

УДК 502/504:631.672.4

А. А. Терпигорев, канд. техн. наук

Федеральное государственное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга»

ВОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ

Рассмотрены водосберегающие технологии полива по бороздам: полив переменным расходом, импульсный полив и полив с рассредоточенной подачей расхода по длине поливных борозд. Показана эффективность их применения в зарубежной и отечественной практике. Применение водосберегающих механизированных технологий увеличивает производительность труда поливальщика, снижает эрозию почвы, позволяет выдавать поливные нормы до 500...600 м³/га с равномерным распределением по длине поливных борозд при практическом исключении концевых сбросов.

In this article there are shown water-saving furrow irrigation technologies with changeable flow rate, surge furrow irrigation and furrow irrigation with dispersed discharge delivery along the furrow. The author compares the efficiency of these technologies application in Russia and abroad. The water-saving modern mechanized technologies application changes the nature of the irrigator work, increases its efficiency, decreases the soil erosion, and makes it possible to deliver irrigation rates up to 500-600 m³/ha with uniformity of application (0,8...0,9) along the furrow length with practically no end run-off. Developed furrow irrigation technologies may be used in a newly built and in reconstructed high pressure sprinkler irrigation systems transferred to furrow irrigation technologies when pressure in irrigation pipelines is decreased in two times.

Поверхностный полив — наиболее низкоэнергоемкий способ орошения. Эта особенность и определила его наибольшее распространение в мире. Площади с поверхностным поливом в США составляют 45 %, а уровень механизации современных систем поверхностного полива приближается к уровню механизации дождевальных систем. Капитальные вложения на такие системы достигают 50 % от капитальных вложений на дождевальные системы с высоконапорными машинами, работающими по кругу, а эксплуатационные затраты — на 30 % ниже. По сравнению с низконапорными дождевальными системами капитальные вложения в строительство систем поверхностного полива ниже на 47 %, а эксплуатационные — на 15 %. Ремонт систем поверхностного полива в 7–8 раз дешевле, чем высоконапорных дождевальных.

В США величина удельных капитальных вложений на строительство систем под водосберегающие технологии зависит от длины борозд и технологии полива, и при длине поливных

борозд 400 м составляет: полив сифонными трубками из облицованных каналов — 12,2 тыс. р./га; полив из перфорированных трубопроводов — 6,3 тыс. р./га; дискретный (импульсный) полив из переносных поливных трубопроводов — 35,3 тыс. р./га; полив переменным расходом с применением системы «каблигатор» — 20,2 тыс. р./га. Эффективность применения водосберегающих технологий — 60...75 %, что сопоставимо с дождеванием (табл. 1).

В отечественной практике также разработаны и прошли апробацию новые водосберегающие технологии полива по бороздам, в том числе: полив переменным расходом, дискретный (импульсный) полив, полив с рассредоточенной подачей расхода по длине поливных борозд и другие, обеспечивающие явные преимущества в повышении качества полива и экономии оросительной воды перед традиционным ручным поливом. Общие виды технических средств полива и технологические схемы приведены на рис. 1 и 2.

Таблица 1

Эффективность способов и технологий полива, по оценкам специалистов США

Способ полива	Технология, техника	Эффективность, %
Дождевание	Колесный дождевальнй трубопровод	60...65
	Дальнеструйные дождевальные агрегаты	50...60
	Консольные дождевальные машины	50...60
	Дождевальные шлейфы	60...75
	Переносные дождевальные трубопроводы	60...75
Микродождевание	Микродождеватели	70...90
Поверхностный полив	Дискретный (импульсный) полив по бороздам трубопроводами с управляемыми клапанами	60...75
	Полив из временных оросителей (традиционный)	50...55
	Полив из перфорированных трубопроводов	50

Разработанная Всероссийским научно-исследовательским институтом систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга» автоматизированная технология полива переменным расходом позволяет проводить полив в период доувлажнения уменьшенным расходом не в 2 раза, как это принято на практике, а расходом, уменьшающимся пропорционально впитывающей способности почвы. Такая водоподача осуществляется без изменения напора и расхода на гидранте. Реализацию этой технологии полива осуществляют с помощью автоматизированного поливного устройства АШУ-4 (рис. 1а).

