

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ВАСХНИЛ

**ОРОШЕНИЕ
В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ**



ВСЕСОЮЗНАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК ИМЕНИ В. И. ЛЕНИНА

ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ

ОРОШЕНИЕ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Под редакцией
кандидата технических наук *В. Ф. Носенко*



МОСКВА «КОЛОС» 1981

Редакционная коллегия:

академик Ц. Е. Мирцхулава, доктор экономических наук
А. В. Узрюмов, кандидат технических наук
В. Ф. Носенко, кандидат технических наук
В. Д. Бердышев, доктор технических наук
Г. Ю. Шейнкин

В сборнике рассмотрены существующие способы орошения и новые разработки по технологии и технике полива в горных условиях. Описаны факторы, влияющие на выбор способа и техники полива.

Приведены результаты исследований по дождеванию, поверхностному поливу, капельному орошению на склоновых землях.

Большое внимание уделено вопросам водной эрозии склоновых земель и приемам ее предотвращения.

Одобрено и рекомендовано для издания Отделением гидротехники и мелиорации ВАСХНИЛ.

О $\frac{40305-201}{035(01)-81}$ 288-81. 3802030100

РАЙОНИРОВАНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В АРМЯНСКОЙ ССР ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СПОСОБОВ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА

Е. С. АКОПОВ

*Армянский научно-исследовательский институт
водных проблем и гидротехники*

В климатических условиях Армянской ССР орошение играет большую роль в развитии сельского хозяйства. Оптимальные режимы орошения сельскохозяйственных культур осуществляются различными способами и техникой полива. К экономически целесообразным способам и технике полива предъявляются следующие требования:

обеспечить впитывание в почву необходимых поливных норм за весь период вегетации растений (в соответствии с оптимальным режимом орошения);

рационально использовать оросительную воду. Коэффициент полезного использования воды (КПД техники полива) должен быть не менее 0,9...0,95;

способствовать сохранению водопроходной структуры почвы и тем самым обеспечить наиболее оптимальные водный, воздушный и питательный режимы почвы;

не допускать ирригационной эрозии почв в процессе поливов;

обеспечить высокую производительность труда при поливах.

В Армянской ССР орошение проводят в сложных условиях горного рельефа на сильно пересеченной местности. Орошаемые земли располагаются на склонах крутизной 0,5...30° и более (табл. 1).

Весьма разнообразна структура поливных участков, площадь которых составляет 1...20 га и более (табл. 1), а число участков достигает более 33 тыс. Все это свидетельствует о сложности и трудности применения различных средств механизации процесса полива и большой опасности развития процессов эрозии почв при поливах.

Таблица 1. Рельефные условия и структура поливных участков

Сельскохозяйственные зоны	Распределение орошаемых земель, % по крутизне склонов							Всего участ- ков	Число поливных участков по площади, га						
	1°	1...3°	3-5°	5...8°	8...12°	12...20°	20...30°		30°	20	20...10	10...5	5...3	3...1	1
Араратская равнина	50,0	27,4	15,9	4,8	0,7	1,2	—	—	11 925	567	1207	2179	2347	2971	2 654
Предгорная	7,5	38,6	34,5	14,5	1,5	2,4	1,0	—	9 392	349	394	677	1094	2067	4 811
Центральная	10,0	30,1	22,9	19,0	14,5	2,2	0,8	0,5	1 054	94	122	125	199	305	209
Ширакская	28,4	41,4	14,1	9,7	6,2	0,2	—	—	1 388	337	403	284	157	146	61
Лори-Памбакская	23,2	14,2	25,1	17,5	8,8	6,2	5,0	—	196	66	59	51	29	14	7
Северо-восточная	11,5	22,6	15,4	14,4	18,8	6,2	6,3	4,8	2 153	197	312	327	360	489	468
Севанская	35,1	41,0	11,8	10,5	0,7	0,5	0,4	—	3 643	316	449	699	618	802	759
Бассейн р. Арпа	—	21,8	22,1	27,0	20,3	5,5	2,0	1,3	2 913	39	87	194	469	852	1 272
Бассейн р. Воротан	23,6	26,6	21,1	11,9	10,0	2,6	2,1	2,1	1 376	89	126	196	210	411	351
Мегри-Кафанская	6,2	16,7	30,9	10,2	4,5	5,4	8,5	17,6	1 580	—	3	45	240	454	838
По Армянской ССР	28,8	32,3	19,1	10,7	5,1	2,0	1,2	0,8	33 350	1950	2991	4466	5177	7895	10 871

Весьма неблагоприятны и разнообразны метеорологические условия по зонам с точки зрения их влияния на целесообразность применения полива дождеванием.

В таблице 2 приведены расчетные значения температуры воздуха (t , °C), относительной влажности воздуха (r , %) и скорости ветра, оказывающих большое влияние на испарение при поливе дождеванием. Приведенные в таблице 2 расчеты показывают, что потери воды при дождевании за критический период (июль—август) колеблются по зонам от 12 до 29%, в зависимости от количества поданной воды. Столь большие потери воды исключают возможность проведения круглосуточного полива дождеванием. В зависимости от типа дождевальных машин в большинстве районов орошения в течение суток для полива могут быть использованы только 6...12 ч. Лишь в отдельных районах (северо-восточная и Лори-Памбакская зоны) все дождевальные агрегаты могут использоваться круглосуточно.

