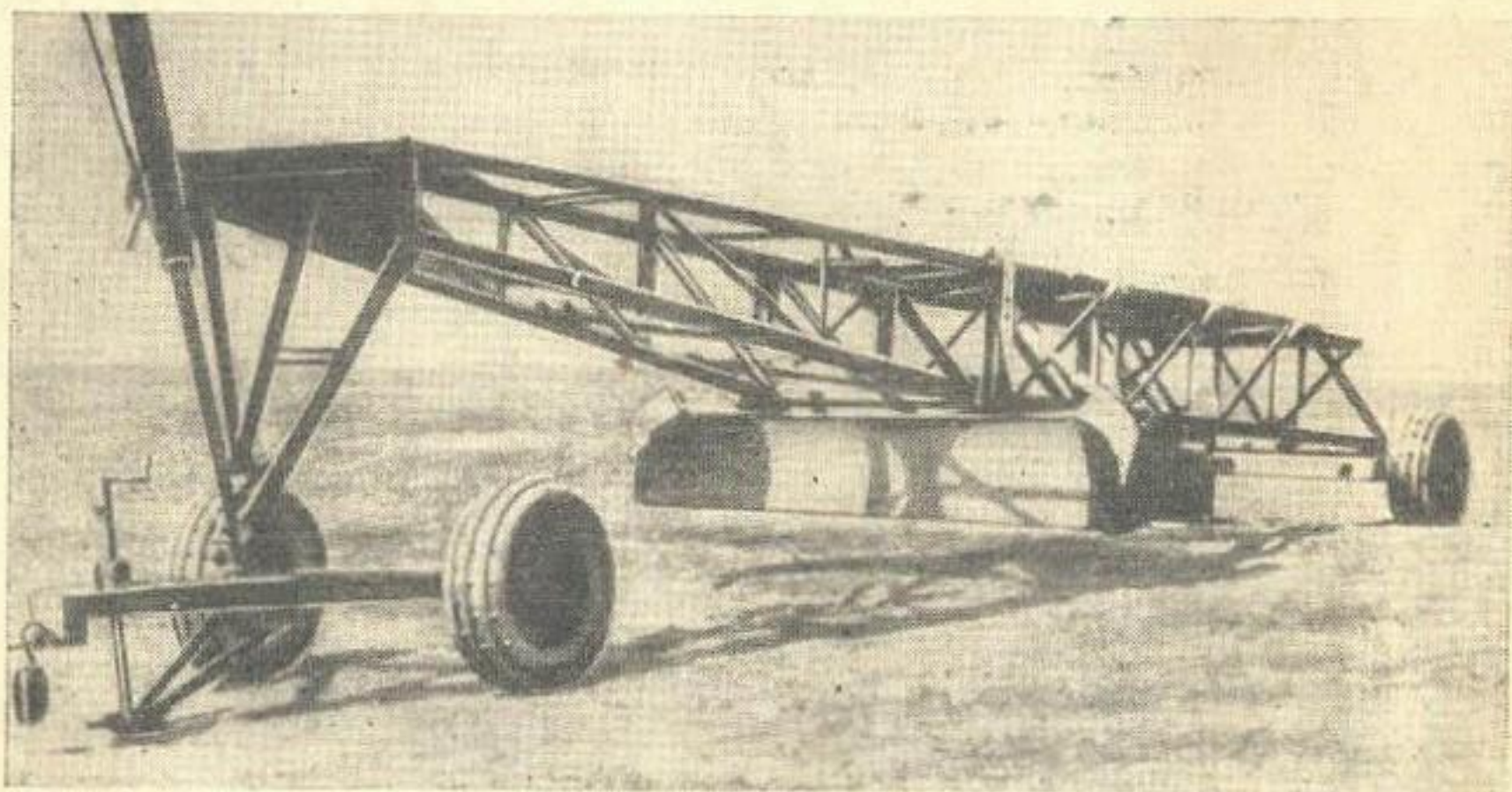
в) отклонение величины уклона отдельных участков борозды от средней величины уклона по всей борозде допускается не более чем в два раза;

г) встречные уклоны по длине борозды не допускаются;

д) уклоны поперек выбранного направления полива в пределах планируемой полосы должны быть однозначными и назначаться в зависимости от техники полива;

е) объем земляных работ должен быть наименьшим для данных условий и обязательно сбалансирован.

В условиях среднего и сложного рельефа и микрорельефа срезка грунта на повышенных местах и перемещение его в пониженные на расстояние до 40—60 м может производиться бульдозерами, а на расстояние свыше 40—60 м — скреперами. Для окончательного выравнивания поверхности поля наиболее эффективны длиннбазовые планировщики П-4 и П-2,8 (рис. 1).



Р и с. 1. Длиннбазовый планировщик П-4

Длинная база этих планировщиков (15 м) позволяет осуществлять планировку поверхности поля автоматически за несколько проходов. На повышенных местах ковш автоматически срезает грунт, а на пониженных также автоматически высыпает его. За один проход при вспаханном грунте эти планировщики срезают неровности длиной до 30 м, глубина срезки — 5—8 см. За два прохода глубина срезки и засыпки достигает в среднем 15 см.

Производительность планировщика П-4 при работе в один след составляет 0,8—1,2 га/час, а планировщика П-2,8—0,65—0,80 га/час. Ширина режущей кромки равна соответственно 4 и 2,8 м.

Планировка тяжелых и пересохших грунтов требует их предварительного рыхления. Для этого могут быть применены рыхлитель Д-162А, дисковые бороны или плуги.

Для предпосевного выравнивания рельефа можно рекомендовать малу-выравниватель МВ-6,0 (рис. 2).

Производительность этого выравнивателя 3,2 га/час, а ширина захвата 6 м. В сцепе с боронами «зиг-заг» он дает возможность при благоприятном рельефе за один проход подготовить поле к посеву. При отсутствии планировщиков и выравнивателей ежегодное выравнивание может производиться грейдерами.

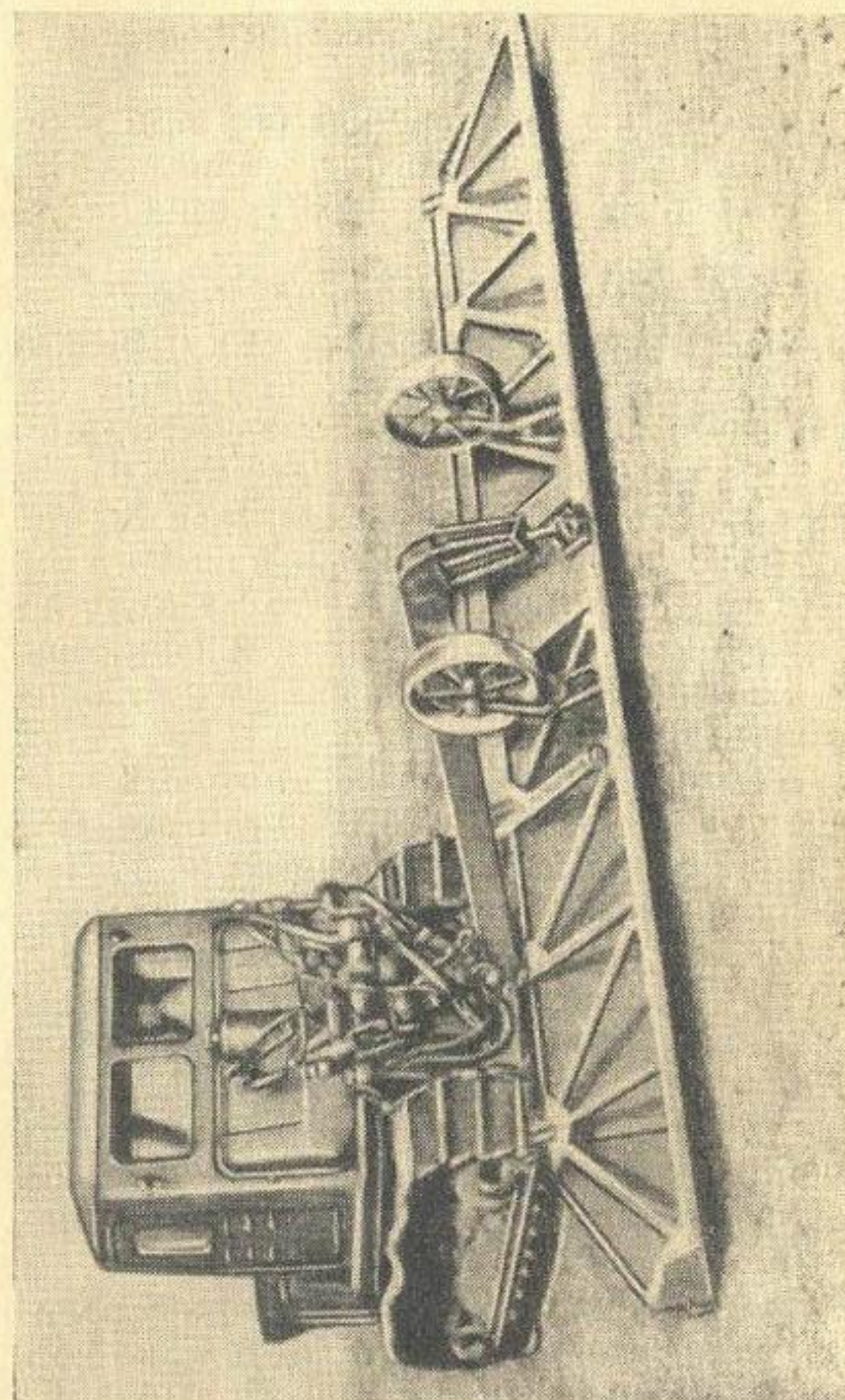
Для успешного проведения работ по выравниванию поверхности полей рекомендуется на 1000 га орошаемых земель иметь 2—3 длиннобазовых планировщика и 1—2 малы.

Хорошо выровненный рельеф создает условия для организации комплексных тракторно-полеводческих бригад с нагрузкой 5—10 га на одного механизатора. Планировка дает возможность также более производительно использовать технику на обработке посевов.

Длина борозды при определенном уклоне и одинаковой спланированности будет тем больше, чем больше величина поливной струи и продолжительность полива и чем меньше водопроницаемость почвы.

С увеличением уклона при одной и той же поливной струе длина борозды увеличивается до тех пор, пока не начинается размыв борозды. Размыв борозд при больших уклонах вынуждает уменьшать величину поливной струи, а следовательно, и длину борозды.

Во избежание разрушения структуры и размыва почвы размеры поливных струй должны быть такими, чтобы скорость течения воды по борозде не превышала 0,10—



Р и с. 2. Мала-выравниватель МВ-6,0

0,15 м/сек на больших уклонах (0,05—0,01) и 0,20—0,30 м/сек на малых уклонах (0,003—0,001).

Производительность труда при поливе по бороздам на хорошо спланированном рельефе, как правило, растет пропорционально длине борозд. Это происходит потому, что на хорошо спланированном рельефе поливальщик затрачивает время в основном на заправку поливных борозд. А количество оголовков борозд на один гектар уменьшается пропорционально удлинению поливной борозды.

В предгорных районах Чечено-Ингушской АССР полив по бороздам длиной 300—600 м позволил увеличить производительность труда поливальщиков до 2—2,5 га за рабочую смену на полях без проведения планировки и до 5 га на спланированных площадях.

Все это говорит о том, что при удлиненных поливных бороздах на хорошо спланированном рельефе можно достичь высокой производительности труда поливальщиков.

Однако при длинных бороздах обычно не достигается равномерность увлажнения по длине борозды; причем эта неравномерность возрастает с увеличением длины борозды.

Например, в колхозе им. Свердлова Янги-Юльского района Ташкентской области при длине борозды 405 м А. Н. Ляпиным отмечен следующий характер распределения поливной воды по длине борозды (табл. 4).

Таблица 4

Полив	Размер струи в каждую борозду, л/сек	Время подачи воды, сутки	Время, в течение которого струя добежит до конца борозды, сутки	Сброс, %	Поливная норма, м ³ /га		
					в начале борозды	в конце борозды	средняя
1	0,1	7	5	20	2060	1290	1670
2	0,1	6	3,4	20	1720	1150	1435
4	0,1	5	2,1	30	1170	970	1070

Данные таблицы показывают, что при продолжительности подачи воды 5—7 суток и 20—30-процентном сбросе поливная норма в начале борозды была больше, чем в конце, при первом поливе в 1,6 раза, при втором — в 1,5 и четвертом — в 1,2 раза.

Аналогичная картина наблюдается и в других орошаемых районах.

Чтобы добиться равномерного увлажнения при длинной борозде, нужно регулировать объем впитываемой воды по длине борозды, уменьшая его в начале борозды и увеличивая в конце.

Выровнять объемы впитываемой воды, а следовательно, и равномерность увлажнения почвы по длине борозды можно за счет выравнивания времени прохождения воды в низу и в верху борозды; уменьшения скорости впитывания в верху борозды и увеличения в низу борозды; уменьшения активного смоченного периметра в верху борозды и увеличения его в низу борозды.

К числу конкретных мероприятий, способствующих выравниванию увлажнения по длине борозды, можно отнести следующие: применение переменной струи во времени; переменный уклон по длине борозды; уплотнение борозды в начале или рыхление ее в конце; углубление борозды, главным образом, ее дна; различные типы сечений борозд и т. п.

Ниже рассматриваются основные из этих мероприятий.

Полив переменной струей позволяет при минимальном сбросе достигнуть равномерности увлажнения по длине борозды.

Полив по вдавленным бороздам, имеющим более гладкую поверхность и значительно меньший коэффициент впитывания, позволяет сократить время добега воды до конца борозды и тем самым выровнять время прохождения воды в верху и в низу борозды. Пробег воды по вдавленной борозде совершается в два—четыре раза быстрее, чем по обыкновенной.

Полив с используемым небольшим сбросом также выравнивает увлажнение по длине борозды.

Увеличивающийся (переменный) уклон по длине борозды ускоряет движение воды и выравнивает время прохождения ее в верху и в низу борозды, но такой продольный профиль борозды уменьшает активный смоченный периметр в низу ее.

Считается, что постоянно убывающий уклон по длине борозды способствует более равномерному ее увлажнению.

Уплотнение борозд в их начальной части и рыхление в конечной позволяет уменьшить скорость впитывания в верху борозды и увеличить ее в низу.

В АзНИИГиМе сконструирован и испытан специальный рабочий орган для нарезки на нижнем отрезке борозды ($\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ часть от конца) дополнительной щели глубиной 8—10 и шириной 3—4 см. Этот рабочий орган состоит из пяти откидных ножей, навешенных на грядили культиватора сзади окучни-

ков. При нарезке такой дополнительной щели поливные нормы и глубины увлажнения почвы по длине 300—480-метровых борозд почти полностью выравниваются.

Увеличивающаяся глубина вспашки к концу борозды также может в некоторой степени положительно повлиять на равномерность увлажнения. Переменная глубина вспашки может быть получена при пахоте поперек борозд.

Полив по глубоким бороздам или бороздам-щелям особенно эффективен при недостаточно тщательной планировке поверхности поля, так как большая глубина борозд обеспечивает продвижение воды через встречающиеся неровности порядка 10—15 см, без помощи со стороны поливальщика.

На почвах сильной водопроницаемости или в местах с большими уклонами (более 0,01) удлиненную сквозную борозду, равномерно увлажненную по ее длине, можно получить путем применения передвижных поливных трубопроводов, убираемых с поля после каждого полива, или стационарных закрытых поливных трубопроводов.