Автоматизированное шланговое устройство АШУ-4 представляет собой вращающийся от гидропривода барабан с намотанным на нем гибким трубопроводом, в конце которого выполнены водовыпускные отверстия с диаметрами, уменьшающимися к концевой части. При перемещении гибкого трубопровода поперек борозд сначала в борозду подается наибольший расход, а потом уменьшенный, благодаря чему достигается доувлажнение, равномерное распределение поливной нормы и практически исключается концевой сброс.

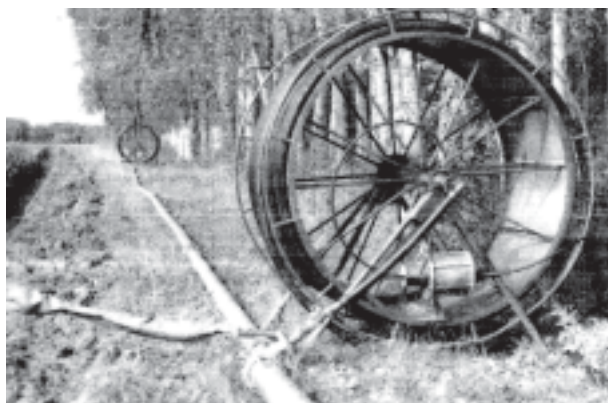
Работа поливального устройства заключается в вытягивании гибкого трубопровода на всю его длину с помощью размоточного устройства или трактора, в установке на гидроприводе заданной скорости вращения барабана и открытии гидранта, а процесс полива переменным расходом осуществляется автоматически (рис. 2а).

Разрабатываемый передвижной вариант автоматизированного шлангового устройства АШУ-4М позволит увеличить орошаемую площадь и упростит его ремонт и хранение в неполивной период.

Разработанная технология дискретного (импульсного) полива представляет собой подачу постоянного или переменного расхода импульсами, чередующимися паузами, равными по продолжительности. Полив без изменения величины подаваемого расхода импульсами равной продолжительности сокращает время добега воды до конца поливной борозды по сравнению с непрерывной подачей этого же расхода. Такая водоподача в борозды повышает равномерность увлажнения почвы по длине поливных борозд. Величину подаваемого расхода и продолжительность импульса водоподачи назначают, исходя из времени добега воды по увлажненной борозде.

Реализацию такой технологии полива осуществляют с помощью переносного комплекта дискретного полива КДП-У (рис. 1б). Комплект включает два поливных трубопровода с водовыпусками, два гидравлически управляемых клапана и гидравлический генератор импульсов для поочередного открытия и закрытия управляемых клапанов.

Работа поливального устройства при поливе КДП-У включает раскладку и подсоединение подводящего и поливных трубопроводов, установку и подсоединение генератора импульсов, подсоединение комплекта к гидранту оросительной сети. Длительность импульсов водопо-



а



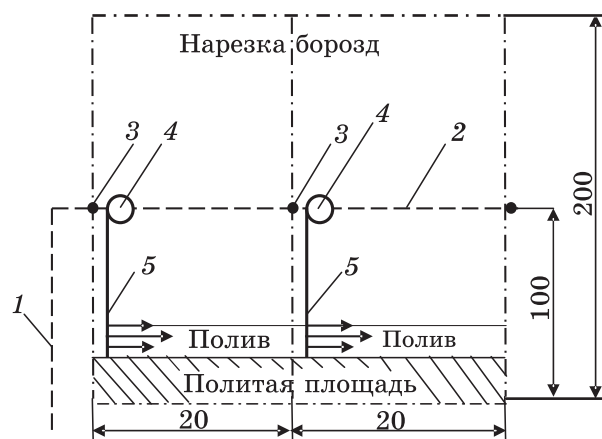
б



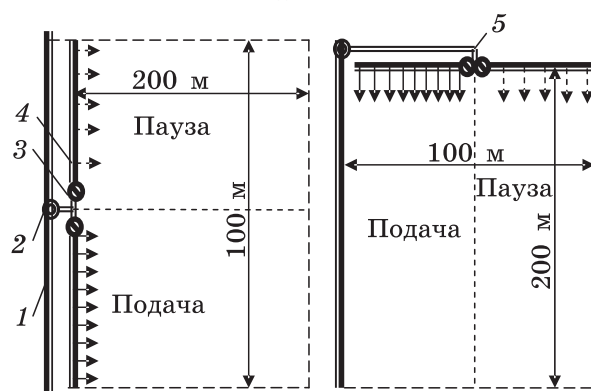
в

Рис. 1. Техника для водосберегающих технологий полива по бороздам: а — автоматизированное шланговое поливное устройство АШУ-4 для полива переменным расходом и с дискретным регулированием водоподдачи; б — переносной комплект дискретного полива КДП-У; в — поливная шланговая машина типа ТКП-90 и ТКУ-100 для полива с рассредоточенной подачей расхода по длине поливных борозд