Основные недостатки применяемых систем орошения, способов и техники полива следующие:

коэффициент полезного использования оросительной воды η низок и составляет лишь 0,35...0,39, то есть около 61...65% воды теряется бесполезно. Из общего объема потерянной воды около одной трети идет на фильтрацию из межхозяйственной сети каналов (при КПД систем 0,75...0,78), остальная часть теряется во внутрихозяйственных оросительных сетях на сброс и глубинную фильтрацию;

подверженность почв ирригационной эрозии. Исследованиями отдела орошения АрмНИИВПиГ установлено, что ирригационной эрозии ежегодно подвергаются около 133 тыс. га орошаемых земель, а количество смываемой почвы составляет около 3,3 млн. т. Средняя интенсивность смыва 24,7 т/га в год;

низкая производительность труда поливальщиков. Поливы в основном проводят вручную, без применения средств механизации. В наиболее благоприятных условиях Араратской равнины производительность труда поливальщика составляет 0,5...1,5 га/сутки. В тяжелых условиях предгорного и горного рельефов производительность труда поливальщика колеблется от 0,35 до 0,8 га/сут;

урожайность большинства сельскохозяйственных культур изменчива во времени и в зависимости от кли-

Таблица 2. Основные климатические характеристики по зонам и их влияние на полив дождеванием, за оросительный период/за критический период (VII...VIII)

Сельскохозяйственные зоны	Высота над уровнем моря, м	Средняя температура воздуха t , °C	Средняя относительная влажность воздуха f , %	Расчетная скорость ветра v_p , м/с	Потери воды на испарение при дождевании, %	Допустимое использование времени суток при дождевании, %
Аракатская равнина	800...1000	27/35	50/30	2,5/2,8	16/28	0...55/0...44
Предгорная	1000...1500	25/35	55/30	3,2/3,9	13/29	0...60/0...48
Центральная	1400...2000	20/28	65/50	3,4/3,4	9/17	0...75/0...25
Ширакская	1500...1800	25/30	60/45	3,2/3,0	12/19	0...90/0...65
Лори-Памбакская	1400...1700	20/27	70/60	1,5/1,5	6/15	65...100/65...100
Северо-восточная	400...1500	27/32	75/60	1,2/1,5	6/12	100/100
Севанский бассейн	1900...2100	22/30	65/40	4,5/5,0	11/26	0...80/0...50
Бассейн р. Арпа	100...1500	30/35	50/30	2,1/2,5	15/26	25...100/15...100
Бассейн р. Воротан	1400...1900	25/29	65/50	1,7/2,0	8/15	40...80/40...70
Мегри-Кафанская	500...1000	27/32	60/45	2,3/2,0	11/18	42...100/50...100

матических условий года резко колеблется относительно низкого среднего уровня.

Исследования показали, что основные причины перечисленных недостатков следующие:

неудовлетворительное мелиоративное состояние орошаемых земель, не позволяющее применять существующие средства механизации полива. Около 130 тыс. га орошаемых земель требуют проведения капитальной планировки поливных участков;

способы и элементы техники полива назначают и применяют без учета почвенно-рельефных условий орошаемого участка и поливаемой культуры;

применяемая агротехника возделывания культур (вспашка, посев, обработка почвы, размещение культур) не всегда отвечает основным требованиям орошения и обуславливает применение нерациональных способов и техники полива;

разработку новых проектов орошения и реконструкцию старых оросительных систем, в частности способов и техники полива, проводят без учета особенностей предгорного и горного рельефов местности. Это является одной из основных причин того, что в горных условиях на новоорошаемых землях исключается возможность применения научно обоснованных систем орошения, наиболее эффективных способов полива, рациональных элементов техники полива и существующих средств механизации и автоматизации для полива сельскохозяйственных культур.

С целью устранения отмеченных выше недостатков в орошаемом земледелии отделом орошения АрмНИИВПиГ разработаны и рекомендованы мероприятия по применению наиболее эффективных и научно обоснованных систем орошения в различных природно-хозяйственных зонах Армянской ССР.

Районирование орошаемых земель по применению наиболее целесообразных способов и рациональных элементов техники полива. Необходимость районирования орошаемых земель по способам и технике полива диктуется тем, что степень эффективности различных способов полива зависит от конкретных природно-хозяйственных условий.

Результаты проведенного районирования по применению наиболее эффективных способов полива приведены в таблицах 3, 4.