Борозды параболического сечения наиболее устойчивы к размыву. Такой поперечный профиль борозды в сочетании с уплотнением позволит максимально удлинить поливную борозду.

В КазНИИВХе создано приспособление, позволяющее нарезать борозды с постоянным уклоном, что будет содействовать более равномерному увлажнению борозд.

Все эти мероприятия, способствующие равномерному увлажнению, необходимо широко внедрять в производство.

Учитывая, что при междурядных обработках борозды уплотняются неодинаково, необходимо дополнительно воздействовать на них таким образом, чтобы выровнять их водно-физические свойства и шероховатости, т. е. дополнительно рыхлить уплотняемые борозды и уплотнять неуплотняемые. Этот вопрос приобретает особое значение при автоматизированной и равномерной подаче воды в борозды. Для рыхления борозд, уплотненных задними колесами, можно применять почвообрабатывающие долота марки К-553Б. Долота устанавливают на грядили сзади окучников и заглубляют на 5—7 см ниже дна борозды. Для лучшего их заглубления обычные пружины, которыми прижимают боковые грядили к земле, заменяют более мощными, марки С-642-4. На тяжелых почвах, где не удастся заглубить долота на указанную глубину, применяют вращающуюся фрезу.

Для уплотнения рыхлых борозд используют катки выпуклого профиля, соответствующего профилю борозд. Такие катки можно изготовить из каточков сеялки.

Правильный выбор длины борозды и размеров поливных струй имеет громадное значение при бороздковых поливах.

Для различных районов страны в зависимости от почвы, уклонов, ширины междурядий и т. п. будут свои оптимальные длины борозд и размеры струй.

Многочисленными опытами установлено, что поля с уклонами 0,002—0,003 позволяют иметь самые длинные борозды — от 120—200 м при сильной водопроницаемости почвы до 300—500 м при слабой ее водопроницаемости.

Длина борозд уменьшается при малых уклонах из-за снижения пропускной способности борозд, а при увеличении уклонов — из-за опасности размыва почвы.

Однако для некоторых районов на почвах с повышенной сопротивляемостью размыву величина оптимальных уклонов может быть значительно выше.

ЮжНИИГиМ рекомендует следующую длину борозд и величину поливных струй на спланированных участках в зависимости от водопроницаемости почвы и уклона поливного участка (табл. 5).

Таблица 5

Скорость (средняя за час наблюдений) впитывания воды в почву, дм/мин.	Уклон поливного участка	Длина борозд, м	Расход воды в борозды, л/сек
Менее 0,015	0,002—0,004	250—300	1,5—1,2
	0,004—0,007	300—350	1,2—0,8
	0,007—0,01	350—450	0,8—0,5
От 0,015 до 0,03	0,002—0,004	200—250	1,5—1,2
	0,004—0,007	250—300	1,2—1,0
	0,007—0,01	300—400	1,0—0,8
Более 0,03	0,002—0,004	120—200	2,0—1,5
	0,004—0,007	200—250	1,5—1,2
	0,007—0,01	250—350	1,2—1,0

Из данных, приведенных в таблице, видно, что наиболее длинные борозды (250—450 м) рекомендуется принимать при уклонах 0,007—0,01. Если же поливные участки недостаточно спланированы, то борозды должны быть в 2—3 раза короче.

Автоматизация распределения воды по бороздам

Автоматизация распределения воды должна соответствовать общему производственному процессу на полях и обеспечить высокую производительность при поливе и междурядных обработках, круглосуточное проведение полива, хорошую маневренность водой, регулирование подачи воды в поливные борозды в соответствии с динамикой водопроницаемости почвы.

Автоматизировать распределение и подачу воды в борозды можно при помощи тщательно армированной выводной борозды; передвижного поливного трубопровода, шланга или лотка; стационарного поливного трубопровода или лотка; поливных машин.

Тщательно армированная выводная борозда

Для повышения производительности труда на поливе большое значение имеет тщательное армирование оросительных каналов и выводных борозд. Особый эффект это мероприятие приобретает в сочетании с удлиненной поливной бороздой и планировкой поверхности поля. Для выпуска воды из постоянного распределителя во временные оросители или выводные борозды применяются как постоянные водовыпуски (преимущественно трубчатые), так и переносные водовыпуски—сифоны. Последние более сложны в эксплуатации, но зато не препятствуют механизированной очистке каналов и легко меняют свое местоположение в случае изменения элементов техники полива (например, расстояния между временными оросителями).

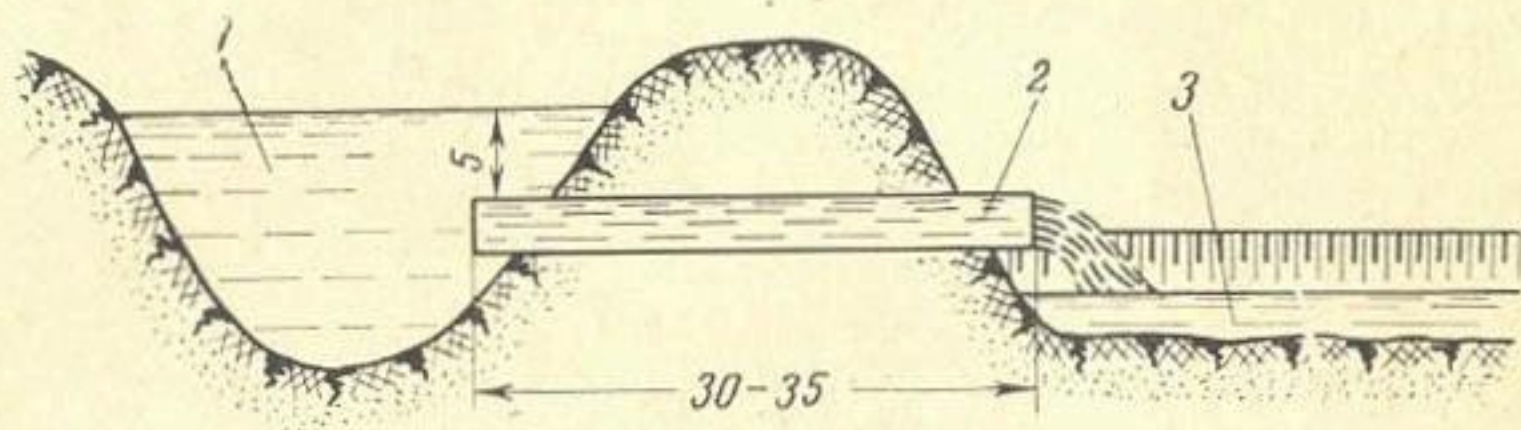
Выводная борозда может быть выполнена в земляном русле с задернованными дамбочками или устроена из бетона.

Равномерность распределения поливной воды из выводной борозды может быть достигнута путем разбивки последней на отдельные отсеки определенной длины (в зависимости от уклона) и поддержания горизонта воды в каждом отсеке на одном уровне. Выводная борозда разбивается на отсеки при помощи переносных или стационарных (транзитных и глухих) перемычек, изготовленных из пластмасс, тонкого железа, мелиоративной ткани. Оголовки борозд при этом должны иметь одинаковую пропускную способность и устанавливаться на одном уровне в каждом отсеке.

Регулирование подачи воды в поливные борозды осуществляется в голове выводной борозды и на перемычках одновременно на всей длине отсека.

● Вся арматура должна быть стандартной и во избежание повреждения ее при обработках установлена против рядков растений.

Оснащение выводных борозд арматурой исключает возможность их заравнивания после поливов.



Р и с. 3. Схема установки поливной трубки (размеры в см):

1 — выводная борозда; 2 — поливная трубка; 3 — поливная борозда

В этом случае выводные борозды становятся постоянными и непроходимыми для тракторов. Поэтому при тщательном армировании постоянных выводных борозд необходимо стремиться к удлинению поливных борозд.

Автоматическая подача воды из выводных борозд в поливные может производиться при помощи поливных трубок, сифонов, щитков, полиэтиленовых салфеток.

Поливные трубки изготавливаются из различных материалов (пластмасса, листовое железо, жечь, обрезки газовых труб, камыш, подсолнух, бамбук, обожженная глина, картон, пропитанный горячим гудроном, и др.). Длина трубок обычно составляет 30—40 см. Их рекомендуется устанавливать таким образом, чтобы они были на 3—5 см выше горизонта воды в поливной борозде, а напор над ними со стороны верхнего бьефа был равен 5—10 см (рис. 3).

Переменные струи здесь можно получить путем установки в каждую борозду двух трубок. При уменьшении поливной струи в два раза одна из трубок закрывается.

Однако такое регулирование струями не автоматизирует процесс распределения воды. Автоматизации распределения и регулирования поливными струями можно добиться за счет изменения расхода в голове выводной борозды и соответст-

венно напора над трубками или за счет перераспределения воды, а следовательно, и ее горизонтов между отсеками.

Пропускная способность трубок различного сечения при напоре в 5 см приведена в таблице 6.

Таблица 6

Расход воды, л/сек	Размер трубок, см		
	круглых (диаметр)	квадратного сечения (сторона квадрата)	треугольного сечения (сторона треугольника)
0,10	1,5	—	—
0,15	2,0	—	—
0,25	2,5	—	—
0,50	3,0	2,5	4,5
1,00	4,0	3,5	6,5
1,50	5,0	4,3	8,0
2,00	5,5	5,0	9,0

Для равномерного распределения воды по бороздам трубки необходимо укладывать очень тщательно. Перед укладкой трубок выводная борозда заполняется водой с таким расчетом, чтобы горизонт воды в ней был на 5—7 см выше дна поливных борозд. Затем против каждой поливной борозды раскапывают дамбочку выводной борозды до горизонта воды и в эти прокопы укладывают трубки. Трубки тщательно вмазывают в дамбочку влажной землей, взятой из выводной борозды.

В. И. Богданович предложил запрессовывать поливные трубки в дамбочку при помощи цилиндрического стержня (установочного меча) диаметром 30—50 мм. Меч изготавливается из дерева или легкого металла и для удобства запрессовки снабжается острым наконечником. В средней части меча имеется кольцевой упор, который при установке трубки удерживает ее в исходном положении.

Такое приспособление позволяет устанавливать поливные трубки в 6—10 раз быстрее, чем при обычном закапывании.

Для облегчения переноса трубок предлагается легкий проволочный контейнер вместимостью 25—30 трубок и весом (вместе с трубками) не более 10 кг. Стоимость такого оборудования составляет 4—5 руб/га.

А. И. Тархов предложил автоматизировать полив с применением трубок при помощи пневматики. Сущность его предложения заключается в следующем. В дамбе постоянной вы-

водной борозды укладываются асбоцементные трубы с уклоном в сторону поливного участка (рис. 4). Длина трубы 1—2 м, диаметр — 100—150 мм. Внутри трубы закрепляется эластичная резиновая камера, которая через штуцер и пневматический шланг, одетый на него, соединяется с магистральным воздухопроводом, проходящим внутри дамбы параллельно

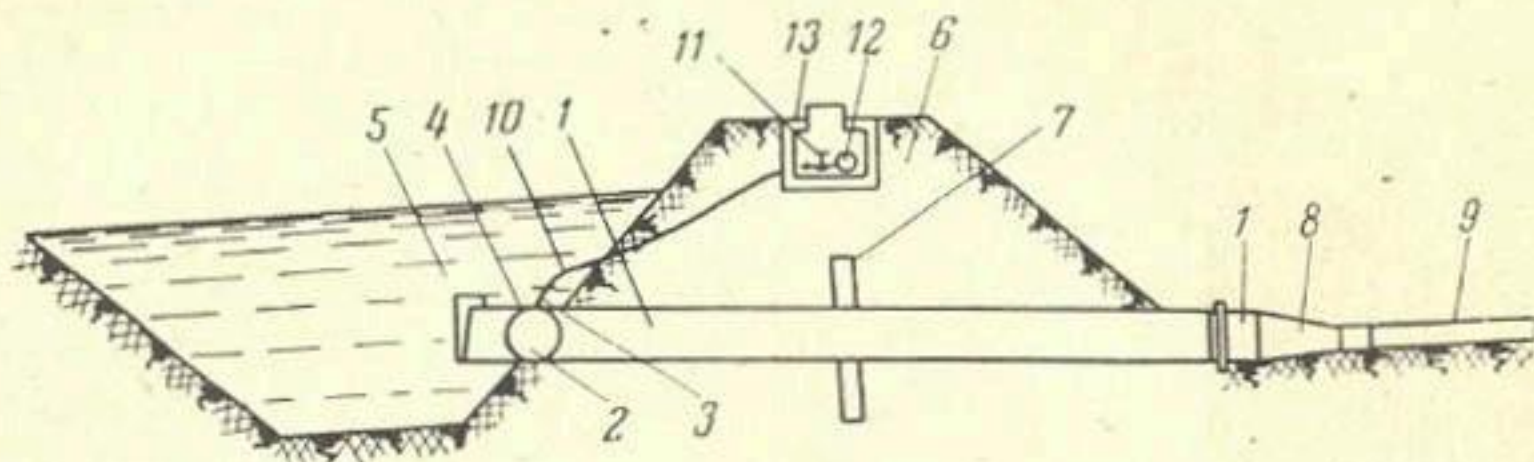


Рис. 4. Схема установки трубчатого водовыпуска:

1 — асбоцементная труба диаметром 100—150 мм; 2 — резиновая эластичная камера (затвор); 3 — штуцер; 4 — гайка крепления; 5 — сорорудерживающая сетка; 6 — дамба выводной борозды; 7 — антифильтрационная диафрагма; 8 — узел распределения (кисть); 9 — гибкие шланги (рукава); 10 — пневматический подводный шланг; 11 — тройник; 12 — магистральный воздухопровод; 13 — смотровой колодец

ее оси. Один конец воздухопровода закрыт, а другой подключается к емкости с аккумулярованным сжатым воздухом. Эта емкость с помощью пневматического шланга соединяется с пультом управления. При подаче сжатого воздуха из емкости в магистральный воздухопровод он по шлангам поступает в камеры эластичных резиновых затворов, которые, увеличиваясь в объеме, полностью или частично (при уменьшении струи) перекрывают живое сечение трубы — водовыпуска. Вода из трубы подается в 10—12 борозд через эластичные трубки (шланги), одетые на узел распределения (кисть), закрепленный на конце трубы. Трубы-водовыпуски устанавливаются в дамбе через 5—6 м. При использовании поливных шлангов вместо трубок расстояние между водовыпусками может быть увеличено до 20—30 м и более.

Переносные сифонные трубки могут быть пластмассовыми, металлическими, резиновыми, брезентовыми, из гудронированной ткани с гибким каркасом внутри из спиральной стальной проволоки и др. Наиболее легкими и долговечными являются профильные жесткие сифоны из полиэтилена высокой плотности с наружным диаметром 20, 25, 32, 40 и 50 мм с толщиной стенок 1,0—1,7 мм и длиной 90—150 см. Вес такой

трубки 50—250 г, что в 2,5—5 раз легче металлических и резиновых сифонов. Изготавливает трубки Рижский завод полиэтиленовых изделий.

В таблице 7 приводится пропускная способность полиэтиленовых сифонных трубок при истечении под уровень, по данным Х. Д. Бикмаматова.