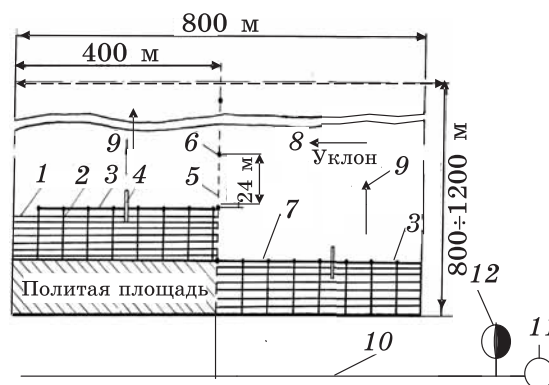
дачи задают на гидравлическом генераторе импульсов. При открытии генератором одного из управляемых клапанов осуществляется подача воды в борозды из подсоединенного к нему поливного трубопровода, при его закрытии автоматически открывается другой управляемый клапан, и вода подается в другой смежный трубопровод.



а



б



в

Рис. 2. Технологические схемы работы технических средств полива. АШУ (а): 1 — распределительный трубопровод; 2 — участковый распределитель; 3 — гидрант; 4 — АШУ; 5 — гибкий поливной трубопровод; КДП-У (б): 1 — участковый распределитель; 2 — гидрант; 3 — исполнительные клапаны в блоке с генератором; 4 — поливной шланг; 5 — транспортирующий шланг; ТКУ-100П (в): 1 — поливные борозды; 2 — поливной шлейф; 3 — крыло поливной машины; 4 — приводная тележка; 5 — закрытый оросительный трубопровод; 6 — гидрант; 7 — второе крыло поливной машины; 8 — уклон поля; 9 — направление перемещения тележек; 10 — распределительный трубопровод; 11 — насосная станция; 12 — гидроподкормщик или ввод подготовленных животноводческих стоков

Длительность импульсов водоподачи назначают, исходя из времени добега воды до конца увлажненной борозды (рис. 2б). Для полива, автоматизированного дискретной струей, может быть применено АПУ-4. Для этого его водовыпуски через один выполняют закрытыми. Количество импульсов водоподачи назначают, исходя из равномерного распределения поливной нормы.

Импульсный полив — эрозионно безопасная технология. При первом пуске воды в борозду находящиеся в воде взвешенные частицы почвы и ила при полном впитывании воды в паузу плотно кольматируют промежутки между почвенными агрегатами. При этом исключается образование диспергированной, легко размываемой массы, которая при обычном поливе постоянным расходом смыывается в нижнюю часть борозды.

Технология полива по бороздам с рассредоточенной подачей расхода по их длине представляет собой одновременную подачу воды расходом 0,1...0,3 л/с в длинную 400-метровую борозду через каждые 50 м. Такая технология аналогична поливу по коротким бороздам, что отвечает экологически безопасному орошению. Короткие участки борозд позволяют обеспечить равномерность распределения поливной нормы по длине четырехсотметровой борозды не ниже 0,7.

Механизация полива по разработанной технологии обеспечивается с применением поливных шлейфовых машин ТКП-90 и ТКУ-100П. Поливные машины однотипны по конструкции: ТКП-90 выполнена на базе дождевальной машины ДКШ-64 «Волжанка» с диаметром водопроводящего трубопровода 130 мм, а диаметр водопроводящего трубопровода ТКУ-100П — 150 мм. Каждая из этих машин состоит из двух колесных трубопроводов (крыльев) (рис. 1в). На водопроводящем трубопроводе через 50 м установлены вращающиеся муфты с подсоединенными к ним поливными шлейфами, с водовыпусками, оснащенными гасителями. В середине каждого колесного трубопровода находится приводная

тележка с двигателем внутреннего сгорания мощностью 1,5 кВт. На ТКУ-100П может быть применен электродвигатель, работающий от генератора, смонтированного на тракторе Т-16М.

Работа поливальщика (оператора) ТКП-90 и ТКУ-100П состоит в установке с помощью приводной тележки крыла поливной машины против гидранта, подсоединении его к гидранту и его открытии (рис. 2в).