Таблица 3. Рекомендуемые площади полива севооборотных культур по бороздам и полосам

Сельскохозяйственные зоны	Культуры	Полив по бороздам			Полив по полосам на скло- нах с ук- лоном местности 0,002
		пло- щадь, га	в том числе на склонах крутизной		
			<1°	1...3°	
Араратская рав- нина	Овощные	3 880	2 520	1 360	—
	Зерно и травы	18 957	4 860	6 150	8 000
	Пропашные	7 740	5 280	2 460	—
Предгорная	Овощные	600	600	—	—
	Зерно и травы	14 680	1 085	13 595	—
	Пропашные	2 090	1 000	1 090	—
Центральная	Зерно и травы	2 520	360	2 160	—
	Пропашные	1 250	280	970	—
Ширакская	Зерно и травы	19 120	4 850	12 770	1 500
	Пропашные	7 650	3 250	4 400	—
Лори-Памбакская	Зерно и травы	440	185	255	—
	Пропашные	610	380	230	—
Северо-восточная	Зерно и травы	2 990	880	2 110	—
	Пропашные	3 700	1 250	2 450	—
Севанская	Овощные	140	140	—	—
	Зерно и травы	20 280	5 920	11 860	2 500
	Пропашные	3 540	2 315	1 225	—
Бассейн р. Арпа	Овощные	170	—	170	—
	Зерно и травы	645	—	645	—
	Пропашные	610	—	610	—
Бассейн р. Воро- тан	Зерно и травы	3 110	1 250	1 860	—
	Пропашные	1 500	500	1 000	—
Мегри-Кафанская	Зерно и травы	—	—	—	—
	Пропашные	445	75	370	—
По Армян- ской ССР	Овощные	4 790	3 260	1 530	—
	Зерно и травы	82 735	19 330	51 405	12 000
	Пропашные	29 135	14 330	14 805	—

Мероприятия по капитальной планировке орошаемых земель. В результате проведенных АрмНИИВПиГ исследований установлено, что для применения районированных способов, рациональных элементов техники полива и существующих средств механизации процесса полива необходимо провести капитальную планировку орошаемых земель на площади 130 тыс. га.

С целью уменьшения объема земляных работ, величины срезки и насыпи почвенного слоя и длины пути

Таблица 4. Рекомендуемые площади полива дождеванием

Сельскохозяйственные зоны	Культуры	Площадь, га	В том числе на склонах крутизной				
			<1°	1-3°	3-5°	5-8°	8-12°
Аракатская равнина	Овощные	100 000	5000	5000	—	—	—
Предгорная	Зерно и травы	1720	—	—	1720	—	—
Центральная	Овощные	360	180	180	—	—	—
	Зерно и травы	4190	—	—	1880	1310	1000
Ширакская	Овощные	770	350	420	—	—	—
	Зерно и травы	4790	—	—	670	2450	1670
Лори-Памбакская	Овощные	270	135	135	—	—	—
	Зерно и травы	340	—	—	220	120	—
Северо-восточная	Овощные	700	350	350	—	—	—
	Зерно и травы	1860	—	—	1500	360	—
Севанская	Зерно и травы	6500	—	—	3475	3025	—
Бассейн р. Арпа	Зерно и травы	2460	—	—	1040	820	600
Бассейн р. Воротан	Овощные	160	80	80	—	—	—
	Зерно и травы	710	50	120	—	—	—
Всего по Армянской ССР	Овощные	12 430	6145	6285	—	—	—
	Зерно и травы	24 860	—	—	12 365	8725	3770
Площадь дождевания — всего		37 290	6145	6285	12 365	8725	3770

перемещения почвы необходимо проводить локальную планировку по отдельным небольшим участкам, длина которых равна длине борозд или полос. При такой схеме капитальной планировки земель величина срезки и насыпи составит не более 10...12 см.

Данные о потребности в капитальной планировке орошаемых земель, основных условиях и требованиях, предъявляемых к планировке, приведены в таблице 5.

Мероприятия по борьбе с ирригационной эрозией почв на орошаемых землях. Возделывание и орошение сельскохозяйственных культур в сложных условиях горного рельефа, на крутых и покатых склонах сопряжены с опасностью развития водной эрозии почв и большими затруднениями в механизации процесса полива. Поэтому для успешного применения целесообразных способов полива необходимо осуществить ряд надежных и эффективных мероприятий, обеспечивающих гарантированную защиту почв от ирригационной и естественной эрозии и позволяющих механизировать процессы полива.

К таким мероприятиям относятся: правильное размещение культур по элементам рельефа, применение контурных систем земледелия, террасирование крутых и покатых склонов, планировка поверхности поливных участков, правильное размещение поливной сети, качественная нарезка поливной сети (борозды и полосы) и производство полива.

При возделывании пропашных культур и виноградников требуется ежегодная вспашка и многократная обработка почвы за период вегетации. Поэтому почвы под этими культурами имеют очень слабую противоэрозионную устойчивость, легко подвергаются смыву при поливе и выпадении естественных осадков. Целесообразно применять следующее размещение сельскохозяйственных культур по элементам рельефа местности: все виды пропашных, зерновые и однолетние травы — на склонах до 3° , многолетние травы — до 7° , виноградники — до $5...6^\circ$, плодовые сады и прочие деревонасаждения — на склонах крутизной до $25...30^\circ$.

На склонах крутизной более 3° требуется повсеместно применять так называемую контурную систему земледелия, то есть когда все виды обработок почвы проводят поперек склона местности (в направлении горизонталей или под небольшим углом к ним $i = 1...2^\circ$).