Таблица 7

Диаметр трубки, мм		Действующий напор, см		
		5	10	15
наружный	внутренний	расход воды, л/сек		
20	18,0	0,11	0,14	0,17
25	22,6	0,16	0,23	0,28
32	29,4	0,36	0,52	0,64
40	37,0	0,68	0,98	1,19
50	46,6	1,10	1,57	1,93

Для нормальной и устойчивой работы сифонов необходимо, чтобы горизонт воды в выводной борозде был на 3—10 см выше горизонта воды в поливной борозде, входное отверстие сифона — на 3—4 см выше дна выводной борозды, а выходное отверстие — на 1—3 см выше дна борозды или слегка касаться его (рис. 5). Наилучшими уклонами выводных борозд явля-

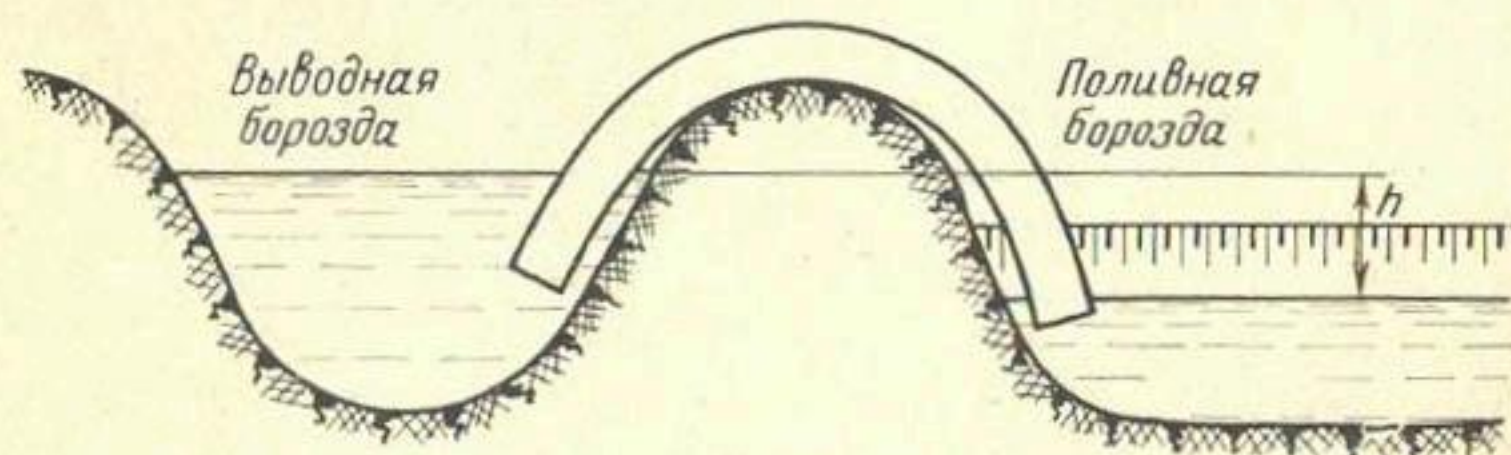
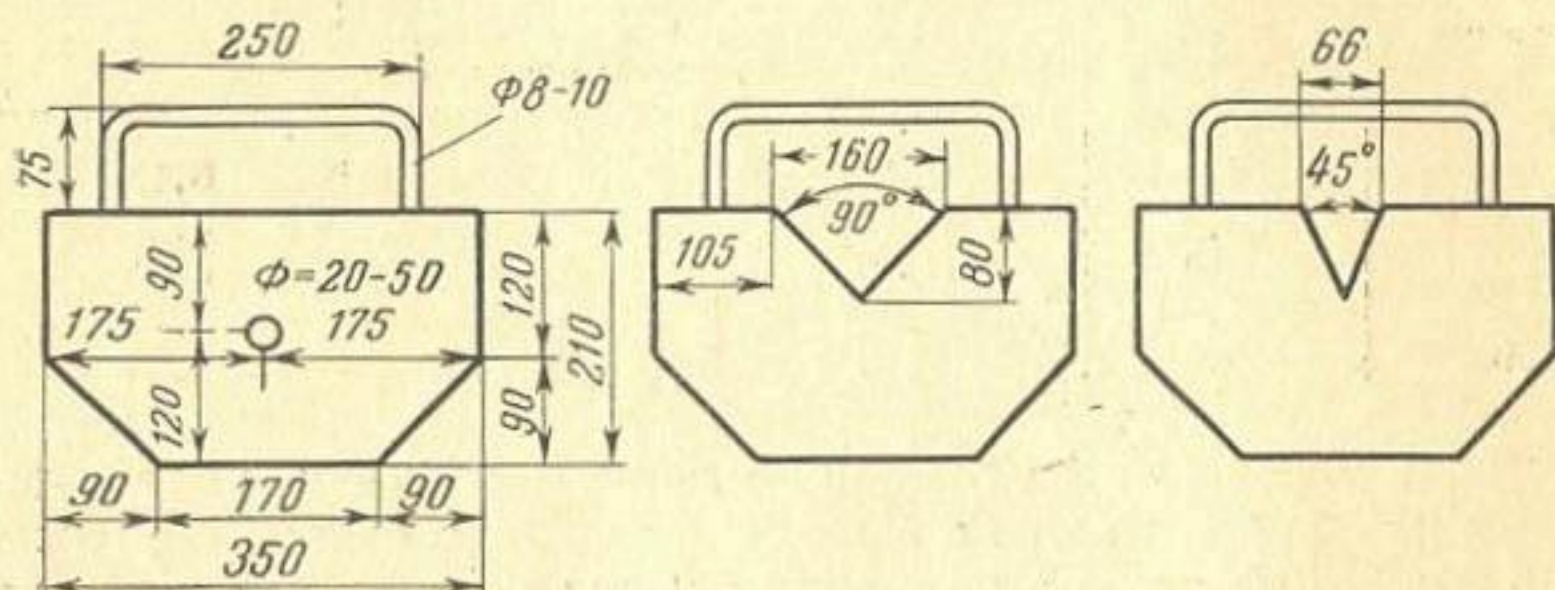


Рис. 5. Схема установки переносной сифонной трубки

ются уклоны в пределах от нуля до 0,001—0,003. В этом случае создается подпор на большой длине выводной борозды. Сифоны требуют превышения верха дамбочки выводной борозды над горизонтом воды в ней не менее чем на 10—15 см, очень тщательной оправки верха дамбочки и поддержания горизонта воды в ней в ограниченных пределах. В противном

случае, даже при небольшом снижении расхода в выводной борозде (20%), значительное количество сифонов разряжается. Для устранения этого недостатка А. К. Варбан и Л. М. Смирнов предлагают применять неразряжающиеся сифоны. Входной и выходной участки неразряжающегося сифона имеют отогнутые кверху колена. Оптимальная величина отгиба верхней кромки отверстия 1—2 см. Сифон, заполненный водой, устанавливают на дамбочку выводной борозды таким образом, чтобы кромки входного и выходного отверстий были расположены на одном уровне. В этом случае сифон не разря-



Р и с. 6. Поливные щитки

жается даже после прекращения подачи воды в выводную борозду.

Переменные струи при поливе из сифонов получают путем установки в одну борозду двух сифонов. Как только вода доходит до конца борозды один сифон снимается.

Поливные струи можно регулировать также специальным зажимом или заслонкой на выходном конце сифона.

Для зарядки сифона, погрузив весь сифон в воду, заполняют его. Затем один конец оставляют в выводной борозде, а другой, зажатый ладонью, переносят через дамбочку и опускают на дно поливной борозды. Другой конец сифона в это время должен оставаться в воде. Затем отнимают руку от сливного отверстия и сифон начинает работать. Заряжать сифоны надо быстро, не допуская переполнения выводной борозды.

И. А. Дзядевич для облегчения процесса зарядки полиэтиленовых сифонов предлагает приспособление, состоящее из короткого цилиндрического поршня на металлической це-

почке. При протаскивании поршня через сифон вода из выводной борозды засасывается в трубку и начинает поступать в борозду. Для зарядки одного сифона с помощью этого приспособления требуется 10—12 сек.

Применяют также сифонные трубки с пневматическими затворами.

При понижении уровня воды в выводной борозде пневматические затворы закрывают сифонные трубки, а при наполнении борозды открывают их.

Поливные щитки изготавливаются обычно из листового железа толщиной 1—3 мм или из тонких досок. Они могут быть с круглыми, треугольными или прямоугольными отверстиями (рис. 6). Щитки, как правило, дороже поливных трубок, но они меньше засоряются и их проще установить.

Щитки устанавливают на расстоянии 15—20 см от начала поливной борозды. Высоту установки поливных щитков регулируют после пуска воды в выводную борозду. Для равномерной подачи воды во все борозды напор воды над отверстиями поливных щитков должен быть одинаков.

Пропускная способность поливных щитков приведена в таблице 8.

Таблица 8

Напор воды (над центром круглого или порогом треугольного отверстия), см	Круглое отверстие диаметром, см				Треугольное отверстие, угол выреза в градусах	
	2	3	4	5	90	45
	расход воды, л/сек					
2	0,12	0,27	—	—	0,08	0,05
3	0,15	0,33	0,59	0,92	0,22	0,13
4	0,17	0,38	0,68	1,06	0,45	0,26
5	0,19	0,43	0,76	1,18	0,78	0,45

В совхозе «Лисичанский» Луганской области применяется металлический щиток толщиной 1 мм с внутренним прямоугольным вырезом, ручкой и направляющим заостренным штырем. Поливная струя здесь регулируется путем изменения глубины вдавливания щитка с вырезом в почву.

Преимущество перед поливными трубками, сифонами и щитками с круглыми отверстиями имеют поливные щитки с треугольным вырезом: при малом изменении напора в выводной борозде они позволяют резко изменить величину поливной струи. Это дает возможность легко регулировать полив-

ные струи в течение полива путем незначительного изменения горизонта воды в выводной борозде.

Полиэтиленовые салфетки изготавливаются из стабилизированной полиэтиленовой пленки толщиной до 0,1 мм. Размер одной салфетки 18×25 см. Стоимость — 0,3—0,4 коп. При толщине салфетки 0,07 мм вес ее составляет 3 г. Салфетка устанавливается против рядков растений, поэтому не повреждается при тракторных обработках и может служить один-два оросительных сезона.

На один гектар требуется около 0,5 кг пленки, стоимость которой равна 50 коп.

Заправка бороздок полиэтиленовыми салфетками обходится более чем в десять раз дешевле заправки их дерном. При использовании полиэтиленовых салфеток засоряемость полей сорняками значительно меньше, чем при использовании дерна.

Передвижной поливной трубопровод или лоток

Передвижные поливные трубопроводы могут быть жесткими или гибкими (шланги). По принципу распределения и раздачи воды по длине трубопровода они подразделяются на трубопроводы с индивидуально регулируемыми отверстиями и трубопроводы с нерегулируемыми, одинаковыми на всей длине поливными отверстиями.

Трубопроводы первого типа на каждом поливном отверстии имеют то или иное регулирующее приспособление для индивидуальной регулировки поливной струи в каждую борозду.

Трубопроводы второго типа не имеют регулирующих приспособлений на поливных отверстиях. Эти трубопроводы необходимо прокладывать с определенным положительным уклоном, примерно равным уклону пьезометрической линии. В этом случае пьезометрические напоры по длине трубопровода примерно одинаковы, а следовательно, одинаковы и размеры поливных струй, вытекающих из отверстий. Регулировка поливными струями здесь осуществляется с одной позиции в голове трубопровода открытием или закрытием задвижки. Чтобы изменить величину поливной струи, например, в два раза, напор в трубопроводе необходимо изменить в четыре раза. Такие трубопроводы больше отвечают требованиям автоматизации полива. Они рассчитаны на небольшие напоры — от 0,2—0,4 до 1,0—1,5 м вод. ст.

К недостаткам трубопроводов с нерегулируемыми отверстиями относится то, что при неровном рельефе они имеют криволинейную в плане трассу. Трасса здесь разбивается, как правило, только перед первым поливом при помощи нивелировки. Перед последующими поливами укладка таких трубопроводов производится по следу, оставшемуся от трубопровода после первого полива.

Трубопроводы с регулируемыми отверстиями требуют дополнительных затрат ручного труда на регулировку поливными струями в каждую борозду. Так как регулировка струями производится «на глаз», то необходимой равномерности полива, как правило, достичь не удастся. Кроме того, при неровном рельефе трубопроводы требуют сравнительно больших напоров (2—5 м вод. ст. и более).

Преимущество таких трубопроводов лишь в том, что их можно прокладывать по прямой линии независимо от рельефа, а также применять на очень пестрых почвах, где требуются различные поливные струи в каждую борозду.

Жесткий поливной трубопровод можно сделать из листовой стали, оцинкованного железа, нержавеющей стали, алюминия и его сплавов, фанеры, пластмасс и пр.

Полливной трубопровод из листовой стали состоит из тонкостенных труб (звеньев) длиной 2—5 м и диаметром 110—300 мм. Звенья соединяются между собой при помощи различных приспособлений.

Выпуск воды в борозды производится через поливные отверстия, расположенные по длине трубопровода на расстоянии друг от друга, равном ширине междурядий. Для прекращения подачи воды и регулирования поливной струи применяются задвижки. Если полив производят одновременно по всей ширине поливного участка, отверстия делают нерегулируемыми. Для прекращения подачи воды в концевые части трубопровода или ее регулирования в нескольких местах по длине поливного трубопровода устраиваются перемычки.

Основным недостатком поливного трубопровода, изготовленного из листовой стали, является его большой вес. Поэтому механизация перемещения таких трубопроводов затруднена.

Для нормальной работы жесткого трубопровода необходим уклон по его трассе не менее 0,004—0,005. В противном случае надо иметь такое командование в оросителе, которое обеспечило бы трубопроводу гидравлический уклон порядка 0,005.

Наибольший допустимый напор в трубопроводе с нерегулируемыми отверстиями или с отверстиями, оборудованными обычными задвижками (заслонками) при направлении отверстий вбок, составляет 0,8—1 м вод. ст. При больших напорах струи воды из отверстий сильно размывают почву и повреждают растения. В этом случае трубопроводы или шланги с нерегулируемыми отверстиями следует располагать отверстиями вниз. При направлении оси отверстий вертикально вниз или вниз под углом до 45—50° от вертикали растения не повреждаются, а диаметр воронок размыва не превышает 15—20 см при напорах до 1,5—2 м вод. ст. и струях до 0,1—0,3 л/сек. Для гашения энергии струи, вытекающей из жестких поливных трубопроводов, в АзНИИГиМе, ЮжНИИГиМе, УкрНИИОЗе, в Пятигорском филиале Южгипроводхоза, УкрНИИГиМе и ВНИИГиМе разработаны различные конструкции регулируемых водовыпусков повышенного сопротивления.

Наша промышленность выпускает стальной быстроразборный трубопровод РТ-180. Трубопровод состоит из пятиметровых секций диаметром 180 мм. Вес одной трубы — 40 кг, стоимость — 8 руб. 50 коп.

Этот трубопровод, оборудованный водовыпусками повышенного сопротивления, рекомендуется применять в качестве поливного трубопровода РТП-180. Преимущество его состоит в том, что в нем можно создавать скорости движения воды до 3—3,5 м/сек, а это позволяет довести пропускную способность трубопровода до 80—100 л/сек при сравнительно малом диаметре.