В зависимости от величины подаваемого расхода 0,1...0,3 л/с на почвах средней и слабой водопроницаемости с уклонами до 0,01 норма добега по этой технологии составляет 220...650 м³/га, а норма доувлажнения — 50...190 м³/га. Продолжительность полива при рассредоточенной подаче расходов по 0,2 л/с на почвах средней водопроницаемости составляет 4,9 ч, а на почвах слабой водопроницаемости — 2,26 ч, величина поливных норм соответственно — 660 и 285 м³/га.

Равномерное распределение поливной нормы по длине поливных борозд (0,8...0,9) по сравнению с традиционным поливом способствует повышению урожайности хлопчатника с 22,9 до 36 ц/га. Экономия воды за один полив составляет 400...900 м³/га, а сезонная производительность труда на поливе повышается в 4–5 раз.

Технические характеристики разработанных технических средств полива приведены в табл. 2.

Модульное построение оросительных систем с техникой поверхностного полива, модификация технических средств по типоразмерам позволяют применять такие системы на крупных площадях и на мелкоконтурных участках и опытных делянках для обеспечения водных и питательных режимов почвы.

Потенциальное применение технологии поверхностного полива на площадях, распределенных по природно-климатическим зонам: степная зона — 23 %; сухостепная — 7 %; полупустынная — 4 %, или в сумме 34 % общей площади сельскохозяйственных угодий.

Таблица 2

**Техническая характеристика технических средств полива
для водосберегающих технологий**

Показатель	Технические средства полива		
	АПУ-4	КДП-У	ТКП-90 ТКУ-100
	Тип поливного устройства		
	Стационарный	Переносной	Передвижной (бензиновый или электрический) двигатель
Расход, л/с	4	20...30	90/110 на два крыла
Напор на входе, м	40	0,8...3	20...25
Расход, подаваемый в борозду, л/с	до 1,0	до 0,5	0,1...0,3
Длина поливных борозд, м	200	200	50
Расстояние между водовыпусками, м	от 0,7; 0,9 до 1,4; 1,8	0,7; 0,9	0,7; 0,9
Расстояние между гидрантами сети, м	200	200	18/24
Площадь полива с одной позиции, га	2,0	2,0	1,4/1,92 на два крыла
Сезонная нагрузка, га	4	20...25	70/80
Равномерность распределения поливной нормы	0,8...0,9	0,7...0,90	0,7...0,90
Обслуживающий персонал, чел. на устройство	1/8	1/2	1/2

В нечерноземной зоне технологии поверхностного полива используют при орошении овощных культур без предъявления высоких требований к оросительной воде, а шлейфовая поливная машина ТКУ-100П может быть применена для орошения прифермских кормовых севооборотов с поливом по бороздам подготовленными животноводческими стоками.

Наибольший интерес поверхностный полив может представлять для Волгоградской, Саратовской, Ростовской областей, Северного Кавказа, Ставропольского и Краснодарского краев. Во многих районах при проведении поверхностного полива отмечено увеличение урожайности зерновых (Северный Кавказ) на 20...30 % по сравнению с дождеванием. Достигнутые показатели качества технологического процесса полива по бороздам обеспечиваются при скорости ветра до 12 м/с, а при дождевании — только до 5 м/с.

Механизированные технологии найдут применение как при строительстве новых систем, так и при реконструкции внутрихозяйственной оросительной сети с высоконапорной дождевальной техникой под технологии поверхностного полива, в первую очередь в тех районах, от-

куда (1970–1980) ручной полив из временных был вытеснен механизированным и автоматизированным дождеванием: Волгоградская область — 16,7 тыс. га, Саратовская область — 5,2 тыс. га.

Успешному развитию водосберегающих механизированных технологий поверхностного полива по бороздам способствуют: разработанная высокоточная, с использованием лазерной техники, технология подготовки поверхности орошаемых площадей под поверхностный полив; налаженное производство базовой дождевальной техники и разработанные технические решения для их адаптации под водосберегающие технологии полива; изменение характера труда поливальщика за счет исключения из состава работ трудоемкого, субъективного распределения поливного тока по бороздам; водосбережение и эрозийно безопасное проведение полива. Эффективность применения разработанных технологий не уступает зарубежным аналогам и составляет не ниже 75 %.

Ключевые слова: водосберегающие технологии, полив по бороздам, поливные нормы, эрозия почвы, концевые сбросы, технология дискретного полива, модульное построение оросительных систем, эрозийно безопасное проведение полива.