Таблица 5. Площади земель, подлежащие капитальной планировке

Сельскохозяйственные зоны	Площадь, подлежащая планировке, га	В том числе распределение площади по крутизне склонов, га			Длина участков, подлежащих капитальной планировке, м	Основное требование, предъявляемое к качеству планировки поверхности поливных участков
		<1°	1-3°	3-5°		
Аракатская равнина	20 000	14 200	5 800	—	70...220	Обеспечить постоянство уклона поливных борозд и полос по длине участка. Допустимая величина отдельных отклонений от проектной плоскости $\pm 3...5$ см
Предгорная	19 000	2 685	16 315	—	50...130	
Центральная	8 300	820	3 310	1 870	2300	
Ширакская	32 000	9 950	18 190	1 880	1980	
Лори-Памбакская	1 700	740	620	340	—	
Северо-восточная	103 000	2 530	4 910	2 500	360	
Севанская	26 500	10 875	13 085	2 540	—	
Бассейн р. Арпа	3 900	—	1 440	1 040	1420	
Бассейн р. Воротан	7 100	1 870	2 040	1 290	1000	
Мегри-Кафанская	1 200	125	490	445	140	
Всего по Армянской ССР	130 000	23 795	67 100	11 905	7200	50...220

Необходимость в террасировании склонов возникает при возделывании виноградников на склонах крутизной более $5...6^\circ$ и плодовых садов на склонах крутизной более 12° .

Целесообразная ширина полотна террас 4,5 м. Допустимые продольные уклоны террас при возделывании виноградников $i=0,002...0,005$, а при возделывании плодовых садов $i=0,005...0,01$.

В зависимости от размещения сельскохозяйственных культур на склонах различной крутизны может быть установлена орошаемая площадь, подлежащая террасированию (табл. 3).

На склонах крутизной до $5...6^\circ$ ($i \leq 0,1$) повсеместно требуется провести планировку поверхности поливных участков (за небольшим исключением части земель Араратской равнины). Объем земляных работ при планировке можно принять, согласно рекомендации ВНИИГиМ, от 750 до 1000 м³/га, причем с увеличением крутизны склона объем земляных работ уменьшается. Планировку поверхности поливных участков рекомендуется проводить существующими длиннобазовыми планировщиками.

Организация территории поливных участков и размещение поливной сети в основном предопределяются указанными выше агротехническими мероприятиями и степенью расчлененности местности.

При организации территории поливных участков необходимо учитывать следующие требования:

поливы по бороздам и приствольным чашам проводят поперек склона — в Абовянском, Аштаракском, Талинском, Ехегнадзорском и Азизбековском районах при уклоне местности $i=0,02$, во всех остальных районах — при $i=0,03$. Допустимые уклоны борозд и поливных канавок (при поливе по чашам) составляют: для пропашных культур $i=0,005...0,03$, для виноградников $i=0,002...0,005$, для плодовых садов $i=0,003...0,01$;

поливы по полосам проводят: для зерновых культур на площадях с уклонами $i=0,01$, для многолетних трав — $i=0,04$; во всех случаях полосы устраивают по наибольшему уклону местности;

уклоны борозд, полос и поливных канавок должны быть постоянными по их длине; допустимые отклонения $\pm 5...10\%$;

участковые оросители и выводные борозды проводят перпендикулярно к бороздам и полосам.

В целях предотвращения смыва почвы участковые оросители и выводные борозды должны строить: на склонах крутизной $3...6^\circ$ — открытые с соответствующим креплением русла; на склонах более $5...6^\circ$ — закрытые оросители, выводные борозды в виде шлангов, снабженных регулирующими водовыпусками, питающими поливные канавки и борозды.

Наиболее целесообразно, чтобы закрытый ороситель (в особенности на больших склонах) имел двухстороннее командование. В этом случае расстояние между оросителями увеличивается в 2 раза, а следовательно во столько же раз уменьшаются затраты средств и материалов (труб).

Нарезку поливных борозд проводят непосредственно перед очередным поливом (не ранее чем за день) навесным культиватором с окучниками. Глубина борозд для пропашных культур принимается равной 12...15 см.

Через 2...3 дня после полива в целях разрыхления корки и закрытия влаги в почве обязательно проводят культивацию.

Поливы по бороздам и полосам необходимо проводить применительно к различным природно-хозяйственным условиям Армянской ССР.

Полив дождеванием овоще-бахчевых, зерновых и многолетних трав целесообразно проводить:

в условиях Араратской равнины, Ширакского плато и Севанского бассейна с забором воды из открытой сети каналов и закрытой сети трубопроводов с применением дальнеструйных и короткоструйных машин и стационарных дождевальных систем;

в условиях мелких (от 1 до 5,6 га) разрозненных участков в горных районах с забором воды из закрытых трубопроводов или открытой сети каналов с применением передвижных дальнеструйных машин типа ДДН-70 и др.;

в горных районах, где есть возможность использовать естественный напор, из стационарной закрытой сети трубопроводов с применением различной дождевальной техники.