По данным Ю. Г. Филиппова, вода в таком трубопроводе распределяется довольно равномерно. Основным недостатком является большой вес трубопровода и трудность его перемещения.

З. И. Метельский предлагает перемещать металлические трубопроводы типа РТ волочением. Для этого звенья трубопровода укладывают на специальный лафет-трубовоз, состоящий из стального полоза и лыж-стабилизаторов.

Предлагается также наладить выпуск трубопроводов типа РТ диаметром 500 и 600 мм; они более экономичны, чем трубопроводы малых диаметров.

В Азербайджане разработан переносный поливной трубопровод ПТ-1 из тонкостенных металлических труб. Диаметр трубопровода — 150 мм, длина — 120 м, расход воды 20—40 л/сек. Длина одного звена равна 4 м, а вес — 18 кг. Отвер-

ствия в трубопроводе ПТ-1 оборудованы водовыпусками повышенного сопротивления.

В Молдавии применяются для орошения жесткие полиэтиленовые трубопроводы среднего и легкого типов диаметрами от 50 до 250 мм. Трубопроводы оборудованы регулирующими водовыпусками конструкции УкрНИИОЗ (И. Ф. Гончаров).

Трубопроводы соединяются друг с другом с помощью различных быстросборных приспособлений. Основным преимуществом полиэтиленовых трубопроводов перед металлическими является их небольшой вес.

Московским гидромелиоративным институтом испытывался переносный полиэтиленовый поливной трубопровод диаметром 100 мм. Трубы соединялись между собой в раструб. Для испытания брали трубопроводы двух конструкций: с нерегулируемыми постоянными на всей длине поливными отверстиями и с водовыпусками — регуляторами конструкции УкрНИИОЗ.

Испытания показали, что, несмотря на надежность полиэтиленового трубопровода в работе, его сравнительно трудно перемещать с позиции на позицию. В этом отношении большие преимущества имеют полиэтиленовые шланги. Жесткий же полиэтиленовый трубопровод рекомендуется применять там, где не нужно его перемещать, например по верхней кромке поля, а также вдоль дорог и многолетних насаждений, пересекающих поле поперек поливных борозд.

По данным И. П. Канардова, производительность труда поливальщиков при поливе из металлических поливных трубопроводов диаметром 300 мм составляет 2—3 га/смену.

Гибкий поливной трубопровод (шланг) изготавливается из пластмасс, хлопчатобумажной пропитанной ткани, капроновой ткани, стеклоткани и др.

Применение шлангов на поливе имеет большие преимущества: повышается производительность труда поливальщиков до 2—3 га/смену; увеличивается коэффициент земельного использования на 3—8%; снижаются потери оросительной воды на фильтрацию и сбросы от 5 до 20% и более.

До 1963 г. в нашей стране применялись в основном шланги из хлопчатобумажной ткани, пропитанной по способу И. И. Величко. Основные недостатки таких шлангов — их большой вес, особенно после полива, недостаточная прочность и недолговечность.

В 1963 г. Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР приступило к выпуску шлангов из синтетических материа-

лов — стеклоткани и капрона. Капроновая ткань оказалась более устойчивой к многократным изгибам, чем стеклоткань, и поэтому в настоящее время выпускаются в основном капроновые шланги.

Предел прочности капроновой ткани на разрыв равен 880—960 кг/см². Диаметры капроновых шлангов — 145, 200, 300, 350, 420 и 460 мм, вес 1 пог. м шланга соответственно равен 0,22; 0,32; 0,43; 0,55; 0,66 и 0,76 кг. Длина звеньев — 100—120 м.

Такие шланги имеют продольный клееный или сшивной шов. Поливные отверстия в них оборудованы регулирующими клапанами с резиновыми пробками конструкции И. И. Величко. Минимальный диаметр поливных отверстий 20 мм. С 1970 г. начат выпуск шлангов с отверстиями диаметром 12 мм.

Ежегодно выпускается более 1 млн. пог. м капроновых шлангов. Пропускная способность их, по данным И. И. Величко, — от 15 до 340 л/сек.

Однако наряду с большими преимуществами капроновые шланги имеют существенные недостатки: они очень дороги.

Наиболее перспективными материалами для изготовления шлангов является стабилизированный полиэтилен и некоторые другие полиолефины.

На полиэтиленовые шланги Московским гидромелиоративным институтом разработаны технические условия, которые в январе 1968 г. утверждены Рижским заводом полиэтиленовых изделий.

Основные размеры полиэтиленовых шлангов представлены в таблице 9.

Таблица 9

Диаметр, мм	Ширина (в сложенном виде), мм	Толщина стенки, мм	Вес 1 пог. м, кг
150	235	0,30	0,13
200	314	0,35	0,20
250	393	0,40	0,29
300	472	0,50	0,43

Длина шлангов 150—250 м.

В таблице 10 приводится сравнительная стоимость полиэтиленовых и капроновых шлангов.

Таблица 10

Капроновые шланги			Полиэтиленовые шланги	
диаметр, мм	транспортирующие	поливные	диаметр, мм	стоимость 1 пог. м, руб.—коп.
	стоимость 1 пог. м, руб.—коп.			
145	1—30	1—76	150	0—13
200	1—90	2—35	200	0—20
—	—	—	250	0—29
300	2—58	2—95	300	0—43
350	3—35	3—78	—	—
420	3—89	4—32	—	—

Полиэтиленовые шланги сравнительно легки и не требуют специальных машин для их перемещения.

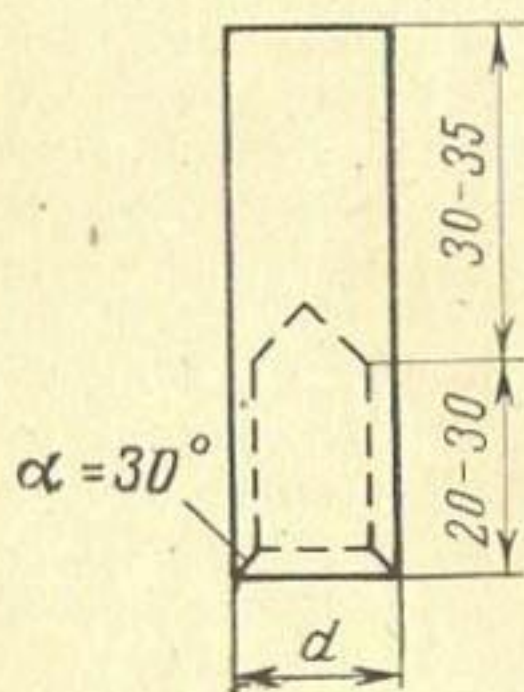
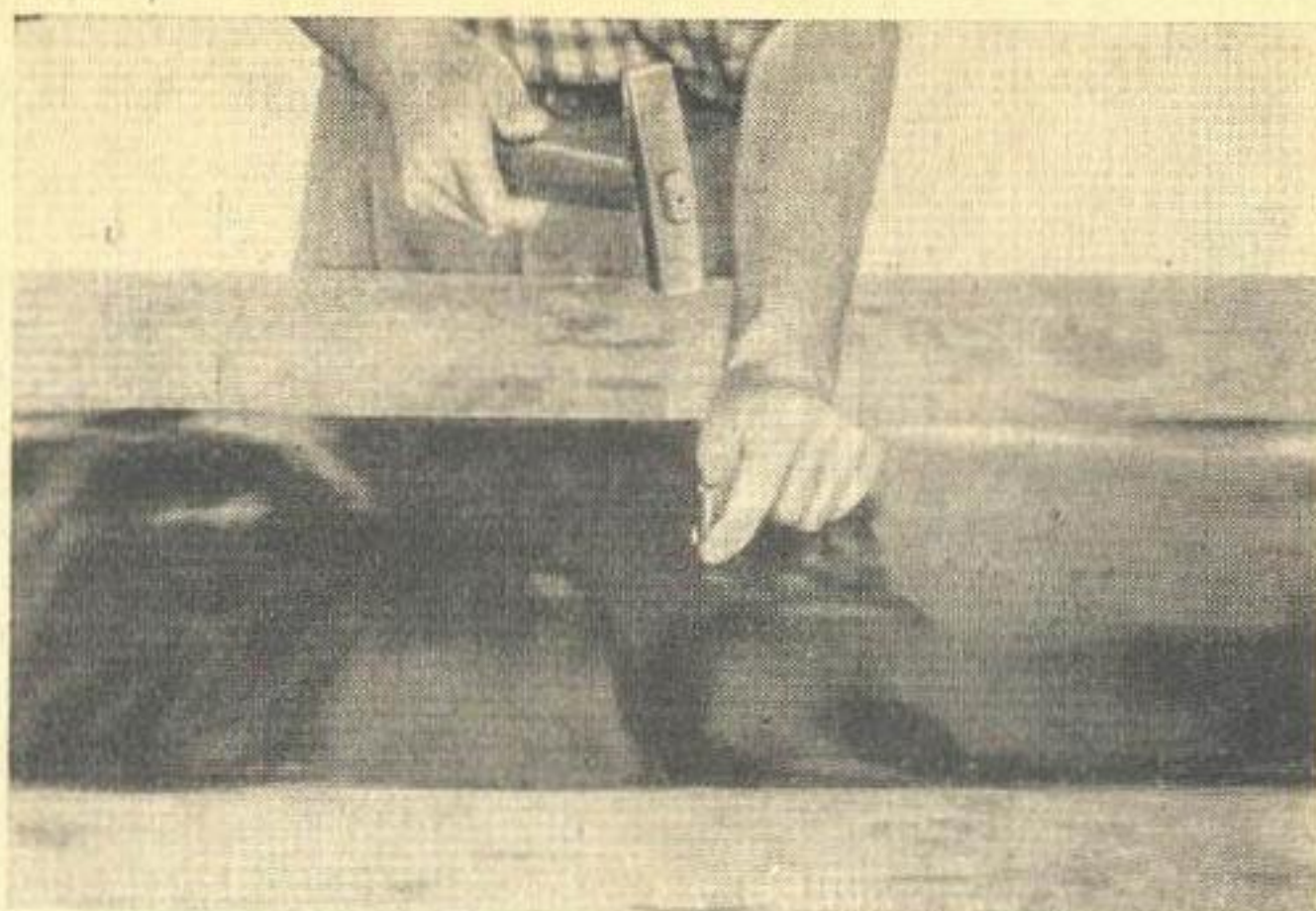
Поливные отверстия в шлангах можно пробивать непосредственно в хозяйствах при помощи простейшего металлического пробойника любого необходимого диаметра (рис. 7).

Режущая кромка пробойника находится на пересечении внутренней конической поверхности с внешней цилиндрической. Угол пересечения — около 30° . Высота пробойника 50—65 мм. Его изготавливают из инструментальной стали. Диаметр пробойника должен быть равен диаметру поливного отверстия, который устанавливают в зависимости от размера поливной струи и диаметра шланга.

Отверстия пробивают следующим образом. На рабочий стол укладывают один конец шланга. В него заливают 1—2 ведра воды и просовывают хорошо обструганную доску длиной 1—1,5 м и шириной около 20 см. Затем через расстояния, равные ширине междурядий, устанавливают пробойник и легким ударом молотка по нему пробивают отверстия, передвигая доску внутри шланга на 60—120 см после каждого удара. Для того чтобы отверстия при поливе были направлены вниз под углом $45—50^\circ$ от вертикали, их пробивают не по середине шланга, а на расстоянии около 10 см от его кромки. Шланги с пробитыми отверстиями сматывают в рулоны и развозят по поливному участку.

Отверстия в полиэтиленовых шлангах достаточно устойчивы, не деформируются в процессе поливов и поэтому не требуют специальной окантовки.

Полиэтиленовые шланги обладают необходимой прочностью: они выдерживают напоры до 2—2,5 м вод. ст. Мини-



Р и с. 7. Пробойник для пробивки отверстий в полиэтиленовых шлангах

мальные напоры в шланге рекомендуется назначать 1,25 его диаметра. При увеличении струи в два раза напор в шланге возрастет в четыре раза и будет равен пяти диаметрам (0,75—1,5 м вод. ст.).

Гидравлический расчет шлангов рекомендуется проводить на среднюю поливную струю.

Диаметры поливных отверстий в шлангах при различных поливных струях приведены в таблице 11.

Максимальные скорости движения воды в начале шлангов рекомендуется принимать в пределах 0,8—1,5 м/сек. При

Таблица 11

Поливная струя, д/сек	Диаметр поливного шланга, мм			
	150	200	250	300
	Диаметры поливных отверстий, мм			
0,07	7,2	6,7	6,3	6
0,1	8,6	8	7,6	7,2
0,15	—	9,8	9,3	8,9
0,2	—	11,3	10,7	10,2
0,3	—	—	13,1	12,5
0,4	—	—	15,1	14,4
0,5	—	—	—	16,2

очень мутной поливной воде (1,5—3 г/л) во избежание сильного заиливания шлангов эти скорости могут быть увеличены до 2 м/сек.

Если мутность поливной воды превышает 3—4 г/л, целесообразно переходить на полив из жестких трубопроводов, в которых можно создавать скорости движения воды в начале трубопровода до 3—3,5 м/сек.

Так как отверстия в шланге нерегулируемые, то управление размерами поливных струй может осуществляться только в голове шланга, путем изменения подачи воды в него. Регулирование струями одновременно с одной позиции автоматизирует процесс распределения струй по длине шланга. Отверстия в шланге пробивают одинаковые на всей его длине. Трасса расположения шлангов на поле определяется нивелировкой.

При нивелировке рейку вначале устанавливают около гидранта-водовыпуска (рядом с местом подключения шланга) и делают по ней отсчет, принимая его за исходный. Затем вычисляют отсчеты по рейке в остальных точках, в соответствии с расчетным уклоном и расстоянием между точками установки рейки.

На ровном спланированном участке рейку устанавливают через 20—30 м, а на сложном рельефе — через 10 м.

После вычисления отсчетов по рейке для всех точек рейку переносят на 10—30 м (в зависимости от рельефа) от гидранта в направлении расположения шланга и находят точку с вычисленной заранее отметкой (отсчетом по рейке). Эту точку закрепляют колышком, камнями или комьями земли, а рейку

устанавливают на следующую точку. И так до конца поливного шланга.

Уклон можно определять при помощи переносной полиэтиленовой трубки малого диаметра длиной 10 м, заполненной водой, с двумя пьезометрами на концах.

В случае постоянного уклона шланга, исходя из допустимой равномерности раздачи воды, длину шланга следует назначать не более 150—200 м. В исключительных случаях она может быть доведена до 250 м. Но тогда для сохранения равномерности раздачи воды в шланге ему целесообразно давать переменный уклон, с точкой перегиба по середине трассы шланга.

В таблице 12 даны уклоны трасс гидравлически гладких полиэтиленовых шлангов, вычисленные исходя из условия расположения шланга по прямой линии. Уклон трассы принят постоянным на всей длине шланга.

В том случае, когда шланг располагается не по прямой линии, а криволинейно в плане, уклоны, приведенные в таблице 12, нужно увеличить в 1,5—2 раза. Если при этом шланг имеет не гладкую, а шероховатую поверхность за счет стабилизации его крупнодисперсной сажой, то уклон шланга должен быть увеличен в три раза по сравнению с данными таблицы 12.

При длинах шланга до 150—200 м отклонения поливных струй от расчетной, как правило, не превышают 10—15%.