После посева зерновых и трав или же одновременно с посевом проводят бороздование поверхности поля поперек склона местности (по горизонталям). Глубина

Таблица 6. Площади орошаемых земель, емкость и потребность в потребное количество средств механизации

Способ полива	Культура	Номенклатура орошаемых машин	Площадь полива, га	Сезонная производительность машин, га	Потребное количество машин
Самотечный способ по бороздам и полосам	Все севоборотные культуры	ППА-165У	46 950	258	182
		ППА-100	35 370	64	138
		ТПУ-100	21 910	138	159
		ПРТ-180	12 430	74	167
По глубокому роздам и чадам	Виноградники Плодовые сады	Закрытая сеть трубопроводов с автоматическим распределением воды	31 405	—	—
			2 930	—	—
Капельное орошение	Плодовые сады	Стационарная сеть полиэтиленовых трубопроводов	32 770	—	—
Дождение	Овощные, зерновые и травы	ДДА-100М	12 540	55	223
		ДДН-70	6 990	23	305
		ДФ-120	5 300	60	88
		ДКШ-64	3 850	28	139
		КИ-50	4 760	27	173
		КИ-25	350	20	18
		Стационарная сеть	3 500	—	—

борозд должна быть 18...20 см, расстояние между бороздами — 60...70 см.

С целью предотвращения стока воды в направлении склона необходима сеть каналов в направлении горизонталей. Каналы делают односторонними с отвалом земли в сторону падения склона. Глубина каналов 30...35 см, ширина по дну 10...15 см. Расстояние между каналами зависит от крутизны склона: до 8° расстояние берется 120 м, $8...12^\circ$ — 100 м, 12° — 80 м.

Мероприятия по механизации процесса полива сельскохозяйственных культур. Применение приведенных выше районированных способов полива и их рациональных элементов, осуществление мероприятий по защите почвы от эрозии при поливах, рациональное использование оросительной воды, повышение производительности труда поливальщика и ряд других мероприятий по осуществлению научно обоснованных систем (приемов) орошения немыслимы без применения средств механизации процесса полива сельскохозяйственных культур.

В настоящее время применяют специальные комплексы поливного оборудования, включающие поливные машины и устройства, насосное оборудование, комплекты поливных труб и арматуры водопроводящей сети. Разработаны и применяют также ряд стационарных систем дождевания, самотечного, внутрипочвенного и капельного орошения.

Целесообразность и техническая применимость различных видов поливной техники зависят от климатических, рельефных, почвенных, гидрогеологических, биологических, водохозяйственных и других природно-хозяйственных факторов.

В результате проведенных исследований по районированию орошаемых земель, разработки нормативов сезонной нагрузки и потребности в различных видах поливной техники АрмНИИВПиГ рекомендует применение в условиях Армянской ССР следующих видов поливной техники (табл. 6).

ТЕХНИКА ДОЖДЕВАНИЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Д. М. КЕРВАЛИШВИЛИ, доктор технических наук

*Грузинский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

Из существующих систем дождевания для орошения склонов (свыше 8°) наиболее приемлема стационарная система дождевания. При дождевании наклонных поверхностей очень важными вопросами являются геометрия поливаемой площади, изменение радиуса действия струи, правильный выбор структуры искусственного дождя и др. При этом большое значение имеет знание допустимой интенсивности дождя, соответствующей впитываемости для различных почвенных условий и уклонов поливаемой площади.

Минимальный радиус действия дождевальной струи на наклонной поверхности можно рассчитать по формуле

$$R_1 = \frac{\left(R_d + \frac{z \operatorname{ctg} \gamma}{2}\right)^{m-1} \sqrt{1 - \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha_0}}}{\cos \beta} \quad (1)$$

и максимальный

$$R_2 = \frac{\left(R_d + \frac{z \operatorname{ctg} \gamma}{2}\right)^{m-1} \sqrt{1 + \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha_0} + \frac{\operatorname{tg}^2 \beta \operatorname{ctg} \gamma}{2 \operatorname{tg} \alpha_0}}}{\cos \beta}, \quad (2)$$

где R_d — радиус действия дождевального аппарата на горизонтальной площади, находится экспериментальным путем или по формуле

$$R_d = \frac{2 \cdot 10^2 \frac{\mu^2}{\varepsilon^2} H \sin 2\alpha_0}{1 + 7,28 \cdot 10^{-3} \frac{\mu^4}{\varepsilon^4} \frac{H}{d} \sqrt[3]{\frac{100H}{d} \sin \alpha_0}}, \quad (3)$$

z — высота стояка, м; μ — коэффициент расхода дождевального аппарата; ε — коэффициент сжатия струи; d — диаметр насадки, м; H — давление у насадки, МПа; α_0 — угол наклона дождевальной струи к горизонту; m — показатель степени, находится экспериментальным путем ($m=2,18 \dots 2,2$) или по формуле

$$m = \frac{\lg R_r}{\lg R_d} + 1, \quad (4)$$

Здесь R_T — дальность полета струи в безвоздушном пространстве, определяется по формуле

$$R_T = 2 \cdot 10^2 \frac{\mu^2}{\varepsilon^2} H \sin 2\alpha_0. \quad (5)$$

Здесь β — угол наклона поливаемой площади; γ — угол опускания дождевальной струи ($\gamma = 45 \dots 55^\circ$).

При устройстве стационарных систем дождевания на склонах большое значение имеет знание максимальной высоты и уравнения траектории дождевальной струи, которые определяются по формулам:

$$y_d = \frac{100 \frac{\mu^2}{\varepsilon^2} H \sin^2 \alpha_0}{1 + 5,4 \cdot 10^{-2} \frac{\mu^2}{\varepsilon^2} \frac{H}{d} \sin \alpha_0}, \quad (6)$$

и

$$y = x \operatorname{tg} \alpha_0 - \frac{x^2}{4 \frac{\mu^2}{\varepsilon^2} \cos \alpha_0 \left(100 H \cos \alpha_0 - 1,8 \cdot 10^{-3} \frac{\mu^2}{\varepsilon^2} \frac{H}{d} \sqrt{\frac{100 H}{d}} x \right)}, \quad (7)$$

Экспериментальные исследования показали, что пределом применения круговых дождевальных аппаратов является уклон 8° . Выше этого уклона необходимо переходить на секторное дождевание и учесть увеличение средней интенсивности дождя в $1,3 \dots 1,5$ раза при использовании соответствующих дождевальных аппаратов.

На больших уклонах и террасированных склонах следует применять дождевальные аппараты $R_d = 30 \dots 50$ м и $Q = 7 \dots 15$ л/с с расположением их по квадратной схеме и устройством распределительных трубопроводов по направлению склона, а оросительных — поперек или вдоль террас.

В таблице 1 даны основные рабочие параметры дождевальных аппаратов и насадок, рекомендуемых на больших уклонах.

Средние интенсивности получены при круговой работе дождевальных аппаратов с учетом перекрытия. При дождевании склонов большое значение имеет определение допустимой интенсивности дождя, соответ-

Таблица 1. Основные рабочие параметры дождевальных аппаратов, рекомендуемых на больших уклонах

Площадь полива, га	Радиус действия, м	Радиус захвата, м	Давление у насадки, МПа	Давление у стояка, МПа	Диаметр насадки, мм	Расход воды, л/с	Средняя интенсивность дождя, мм/мин
0,25	31	35	0,45	0,47	18	7,5	0,13
0,30	34	38	0,50	0,52	20	9,0	0,13
0,33	36	40	0,50	0,52	22	12,0	0,15
0,40	40	45	0,55	0,58	25	15,0	0,16
0,50	45	50	0,60	0,63	25	16,0	0,13
0,65	50	54	0,65	0,68	25	17,5	0,11

ствующей впитываемости для различных почвенных условий и уклонов поливаемой площади.

На допустимые интенсивности дождя оказывает влияние ряд факторов, из которых необходимо отметить: структуру, влажность и механический состав почвы, уклон поливаемой площади, растительный покров, обработку почвы, способ полива, интенсивность дождя, диаметр капель, продолжительность дождевания и др. Можно написать, что

$$K_t = k_p \cdot \frac{K_0(1 - \sin^n \beta)}{t^\alpha},$$

где K_t — скорость впитывания, соответствующая интенсивности дождя и продолжительности полива t без стока; k_p — коэффициент, учитывающий интенсивность дождя; $k_p = 0,85 - 1,25$, малые значения k_p получены при небольших значениях интенсивности дождя, а большие значения — при высокой; K_0 — скорость впитывания в конце первой минуты для горизонтальной площади; α и n — показатели степени определяются экспериментальным путем.

В результате экспериментальных исследований, проведенных в различных почвенных условиях Грузинской ССР, получены $K_0 = 7,6 \dots 12,0$; $\alpha = 0,7 \dots 0,84$; $n = 0,46 \dots 0,66$.

Так как на больших уклонах (свыше 8°) в большинстве случаев не обеспечивается подача поливной нормы, необходимо: уменьшить поливную норму за счет увеличения числа поливов; применять прерывистое (с паузами) дождевание; регулировать интенсивность дождя в процессе дождевания.

Экспериментальные исследования влияния прерывистого дождевания на допустимые интенсивности дождя показали, что скорость впитывания при перерыве в

10 мин увеличивается минимум в 1,25 раза, а при перерыве в 60 мин способность поглощения воды почвой увеличивается до двух раз.

Экспериментальные исследования при трехкратном и двукратном регулировании интенсивности дождя в процессе дождевания показали возможность подачи расчетной поливной нормы.

На склонах, кроме вышеприведенных приемов, необходимо применять противоэрозионные мероприятия: обработку почвы поперек склона, щелевание, устройство валиков, лунок, тупых борозд и др.

При использовании существующей дождевальной техники на больших уклонах в большинстве случаев требуется ее модернизация, заключающаяся в организации бесканального питания дождевальных машин, уменьшении интенсивности дождя, ширины захвата и др. В ряде случаев возникает необходимость в специальной подготовке орошаемых площадей и разработке новой дождевальной техники.

На больших уклонах (до 8°) можно применять дождевальные машины типа ДДН при подаче оросительной воды по гибким шлангам, наматывающимся и разматывающимся самими же дождевальными машинами. ГрузНИИГиМ совместно с ВИСХОМ и ВЭЗОТ разработал дождевальные машины ДДН-70 и ДДН-150 с питанием по шлангам.

На уклонах $4-5^\circ$ можно использовать полустационарные системы дождевания на базе гибких высоконапорных полимерных шлангов. Такая установка получила марку УДШ-60 (рис. 1).