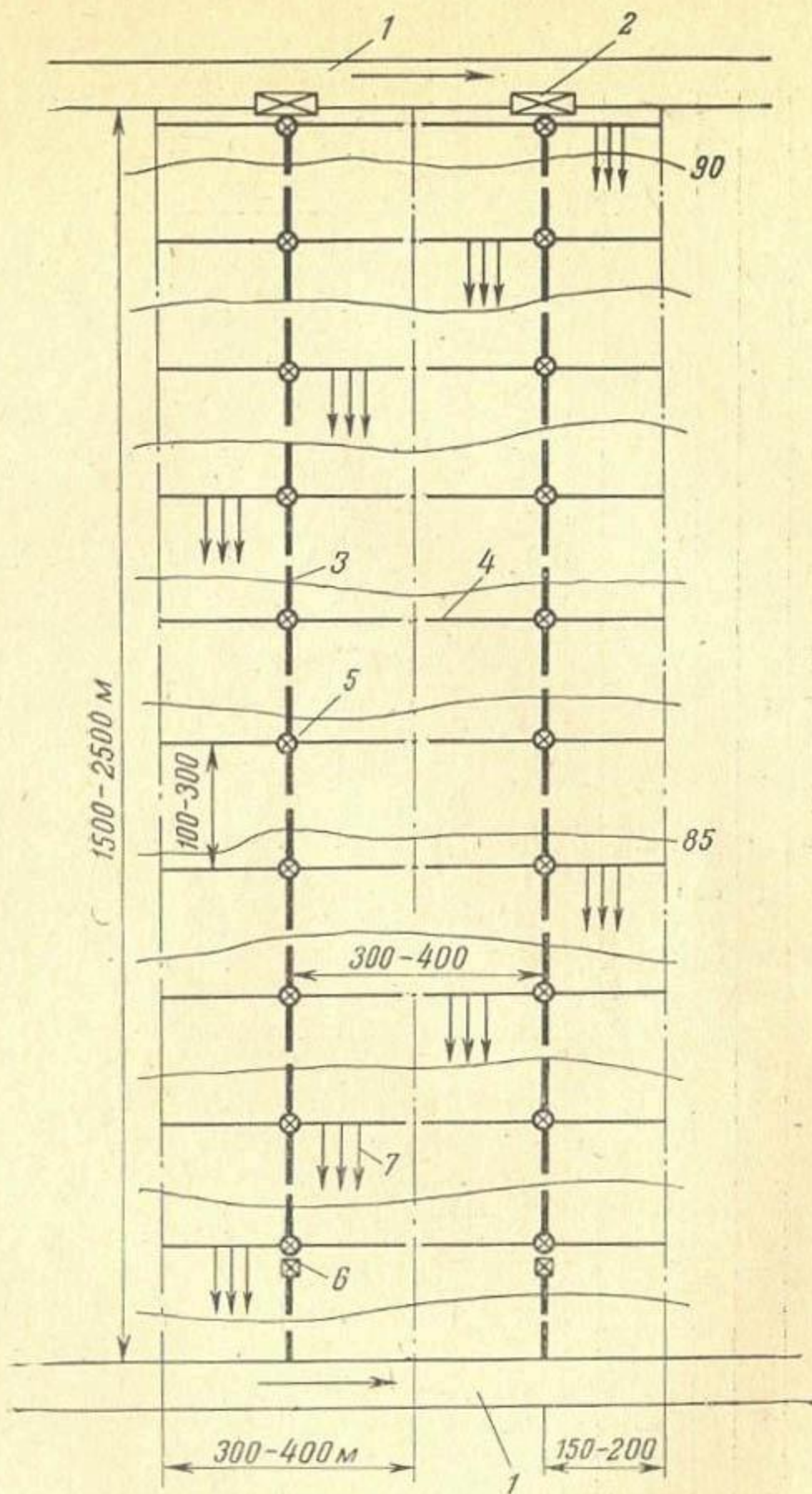
При длинах шланга более 200 м для сохранения равномерности раздачи воды он должен быть уложен с переменным уклоном с точкой перегиба уклона по середине длины трассы.

В этом случае уклоны на первой и второй половинах длины шланга определяются по формулам.

При ширине междурядий 0,6 м шланги диаметром 150 мм и длиной 150—200 м могут применяться при размерах поливных струй до 0,1 л/сек, диаметром 200 мм и тех же длинах — до 0,2 л/сек, диаметром 250 мм — до 0,4 л/сек и диаметром 300 мм — до 0,5 л/сек.

При ширине междурядий более 0,6 м верхний предел поливных струй может быть несколько увеличен.

Для поливных струй размером 0,6—0,8 л/сек и более необходимо иметь шланги диаметром более 300 мм. Однако полиэтиленовые шланги такого диаметра не рекомендуются из-за сравнительно большого их веса. Поэтому в таких случаях целесообразно переходить на капроновые шланги или на шланги из других прочных материалов.



Р и с. 8. Схема оросительной сети из распределительных подземных трубопроводов и поливных шлангов:

- 1 — канал; 2 — водозабор в распределительный трубопровод;
 3 — распределительные трубопроводы; 4 — поливные шланги;
 5 — гидранты-водовыпуски для шлангов; 6 — колодец с промывной задвижкой; 7 — направление полива

Из различных исследованных полиолефиновых материалов наиболее прочной и долговечной является композиция полиэтилена высокой плотности с 40% полиизобутилена.

Перспективными являются армированные полиэтиленовые шланги.

При поливе из шлангов наиболее рациональна схема с применением закрытых распределительных трубопроводов из асбестоцементных труб (рис. 8). Распределительные трубопроводы прокладываются по наибольшему уклону местности в направлении полива, а шланги — по расчетному уклону поперек поливных борозд.

Длина распределительных трубопроводов должна быть 1500—2500 м. Расстояние между ними при двустороннем их командовании равно двойной длине поливного шланга, т. е. 300—400 м.

Такая сеть может быть самонапорной при уклонах 0,003 и более. При меньших уклонах ее можно применять с механической подкачкой воды в нее.

Шланги раскладываются около гидрантов перед первым поливом и остаются около них на весь поливной сезон, обслуживая участок вправо и влево от распределительного трубопровода. Непосредственно перед поливом их подсоединяют к патрубкам гидрантов, укрепляя резиновыми кольцами, и раскатывают по намеченной трассе. Одновременно с этим отдельные шланги соединяют между собой, вставляя конец одного отрезка в другой (по ходу движения воды) на 1—1,5 м, и завязывают конец шланга шпагатом. В ветреную погоду шланги одновременно с раскаткой по всей длине пригружают землей через 2—5 м или пускают в шланг небольшим расходом воду.

Начиная полив, открывают задвижки на гидрантах и подают в поливные шланги необходимый расход воды. Затем поливальщик проходит вдоль поливного шланга и проверяет правильность попадания струек воды в борозды.

Полив из полиэтиленовых шлангов показан на рисунке 9.

Наиболее целесообразной конструкцией гидранта на распределительном трубопроводе является выдвижной гидрант конструкции КазНИИВХ. Такой гидрант перед поливом под действием давления воды выдвигается на поверхность земли, а после полива также под действием давления убирается под землю на глубину 40—60 см. Выдвижной гидрант совершенно не препятствует механизации сельскохозяйственных работ на поле. В результате его применения повышается коэффициент

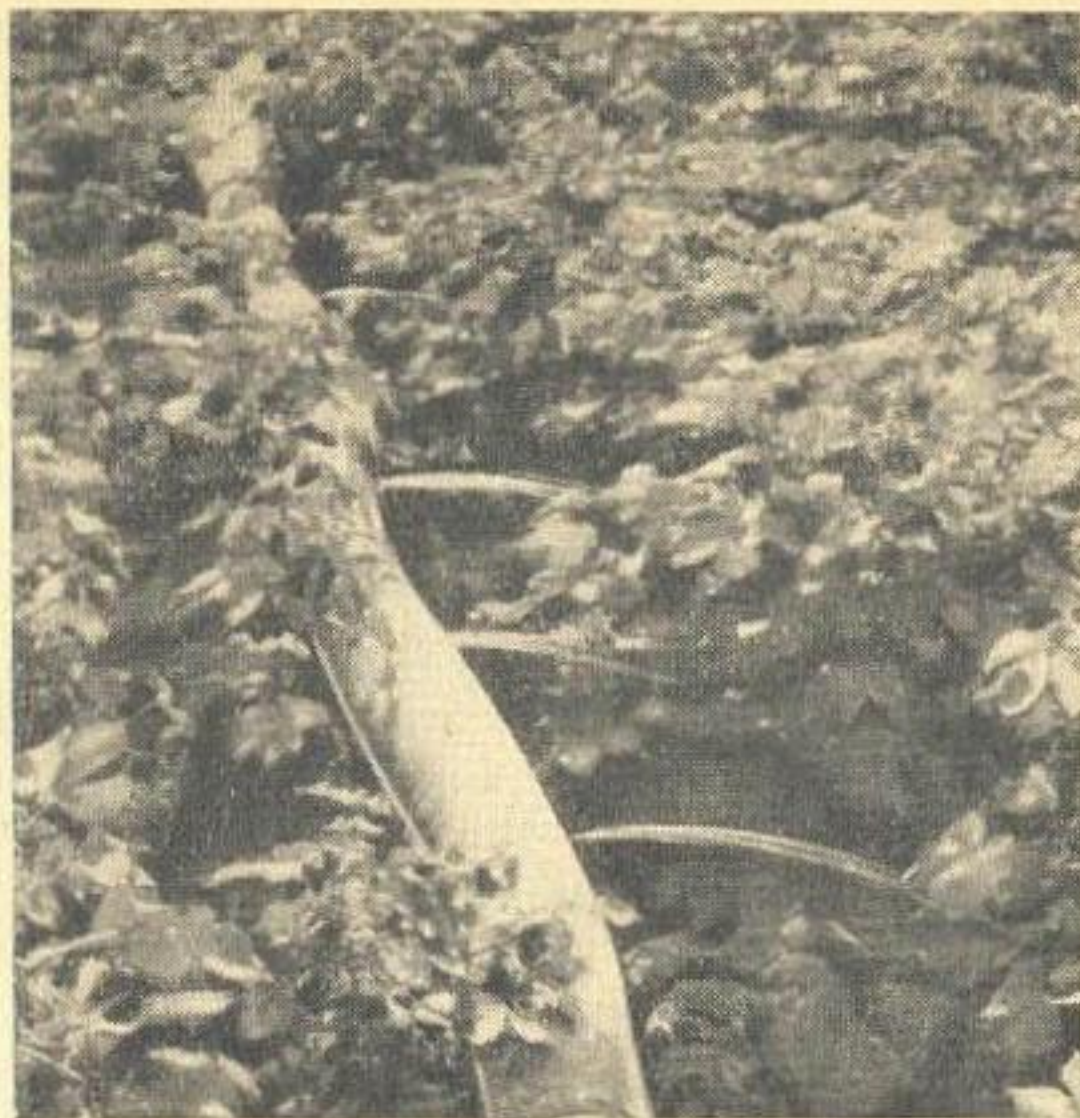


Рис. 9. Полив из полиэтиленовых шлангов

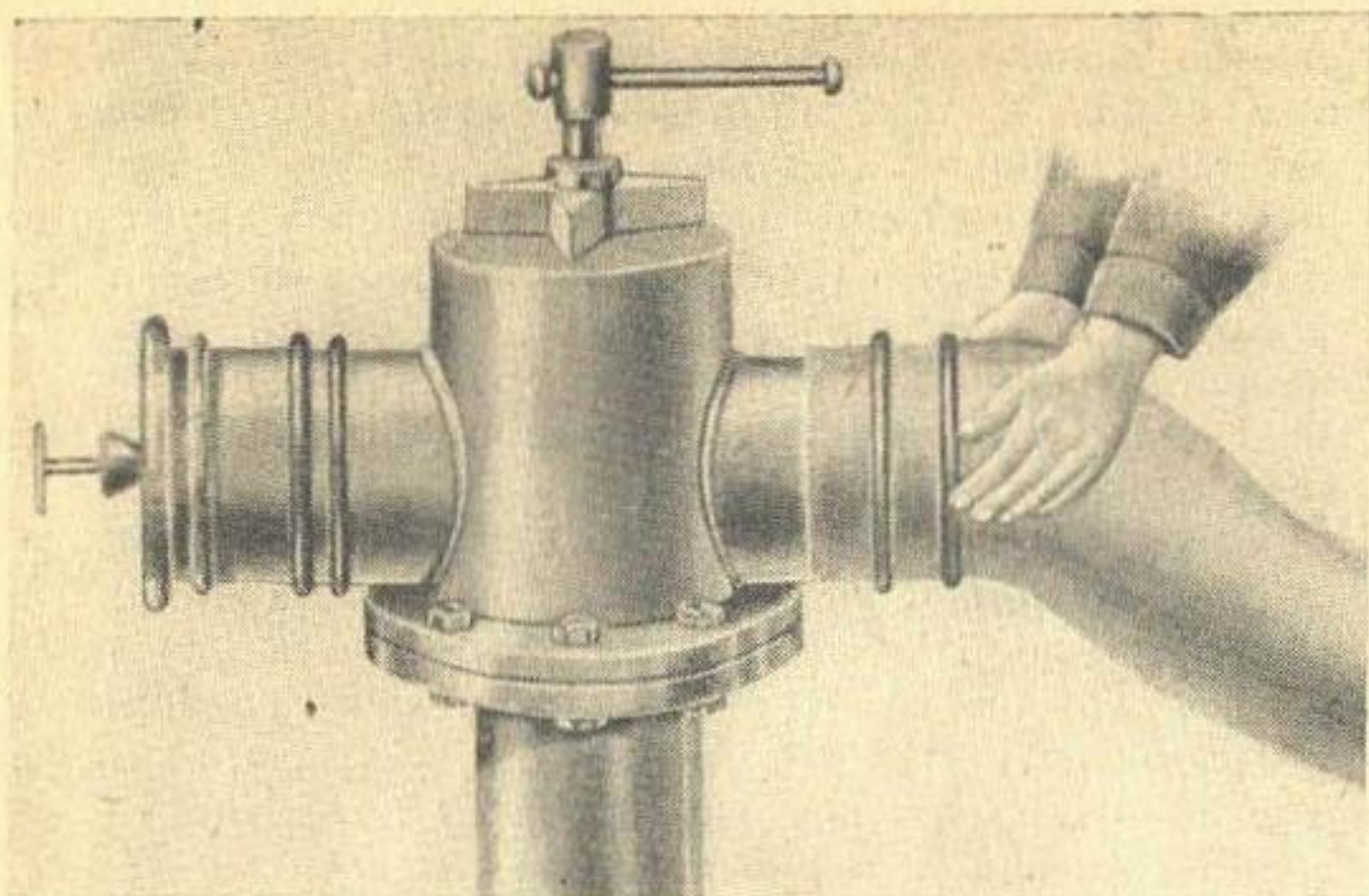
земельного использования, увеличивается производительность тракторов на обработках почвы и устраняется очаг распространения сорняков, которые всегда произрастают около постоянных гидрантов.

В настоящее время широко применяются гидранты клапанного типа. Такие гидранты должны иметь два патрубка для присоединения шлангов, направленные перпендикулярно распределительному трубопроводу (рис. 10). Высота нижней кромки патрубка от поверхности земли должна быть около 20—30 см для удобства присоединения шланга и во избежание резких перегибов шланга в вертикальной плоскости.

Передвижной поливной лоток (С. М. Кривовяз) может быть изготовлен из пластика, листового железа, брезента, капрона и т. п.

Равномерное распределение воды по длине лотка обеспечивается одинаковым наполнением всех звеньев, которое достигается при помощи брезентовых или капроновых щитков (диафрагм), расположенных на определенном расстоянии друг от друга.

Выпуск воды из лотка производится с помощью сифонов через борт лотка; через круглые отверстия в одном из бортов



Р и с. 10. Гидрант-водовыпуск клапанного типа с двумя патрубками для присоединения шлангов

лотка, прикрываемые задвижками (клапанами); через круглые отверстия в дне лотка, прикрываемые кольцеобразными диафрагмами (для уменьшения расхода воды) или крышками (для полного прекращения подачи воды). На полосы вода может выпускаться непосредственно через борт лотка переливом. Устанавливается лоток обычно на специальные опоры.

Стационарный закрытый поливной трубопровод

При удлиненной поливной борозде вместо передвижных поливных трубопроводов и лотков целесообразно применять стационарные.

Трубопроводы имеют ряд преимуществ перед лотками: они работают при больших напорах. А как известно, чем больше напор, тем меньше неровности трассы сказываются на равномерность распределения воды по бороздам.

Кроме того, выключение из работы гидрантов-водовыпусков трубопровода автоматически выключает из работы и сам трубопровод, в то время как выключение водовыпусков лотка не прекращает поступления воды в голову лотка, в ре-

зультате чего происходит перелив воды через лоток. А это, как правило, вызывает разрушение лотка.

Таким образом, трубопроводы значительно легче поддаются автоматизации, чем лотки.

Выпуск воды из стационарного поливного трубопровода может производиться в каждую поливную борозду или на группу борозд.

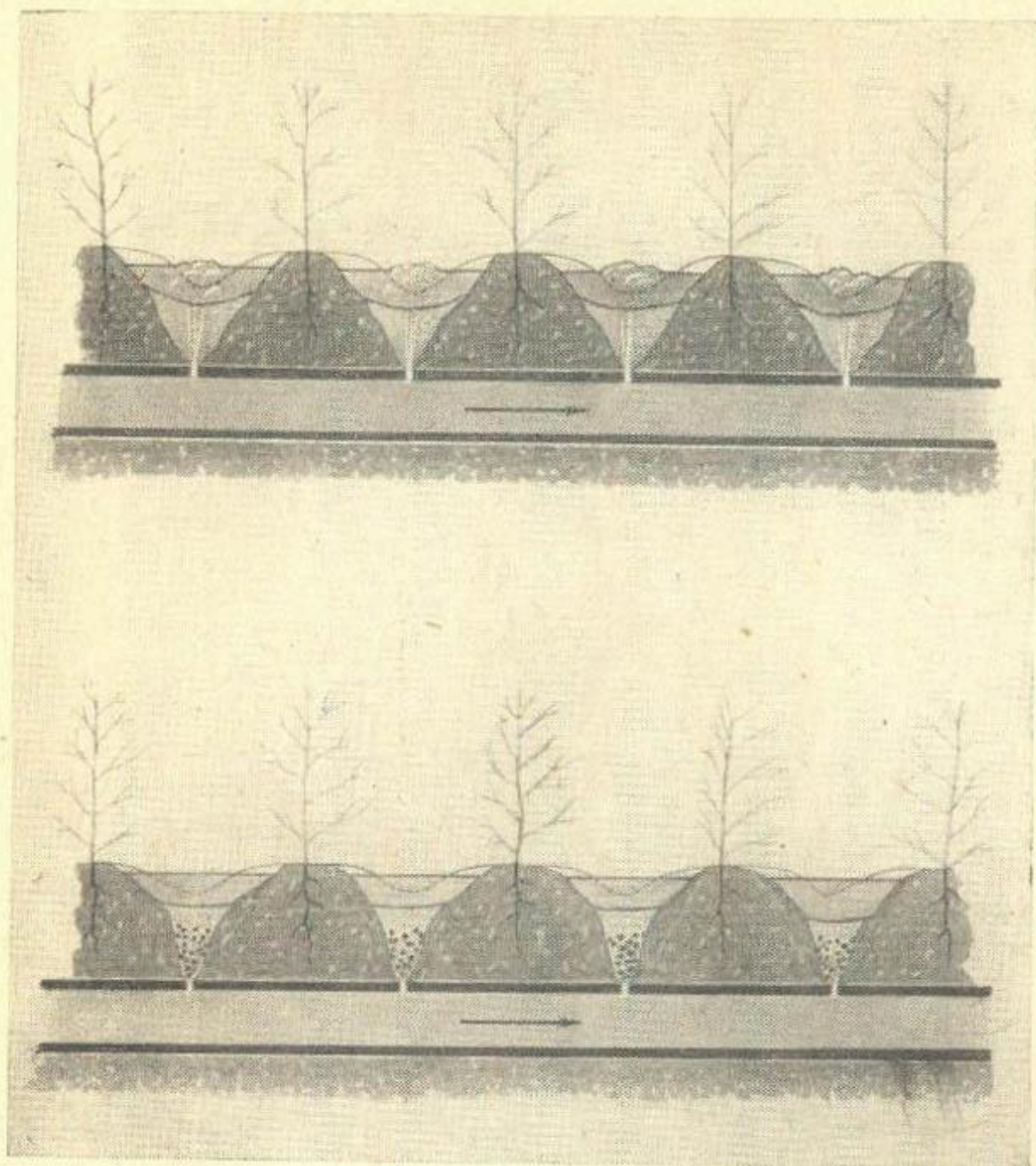
В качестве закрытых поливных трубопроводов могут использоваться трубы из пластмасс, асбоцементные, бетонные, железобетонные, гончарные и др.

Стационарный закрытый поливной трубопровод с выпуском воды в каждую поливную борозду был предложен в 1958 г. академиком И. А. Шаровым. Такие трубопроводы первоначально предлагалось изготавливать из фасонных гончарных (или асбестоцементных) труб диаметром около 15 см, закладывать их через 80—100 м на глубину 0,5 м от поверхности земли (т. е. ниже плужной подошвы) и через каждые 50—60 см (по ширине междурядий) монтировать насадки для выпуска воды в борозды.

Подачу воды в закрытые поливные трубопроводы предлагалось производить из открытого участкового распределителя при помощи передвижных насосных станций мощностью 2—3 квт или из напорного трубопровода. Регулирование поливных струй в этом трубопроводе осуществляется одновременно на всей его длине путём изменения числа оборотов насоса или при помощи задвижки, установленной на напорном патрубке насоса или в голове трубопровода.

Этот метод автоматизации полива испытывается с 1958 г. в различных природных условиях. В результате испытаний внесены существенные изменения как в конструкцию самого поливного трубопровода, так и в первоначальные схемы поливной сети.

Исследования показали, что наиболее целесообразно прокладывать закрытый поливной трубопровод на глубине 20—30 см от поверхности земли (рис. 11). В таком трубопроводе поливные отверстия расположены друг от друга на расстоянии, равном ширине междурядий. Вода под напором выходит из отверстий, в виде родничков появляется на поверхности поля, попадает в ближайшую борозду и движется по ней вниз по уклону (рис. 12). Трубопровод по длине должен быть телескопическим. Это удешевляет его стоимость и уменьшает заиление при поливе. Методика гидравлического расчета закрытого поливного трубопровода изложена в книге «Оросительная

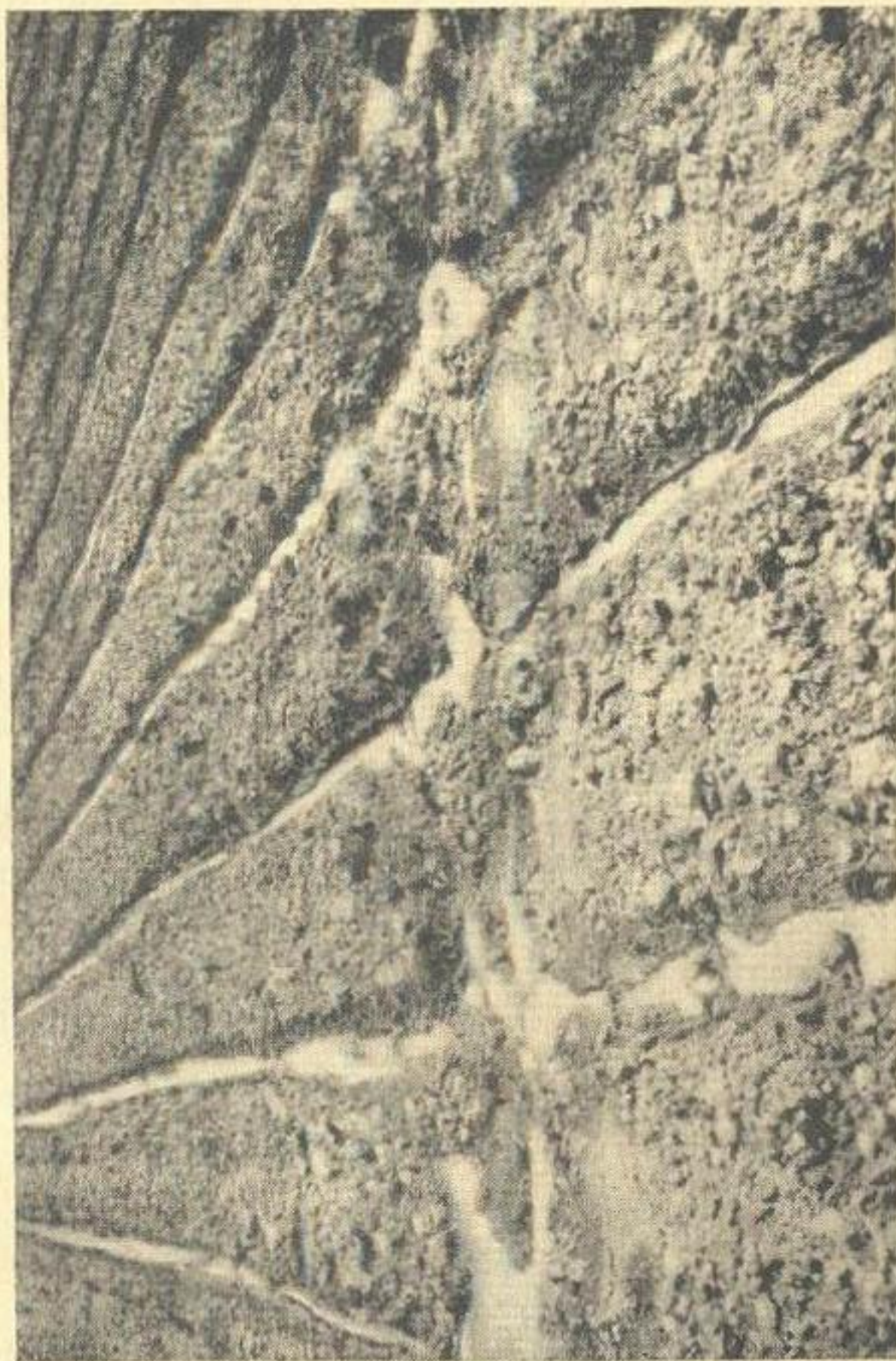


Р и с. 11. Схема закрытого поливного трубопровода

сеть с закрытыми трубопроводами»¹. Для упрощения гидравлического расчета закрытых поливных трубопроводов в настоящее время разрабатываются специальные таблицы.

Поливные отверстия в трубопроводе должны быть направлены вертикально вверх — это облегчает их сверление, выход

¹ Изд. «Колос». М., 1965.



Р и с. 12. Полив пропашных культур из закрытого поливного трубопровода

воды на поверхность, а также прочистку засорившихся отверстий.

Отверстия в трубопроводе сверлят электродрелью после его укладки, опрессовки и промывки от строительного мусора, а образовавшиеся при сверлении заусеницы на внутренней кромке отверстий очищают при помощи загнутой проволоки (крючка) с деревянной ручкой.

При ширине междурядий 60 см и суглинистой засыпке диаметр поливных отверстий должен быть не более 5 мм. Если ширина междурядий 90 см и более, то диаметр отверстий может быть увеличен до 7—8 мм.

Поливные отверстия диаметрами 3,5—3,0 мм и менее сильно засоряются, поэтому таких размеров отверстий следует избегать.

В том случае, если на суглинистых землях при ширине междурядий 60 см необходимо подавать большие поливные струи через отверстия диаметрами более 5 мм, в воронки размыва необходимо насыпать небольшое количество гравия, который гасит энергию вытекающей струи и препятствует образованию больших воронок размыва.

Размер гравия в поперечнике должен быть в 2—3 раза больше диаметра отверстий во избежание заклинивания отверстий гравием.

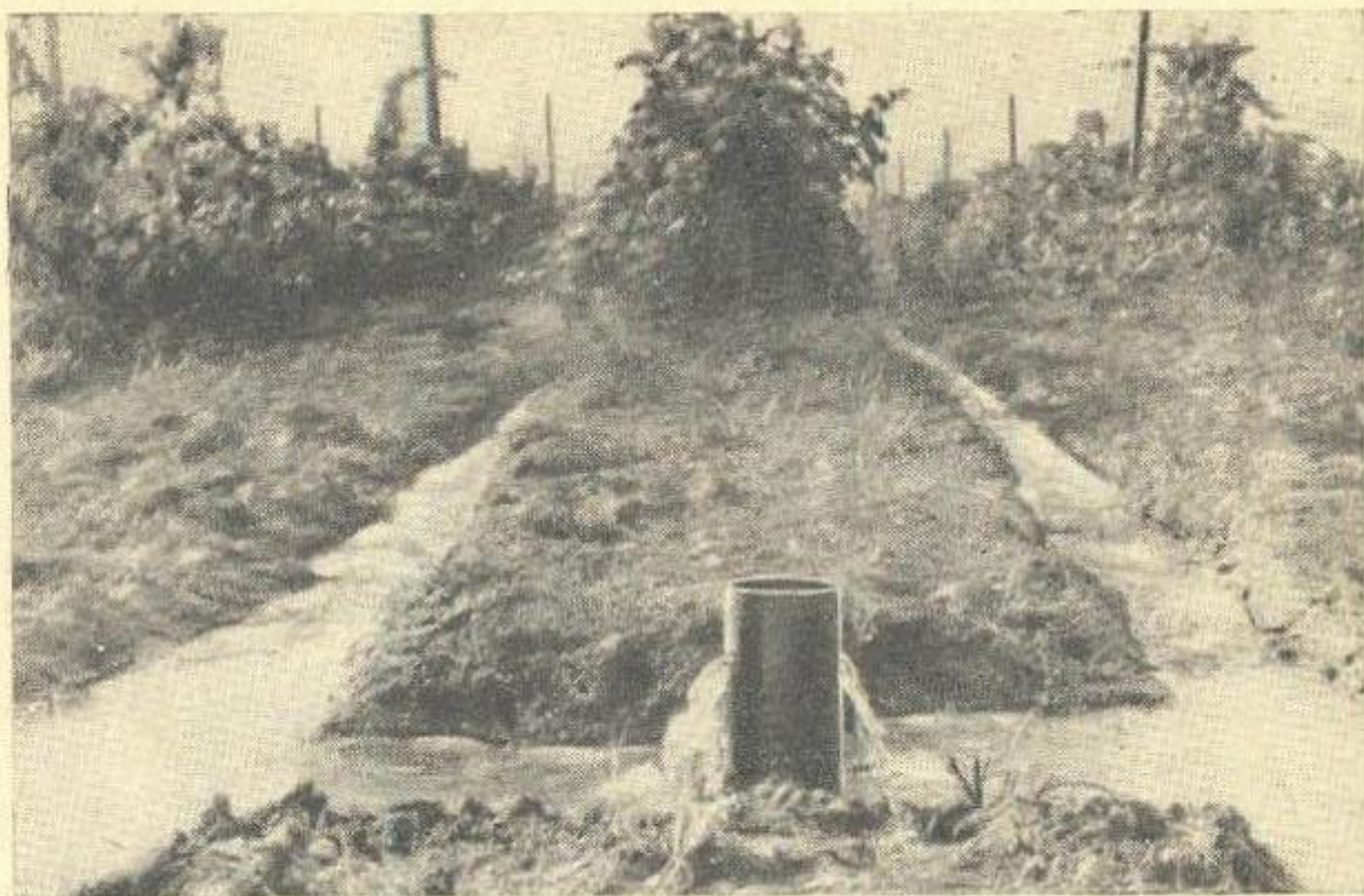
При поливе многолетних культур (виноградники и сады), когда поливные отверстия можно сверлить в створе рядков растений, над ними устанавливают вертикальные патрубки из отрезков полиэтиленовых труб диаметром 100 мм. Патрубки в верхней части имеют два круглых отверстия диаметром 7 см для безнапорного слива воды в поливные борозды, проходящие с двух сторон ряда виноградника (рис. 13).

Поливные отверстия здесь могут иметь самые разнообразные диаметры — от 3—3,5 мм до 40—45 мм и более. Отверстия диаметром более 6—7 мм, как правило, не засоряются.

Полиэтиленовые патрубки привариваются к трубопроводу (если он полиэтиленовый) или закрепляются цементным раствором (если трубопровод асбестоцементный).

Наилучшим уклоном по трассе поливного закрытого трубопровода является такой положительный уклон, при котором пьезометрические напоры по всей его длине будут примерно одинаковы.

Небольшой отрицательный уклон (порядка 0,002—0,004) по трассе трубопровода менее желателен, но вполне допустим. Нежелательным является вогнутый профиль по трассе



Р и с. 13. Полив виноградников из закрытого поливного трубопровода с вертикальными патрубками

трубопровода с понижением в средней части трассы. В этом случае в понижении скапливается вода и почва медленнее просыхает, что препятствует послеполивной обработке почвы.

Максимальным уклоном по трассе закрытого поливного трубопровода с грунтовой засыпкой над отверстиями следует считать уклон порядка 0,01 при расстоянии между отверстиями 0,6 м и уклон порядка 0,025 при расстоянии между отверстиями 0,9 м.

При больших уклонах происходит переливание воды из вышерасположенных воронок в нижерасположенные.

Закрытый поливной трубопровод с патрубками может проходить с уклоном большим 0,025, но в этом случае его длина должна быть небольшой (не более 100 м).

Длину закрытых поливных трубопроводов следует принимать в пределах 150—250 м в зависимости от величины поливной струи. В некоторых случаях его длина может быть уменьшена или увеличена. Так, при больших поливных струях длину трубопровода необходимо уменьшать с целью уменьшения его диаметра и стоимости.

Для нормальной работы закрытого поливного трубопровода с грунтовой засыпкой над отверстиями требуются пьезометрические напоры от 1,5—2 м вод. ст. при минимальной поливной струе до 6—10 м вод. ст. при максимальной.

Уменьшение напоров нарушает равномерность водораздачи, а увеличение их вызывает кавитацию в отверстиях и их разрушение.

В поливных трубопроводах с патрубками над отверстиями (для полива садов) минимальные пьезометрические напоры можно принимать 0,7—0,5 м вод. ст., а в отдельных случаях— 0,3—0,1 м вод. ст.

На больших уклонах местности (0,03—0,008) И. А. Шаровым и Г. Ю. Шейнкиным предложено к нижней части распределительных самонапорных трубопроводов (там, где набираются большие напоры) вместо шлангов подсоединять закрытые поливные трубопроводы. В верхней части распределительного трубопровода, там, где напоры недостаточны для нормальной работы закрытых поливных трубопроводов, подсоединяются поливные шланги. Такая сеть получила название комбинированной.

При уклоне местности 0,03 из закрытых поливных трубопроводов в комбинированной сети можно поливать примерно 70—90% площади, а при уклоне 0,008 — только до 50% площади.

На суглинистых почвах с уклоном местности 0,02—0,03, когда во избежание размыва почвы поливные струи в борозды даются очень маленькими (0,15—0,1 л/сек. и менее), предпочтение отдается полиэтиленовым поливным шлангам, которые в этих условиях имеют диаметр 150 и 200 мм и небольшой вес (13 и 20 кг) при длине 100 м.

При уклонах местности 0,02—0,015 и менее поливные струи становятся сравнительно большими (0,2—0,3 л/сек. и более). С увеличением поливных струй увеличиваются диаметры поливных отверстий в трубопроводах и они меньше засоряются. Размеры и вес полиэтиленовых шлангов также увеличиваются. Перемещение их с позиции на позицию вручную становится затруднительным.

В этих условиях закрытые поливные трубопроводы имеют значительные преимущества перед шлангами.

Учитывая, что технико-экономические показатели при поливе из закрытых поливных трубопроводов в условиях малых уклонов местности выше, чем при поливе из шлангов, целесообразно в некоторых случаях производить механическую

подкачку для создания необходимых напоров в верхней части распределительного трубопровода. В этом случае вся сеть будет закрытой (без шлангов). Такая схема целесообразна или в местах со сравнительно малыми уклонами (0,015—0,008 и менее) или на легких почвах, т. е. там, где поливные струи достигают величины 0,2—0,3 л/сек и более.

Комбинированная сеть из закрытых поливных трубопроводов и шлангов прошла многолетние испытания в Таджикской ССР на общей площади 600 га.

Испытания комбинированной сети на поливе хлопчатника в колхозе им. Ленина показали большие ее преимущества. Урожайность хлопчатника в опытных бригадах возросла по сравнению с контрольными в среднем на 14,7%. Примерно в два раза повысилась производительность труда поливальщиков.

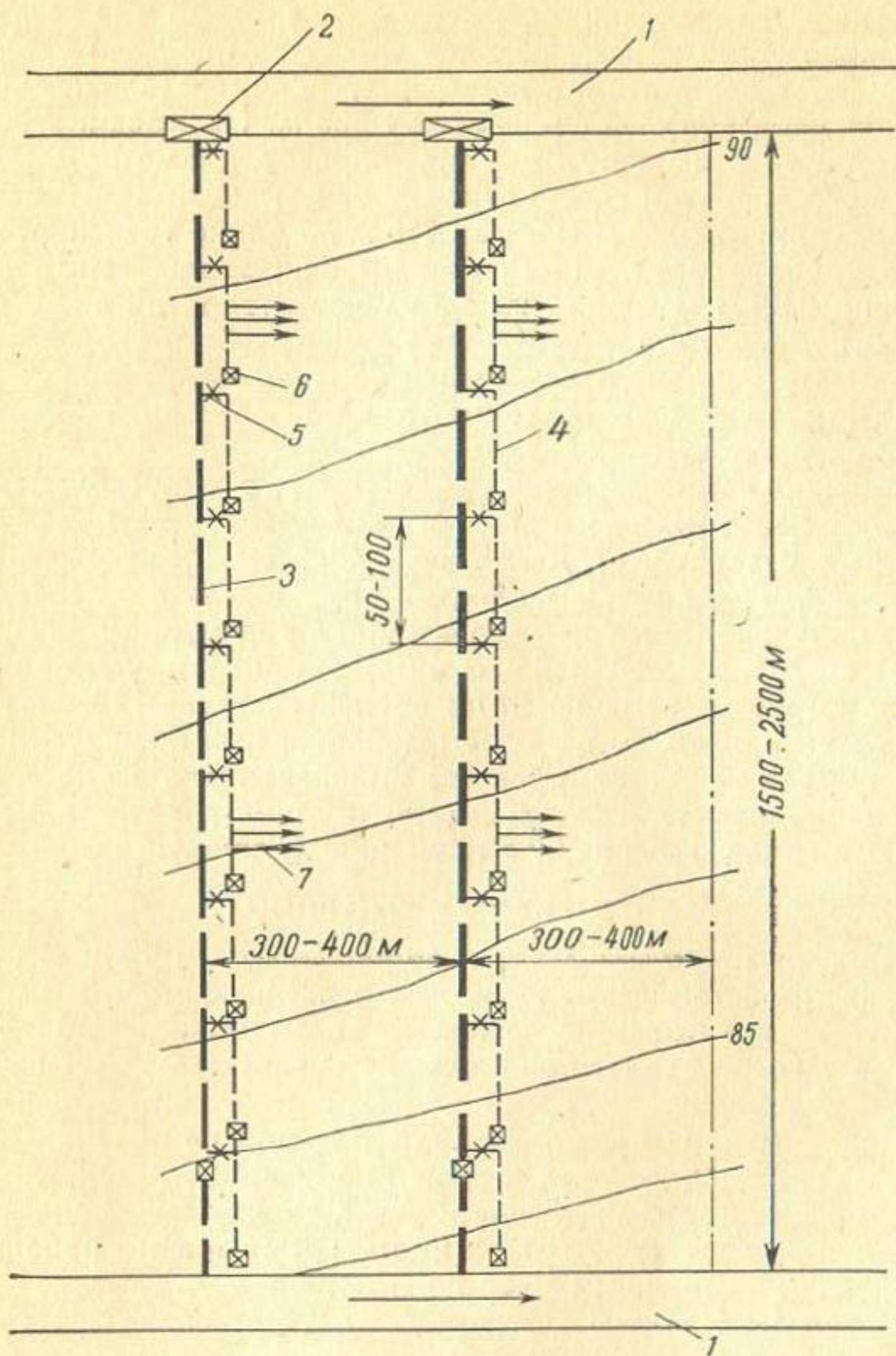
Для полива садов и виноградников, где могут быть использованы закрытые поливные трубопроводы с патрубками, требующие малых пьезометрических напоров, рекомендуется всю сеть делать закрытой. Такую закрытую сеть можно применять на местности с уклонами 0,003—0,004 и более.

При расположении рядков виноградника поперек склона применяется закрытая сеть трубопроводов с одинаковым направлением (вдоль склона) распределительных и закрытых поливных трубопроводов (рис. 14). Если трасса распределительного трубопровода имеет постоянный уклон (без резких его перегибов), распределительный трубопровод может служить одновременно и поливным. В этом случае он разбивается на участки длиной 50—100 м при помощи перегораживающих задвижек.

В настоящее время оросительная сеть из закрытых распределительных и поливных трубопроводов с патрубками для полива виноградников построена в совхозе «Самгар» Ходжентского района Таджикской ССР на площади около 330 га. Испытания сети, проведенные НИС МГМИ, показали, что затраты на ее строительство окупаются за 2—3 года.

При поливе из закрытых поливных трубопроводов на участках с малыми уклонами М. Ф. Натальчук предложил подавать воду мощными передвижными насосными станциями непосредственно из распределителей первого порядка в закрытые транспортирующие трубопроводы, из которых вода поступает в закрытые поливные трубопроводы.

Такая схема полива осуществлена на двух опытных участках НИС МГМИ — в совхозе «Энгельский» Саратовской об-



Р и с. 14. Схема оросительной сети из подземных распределительных и поливных трубопроводов для полива виноградников, при расположении их рядков поперек склона:

1 — канал; 2 — водозабор в распределительный трубопровод; 3 — распределительные закрытые трубопроводы; 4 — поливные закрытые трубопроводы; 5 — головная задвижка «Лудло»; 6 — промывная задвижка «Лудло»; 7 — направление полива

ласти и на Ингулецкой оросительной системе на Украине. В совхозе «Энгельский» поливается сад на площади 50 га. Участок имеет прямоугольную форму длиной (в направлении рядков деревьев) 1000 и шириной 500 м. Посередине участка проходит транспортирующий трубопровод диаметром 279 мм, а от него вправо и влево отходят закрытые поливные трубопроводы длиной 250 м и через 250 м по длине транспортирующего трубопровода. Поливные трубопроводы заложены на глубине 0,35 м и через 100 см имеют отверстия диаметрами 6,9—8,1 мм. Вода в транспортирующий трубопровод подается из открытого канала при помощи передвижной насосной станции. Затраты на строительство этой сети составили 348 руб/га. Срок окупаемости — 2—3 года.

Закрытый стационарный трубопровод с выпуском воды на группу борозд имеет на расстоянии 8—10 м друг от друга стояки с отверстиями диаметром 4—5 см, перекрываемыми маленькими задвижками. Каждый стояк имеет 4—6 отверстий. Вода из них подается сначала в 4 или 6 борозд по одну сторону от стояка, а затем в 4 или 6 борозд по другую сторону. Таким образом, каждый стояк обслуживает 8—12 борозд. Из отверстий в борозды вода направляется при помощи небольших передвижных желобов из оцинкованного железа. Регулирование поливной струи здесь осуществляется индивидуально в каждую борозду с помощью задвижек.

Поливные машины

Поливные машины можно подразделить на две группы: машины, работающие в движении и позиционно.

Технология полива с помощью позиционно работающих машин мало отличается от полива из передвижных шлангов и трубопроводов. Здесь механизирован процесс перемещения шлангов или трубопроводов с позиции на позицию, а также процесс раскладки и сборки шлангов. Учитывая, что процесс перемещения трубопроводов механизирован, длину поливной борозды можно принимать сравнительно небольшой, а следовательно, равномерно увлажнять ее при малой величине поливной нормы. Борозды здесь должны иметь определенный уклон, обеспечивающий продвижение струи по борозде. Позиционно работающие двухконсольные машины с жесткими дождевальными-поливальными фермами или трубопроводами, если они оборудованы дождевальными насадками и имеют необходимый напор, при перемещении с позиции на позицию могут производить дождевание. Позиционно ра-

ботающие машины с гибкими сворачиваемыми шлангами при перемещении с позиции на позицию сворачивают шланги и поэтому дождевания производить не могут.

Поливные машины, работающие в движении, осуществляют полив, одновременно продвигаясь вдоль борозд. Эти машины менее требовательны к планировке поля. Они могут успешно работать даже на местности, не имеющей уклонов, ибо распределение воды по длине борозды здесь происходит не за счет движения поливной струи, а за счет движения машины. На полях с большими и средними уклонами по длине борозд необходимо делать перемычки, чтобы вода не скатывалась вниз по уклону, а равномерно распределялась по длине борозды. Поливные машины, работающие в движении, могут производить одновременно и полив по бороздам и дождевание.

Позиционно работающие машины разрабатываются в ЮжНИИГиМе, КазНИИВХе, в ГСКБ по ирригации Главсредазирсовхозстроя, в УкрНИИОЗе.

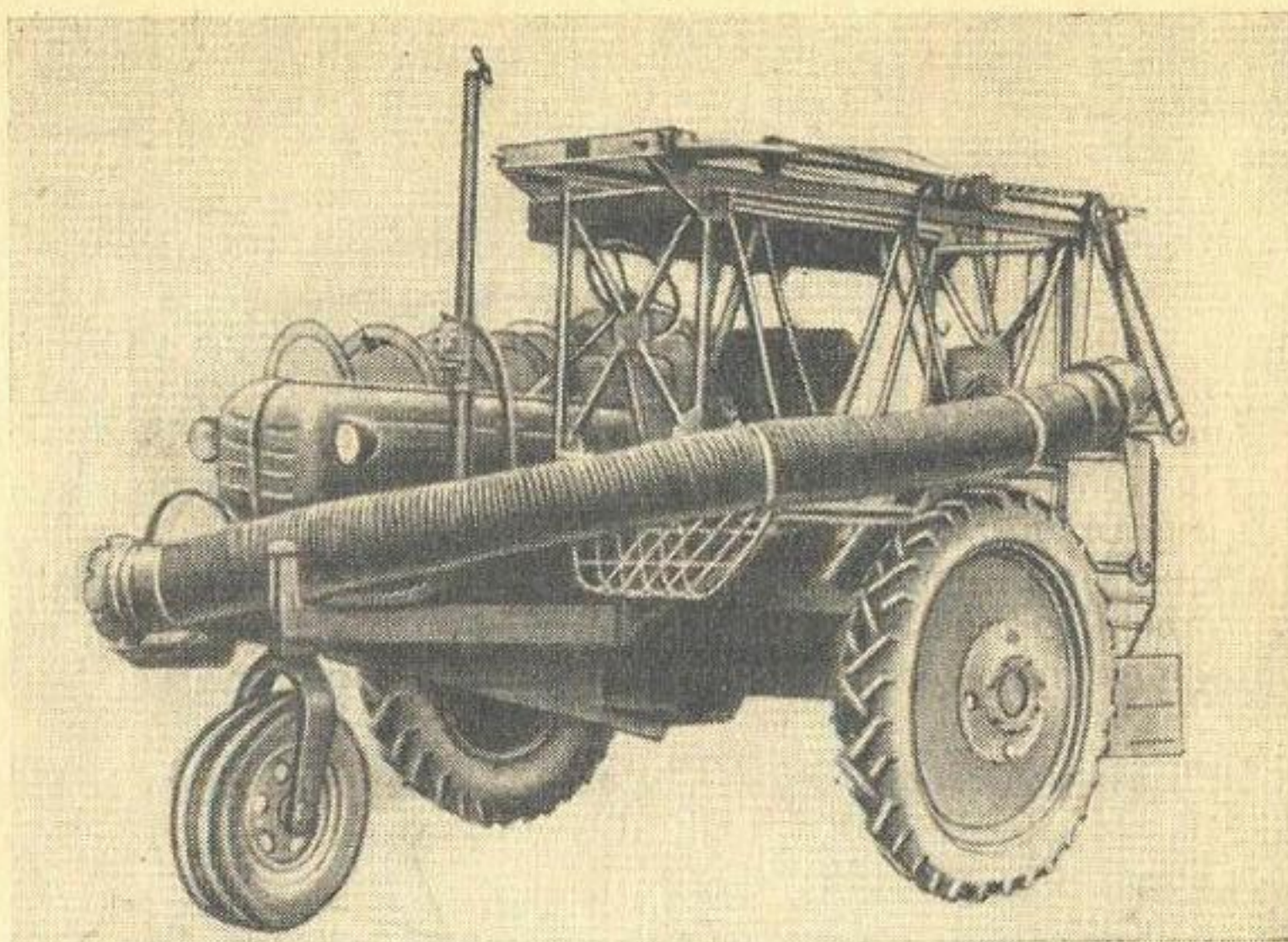
Так, в ГСКБ по ирригации Главсредазирсовхозстроя созданы поливные машины ППА-165, ПШН-165 и ПАН-165.

Поливной передвижной агрегат ППА-165 состоит из насосной станции ННС-165, навешенной на трактор, и прицепной тележки ТШП-400 с гидравлическим приводом для транспортировки, раскладки и сборки гибкого поливного шланга. Прицепная тележка представляет собой намоточный барабан, смонтированный на двухколесном прицепе с колеей 1200 мм. На барабан можно наматывать 400 пог. м поливного шланга диаметром 300—350 мм. Колеса тележки пневматические, унифицированные с передним колесом трактора Т-28ХЗ. Тележка может работать как в агрегате с насосной станцией ННС-165, так и самостоятельно на прицепе с любым трактором. В последнем случае вода в шланг подается или сифоном из канала (лотка) или из гидранта напорного распределительного трубопровода.

Транспортная скорость тележки 14 км/час, скорость раскладки и сборки шланга — 2,5—4 км/час. Вес тележки с комплектом шлангов — 610 кг. Обслуживает ее один человек.

Собирать шланг с политого участка здесь можно только после поспевания почвы.

Машина ППА-165 имеет производительность 0,47 га/час при поливной норме 1000 м³/га. Обслуживают машину два человека.



Р и с. 15. Поливальщик шланговый навесной ПШН-165

Стоимость ППА-165 3300 руб., годовой экономический эффект равен 1364 руб., а срок окупаемости — 2,7 года.

Поливальщик шланговый навесной ПШН-165 навешивается на трактор Т-28ХЗ (рис. 15). Основные узлы машины — контейнер, вмещающий 700 м транспортирующего шланга диаметром 300—350 мм; две катушки с приводом для намотки 500 м поливного шланга диаметром 200 мм; осевой насос 08-25-Г производительностью 150—175 л/сек при напоре 5 м вод. ст.

Машина механизмирует раскладку и сборку в основном транспортирующего шланга. Механизация раскладки и сборки поливных шлангов здесь решена лишь частично.

Транспортирующий шланг укладывается в контейнере гармошкой при помощи каретки с цепным реверсом, которая получает привод от бокового вала отбора мощности трактора. Подъем и опускание всасывающей линии насоса производится при помощи крана-укосины. Заливка насоса перед пуском производится автоматически газоструйным вакуум-аппаратом, установленным на выхлопной трубе трактора. На-

сос приводится в действие от главного вала отбора мощности через клиноременную передачу.

Производительность ПШН-165 на поливе 0,29 га/час при поливной норме 1000 м³/га. Обслуживают машину два человека. Годовой экономический эффект равен 1938 руб., а срок окупаемости машины 4,3 года.

Работа ПШН-165 осуществляется следующим образом. Проходя по краю поливного участка, машина раскладывает вдоль борозд транспортирующий шланг, а через каждые 100—200 м поперек борозд вручную раскладывается поливной шланг, который соединяется с транспортирующим при помощи гибких тройников муфт и хомутов. Поливные струи в борозды регулируются эксцентриковыми лепестковыми клапанами.

Поливной агрегат ПАН-165 отличается от ППА-165 и ПШН-165 в основном тем, что он позволяет собирать поливной шланг без заезда трактора на политый участок. Этот агрегат еще дорабатывается и усовершенствуется.

В УкрНИИОЗе разработана поливная машина НПМ-200/150, которая работает с трактором МТЗ-5ЛС. Расход воды, подаваемой этой машиной, 130—150 л/сек. Средняя производительность при поливной норме 800 м³/га, по данным Н. Ф. Хрустова, составляет около 0,5 га/час.

В КазНИИВХе разработан автоматизированный дождевально-поливной агрегат АДПА-120 на базе двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100М. Этот агрегат может осуществлять поливы по бороздам дождеванием, а также комбинированные поливы. Переключение с одного способа полива на другой автоматическое, при помощи троса с гидравлическим приводом. Забор воды агрегатом производится из эластичного шланга.

Средняя производительность агрегата 0,45 га/час при поливной норме 800 м³/га. Агрегат обслуживается одним человеком.

Использование на поливе агрегата АДПА-120 способствует увеличению (на 10—15%) урожайности сельскохозяйственных культур. Применение гибкого шланга вместо канала позволяет повысить коэффициент земельного использования до 97%.

Поливные машины, работающие в движении, разрабатываются во ВНИИГиМе и в Туркменском научно-исследовательском институте земледелия.

В Туркменском научно-исследовательском институте зем-

леделия разработана поливальная машина БДМ-200 для одновременного полива по бороздам и дождеванием.

Машина состоит из трех тележек — центральной и двух боковых, на каждой из которых установлено по одной металлической ферме длиной 60 м. Таким образом, общая ширина захвата машины — 180 м. К нижнему поясу ферм приварены штуцеры, на которые одеваются гибкие шланги диаметром 25—30 мм и длиной 2,1—2,2 м. Через эти шланги вода подается в борозды.

В верхнем поясе ферм через каждые 600 мм просверлены отверстия диаметром 1,8 мм для опрыскивания хлопчатника водой или раствором ядохимикатов.

Во время полива центральная тележка движется вдоль оросителя и с помощью насоса забирает воду и распределяет ее через гибкие шланги в борозды. Боковые тележки движутся по бороздам синхронно с центральной. Производительность насоса — 180 л/сек. Около 5—6% воды одновременно с подачей ее в борозды распределяется в виде дождя из отверстий в верхнем поясе фермы.

Для более равномерного распределения воды по длине борозд в них через каждые 25—30 м делаются перемычки.

Опыты показали, что при поливе машиной БДМ-200 вода по длине борозды распределяется довольно равномерно. Величина поливных струй, подаваемых машиной в борозды, — 0,6—0,8 л/сек.

Машина БДМ-200 за сутки поливает 18—19 га. Количество поливальщиков сокращается в три раза. При работе в движении машиной можно подавать от 225 до 800 м³ воды на гектар за один или два прохода.

За счет повышения влажности воздуха, создания более благоприятного микроклимата и смыва пыли с листьев растений урожайность сельскохозяйственных культур при поливе машиной БДМ-200 значительно повышается.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОЙ ПОЛИВНОЙ ТЕХНИКИ

Внедрение новой поливной техники связано с дополнительными капиталовложениями, т. е. с затратами на устройство и приобретение машин, трубопроводов, шлангов, трубок, сифонов и т. п.

Для того чтобы определить целесообразность капиталовложений в новую поливную технику, необходимо соизмерить

их с той дополнительной годовой прибылью, которая будет получена в результате внедрения новой техники.

Дополнительная годовая прибыль ($\Delta П$) получается как разность между прибылью, получаемой после внедрения новой техники ($П_2$), и прибылью, получаемой без применения новой техники ($П_1$).

$$\Delta П = П_2 - П_1.$$

Прибыль равна разности между стоимостью годового выпуска продукции ($Ц$) и себестоимостью годового выпуска продукции ($С$):

$$П = Ц - С.$$

Внедрение новой поливной техники позволяет увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, коэффициент земельного использования поля, а также получать продукцию более высоких сортов. Следовательно, стоимость получаемой продукции при внедрении новой поливной техники увеличивается.

Одновременно с этим себестоимость продукции после внедрения новой техники снижается или остается без существенных изменений. Лишь в отдельных случаях она увеличивается, но незначительно: намного меньше, чем стоимость продукции.

В результате этого прибыль, получаемая после внедрения новой техники полива, как правило, значительно выше, чем до ее внедрения. Следовательно, внедрение новой техники полива дает дополнительную годовую прибыль.

Целесообразность капиталовложений ($К$) измеряется сроком их окупаемости ($Т$):

$$\begin{aligned} T = \frac{K}{\Delta П} &= \frac{K}{П_2 - П_1} = \frac{K}{(Ц_2 - С_2) - (Ц_1 - С_1)} = \frac{K}{(Ц_2 - Ц_1) - (С_2 - С_1)} = \\ &= \frac{K}{\Delta Ц - \Delta С} \end{aligned}$$

где $\Delta Ц$ — стоимость дополнительной годовой продукции, полученной при внедрении новой техники;

$\Delta С$ — дополнительная себестоимость, получающаяся при внедрении новой техники (она может быть со знаком $(+)$ в случае увеличения себестоимости или со знаком $(-)$ в случае ее снижения).

Считается, что допустимый срок окупаемости новой поливной техники с точки зрения интересов конкретного хозяйства — не более 4—6 лет при больших сроках ее службы и не более 2—3 лет — при коротких.

На примере рассмотрим целесообразность внедрения комбинированной оросительной сети из асбестоцементных распределительных и поливных трубопроводов и полиэтиленовых поливных шлангов для полива хлопчатника в колхозе имени В. И. Ленина Пролетарского района Таджикской ССР на площади 240 га.

Капиталовложения на строительство этой сети составили 250 руб/га. Стоимость годовой продукции на этом участке выразилась в 970 руб/га, а на контрольном участке со старой техникой полива из временных оросителей — 808 руб/га.

Себестоимость поливов на участке с трубопроводами и шлангами составила 57,4 руб/га, а на контрольном участке — 43,3 руб/га.

Таким образом, себестоимость поливов при внедрении новой техники увеличилась, однако структура ее стала совершенно иной. Появились амортизационные отчисления на восстановление и капитальный ремонт, которых не было при старой технике полива из временных земляных оросителей. Оплата же ручного труда поливальщиков при внедрении новой техники сократилась почти в три раза.

Для упрощения расчетов с некоторым допущением принимаем, что себестоимость других видов работ после внедрения новой техники осталась без изменений. Тогда срок окупаемости капиталовложений в новую технику полива для рассматриваемого случая будет равен:

$$T = \frac{K}{(C_2 - C_1) - (C_2 - C_1)} = \frac{250}{(970 - 808) - (57,4 - 43,3)} = \frac{250}{162 - 14,1} =$$
$$= \frac{250}{147,9} = 1,7 \text{ года,}$$

т. е. применение новой поливной техники здесь экономически выгодно.

В том случае, когда имеется техническая возможность применить два или более вариантов новой поливной техники, после определения сроков окупаемости по каждому из вариантов принимается тот, при котором срок окупаемости наименьший.

В настоящее время и в ближайшем будущем преобладающими способами будут поверхностные самотечные поливы.

Способами улучшения поверхностных самотечных поливов и их автоматизации и механизации являются: организация сосредоточенных поливов, полив по удлиненным качественно нарезанным поливным бороздам на основе тщательной планировки и ежегодного выравнивания полей, автоматизация или механизация распределения и подачи воды в поливные борозды из тщательно армированных выводных борозд, поливных трубопроводов, шлангов, лотков и поливных машин.

Внедрение новой поливной техники экономически выгодно, так как дополнительные капиталовложения на ее приобретение и устройство окупаются за счет дополнительной прибыли в течение 2—5 лет.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Существующая техника полива сельскохозяйственных культур и ее недостатки	4
Пути улучшения поверхностных самотечных поливов	8
Сосредоточенные поливы	9
Удлиненная поливная борозда на основе тщательной планировки и ежегодного выравнивания полей	11
Автоматизация распределения воды по бороздам	19
Тщательно армированная выводная борозда	19
Передвижной поливной трубопровод или лоток	26
Стационарный закрытый поливной трубопровод или лоток	39
Поливные машины	48
Экономическая эффективность применения новой поливной техники	52

Вячеслав Александрович Сурин

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ САМОТЕЧНЫХ СПОСОБОВ ПОЛИВА

Редактор З. В. Купцова
Технический редактор Э. А. Шешнева
Корректор Н. Ю. Боченкова

Л 36901.	Сдано в набор 13/III 1970 г.	Подп. в печ. 8/V 1970 г.
Объем 3,25 усл.-печ. л.	2,8 уч.-изд. л.	Формат 60×84 ^{1/16} .
Тираж 4500.	Изд. № 940.	Заказ 123. Бум. № 2. Цена 9 коп.

Типография № 1 Росглаволиграфпрома Комитета по печати
при Совете Министров РСФСР. Москва, Садово-Самотечная, 1

9 коп.

МОСКВА — 1970