Основные требования и особенности дождевания на больших уклонах сводятся к следующему:

на больших уклонах (свыше 8°) и террасированных склонах дождевальные системы должны полностью механизировать процесс полива. Это могут обеспечить стационарные системы дождевания, укомплектованные на каждой стояке дождевальными аппаратами;

интенсивность дождя не должна превышать интенсивность впитывания данной почвы и разрушать ее структуру. Для этого дождевальные аппараты должны работать как по кругу, так и по сектору, при этом интенсивность дождя должна регулироваться в широких пределах в зависимости от характера почвы, уклона поливаемой площади и угла сектора. При секторном

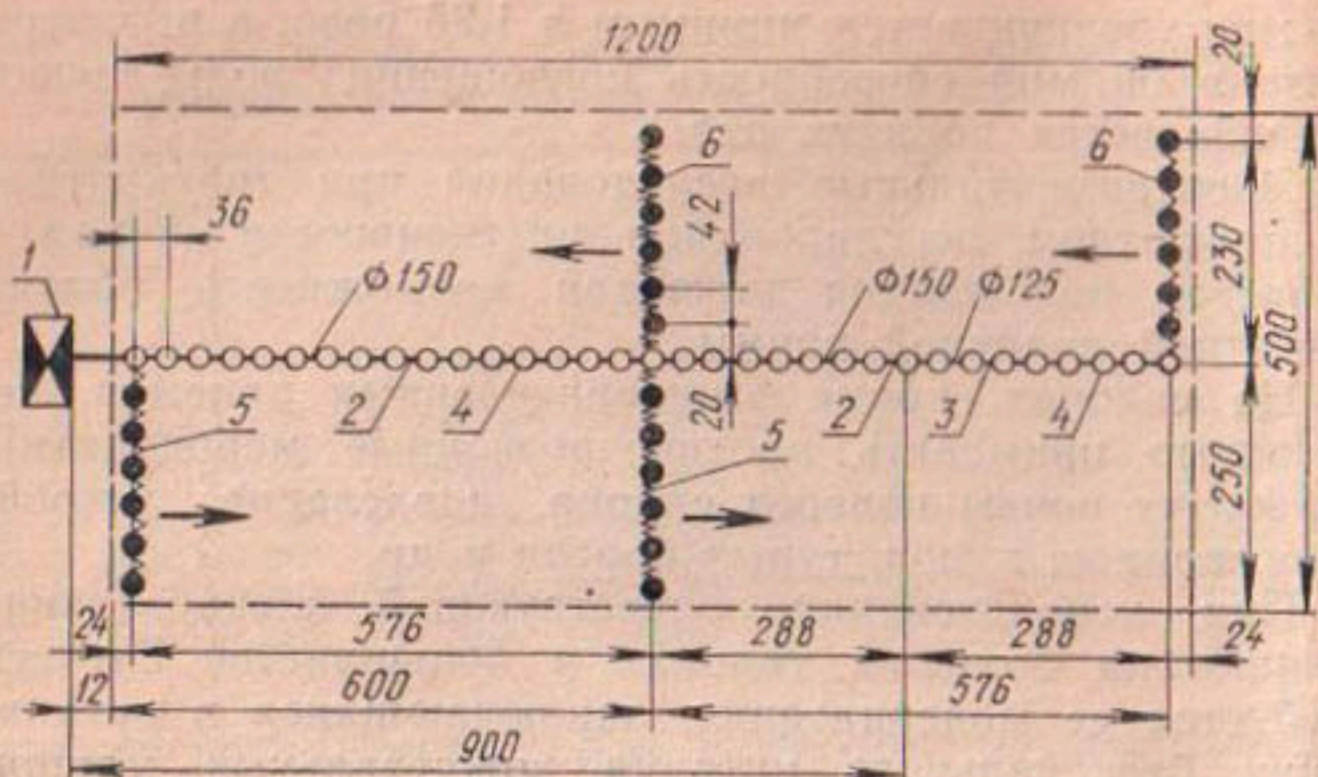


Рис. 1. Схема дождевальной установки УДШ-60 (размеры в метрах).

дождевании интенсивность дождя должна соответствовать скорости впитывания почвы;

коэффициент равномерности распределения дождя по отношению к верхней и нижней половинам круга не должен превышать допускаемой величины, принятой по длине действия дождевальной струи на горизонтальной площадке;

на больших уклонах (свыше 8°) во избежание прямого попадания на почву дождевальной струи ненарушенной структуры необходимо переходить на секторное дождевание; угол сектора рассчитывают в зависимости от угла наклона поливаемой площади;

при дождевании террасированных склонов величина интенсивности дождя назначается исходя из уклона и состояния почвы на откосах террас;

при уклонах $6...8^\circ$ можно применять дождевальные машины типа ДДН с подачей оросительной воды по гибким шлангам, наматывающимся и разматывающимся самими же дождевальными машинами. Вода к дождевальным машинам подается посредством СНП-150/5 с забором из открытой оросительной или напорной трубопроводной сети;

на уклонах $4...5^\circ$ можно использовать полустационарные системы дождевания на базе гибких высоконапорных полимерных шлангов.

ДОЖДЕВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Н. И. РЫЧКОВ, кандидат технических наук

*Всесоюзное научно-производственное объединение
по механизации орошения «Радуга»*

Освоение предгорных склоновых земель под сады, ягодные кустарники, зерновые, овощные и кормовые сельскохозяйственные культуры в условиях недостаточного естественного увлажнения требует организации искусственного орошения.

Орошение склоновых земель может проводиться тремя способами: поверхностным, внутрипочвенным и дождеванием.

Значительные уклоны поверхности и сложность микрорельефа, а иногда незначительный плодородный почвенный слой, сильная его водопроницаемость ограничивают применение поверхностного способа полива. При поверхностном поливе требуется довольно тщательная планировка поверхности, позволяющая проводить прокладку оросительных каналов и поливной сети, не превышая допустимых значений уклонов, исходя из условий неразмываемости земляных каналов, не допуская ирригационной эрозии почвы при поливе.

Внутрипочвенное орошение пока находится на стадии производственной проверки. При строительстве систем внутрипочвенного орошения требуется тщательная планировка поверхности для прокладки механизированным путем увлажнителей из полиэтиленовых перфорированных труб. Для пропашных сельскохозяйственных культур обычно прокладывается один увлажнитель для двух рядков посевов при междурядьях 0,6 м, протяженность увлажнителей на 1 га составляет более 8 000 м. Этот способ полива требует большого количества полиэтиленовых труб и очень дорог.

При капельном орошении экономится оросительная вода, орошается не вся почва, а отдельные очаговые участки вблизи растений, почти полностью отсутствуют потери на испарение в период транспортирования и распределения воды через капельницы. При капельном орошении исключается эрозия почвы, но к

воде предъявляются жесткие требования: она должна быть чистой, не иметь механических примесей, чтобы не забивать отверстия капельниц, а также не иметь вредных химических соединений, оказывающих воздействие на материал капельниц.

Капельное орошение пока находится в стадии производственного изучения, но, надо полагать, найдет широкое применение в предгорных районах для орошения земель с большими уклонами, на которых размещаются фруктовые и кустарниково-ягодные насаждения.

Перспективный способ орошения садов, ягодных кустарников, овощных, зерновых, кормовых культур и пастбищных угодий, размещаемых на склоновых участках,— дождевание. Применение дождевания позволяет механизировать и автоматизировать распределение оросительной воды по площади. В зависимости от климатических, рельефных, почвенных условий и потребности орошаемых культур в воде можно применять разнообразные технические средства дождевания.

На склоновых участках с уклонами 0,008...0,02 можно применять все серийные дождевальные машины и установки, питающиеся оросительной водой от гидрантов напорной оросительной сети (табл. 1). Для уклонов местности 0,02...0,05 со спокойным микрорельефом для полива низкостебельных сельскохозяйственных культур можно применять модификации дождевальной машины «Волжанка» с уменьшенным расходом и укороченной длиной крыльев. При работе машины дождевальные крылья должны быть расположены поперек уклона, а полив проводят снизу вверх по уклону. Во избежание самопроизвольного скатывания крыльев по уклону должны быть установлены дополнительные тормозные упоры.

При сложном рельефе (наличие бугров, впадин) следует применять машины «Фрегат» типа ДМУ-А, которые оборудованы гибкими вставками. Такие машины не потребуют предварительной планировки поверхности орошаемого участка. Техническая характеристика машины «Фрегат» типа ДМУ-А приведена в таблице 2.

Дождевальные машины «Фрегат» типа ДМУ-А могут поливать низкостебельные и высокостебельные сельскохозяйственные культуры в движении по кругу. Основным недостатком этих машин тот, что они орошают

Таблица 1. Применимость дождевальной техники для орошения сельскохозяйственных культур, размещаемых на склоновых участках

Наименование	Уклоны		
	0,008...0,020	0,020...0,050	0,050...0,100
«Фрегат» ДМУ-Б	+	—	—
«Фрегат» ДМУ-А	+	+	—
«Днепр» ДФ-120	+	—	—
ДКШ-64 «Волжанка»	+	—	—
ДКШ-64 «Волжанка» с укороченными крыльями	+	+	—
ДДН-70 от закрытой сети	+	+	—
Шланговые дождевальные машины	+	+	—
Ирригационные комплекты	+	+	—
Комплекты синхронно-импульсного дождевания	+	+	+
Стационарные дождевальные системы со струйными дождевальными аппаратами	+	+	+

площадь круга, углы квадрата остаются неполитыми.

При орошении склоновых участков, когда машина занимает положение вдоль склона, возможно образование поверхностного стока. Во избежание этого целесообразно большую поливную норму вносить в два приема, а также применять дополнительные агротехнические приемы: борозды поперек склона, прерывистые борозды, лункование и щелевание. Эти агротехнические приемы желательно применять для орошения склоновых земель с уклонами более 0,02 при недостаточной впитывающей способности почвы применительно ко всей дождевальной технике.

Для орошения сельскохозяйственных культур, садов и ягодников, размещаемых на склоновых землях, найдут применение шланговые дождевальные машины и комплекты.

Шланговые комплекты и машины проводят полив без участия человека: от одного гидранта поливается площадь 2...5 га. Перемещение устройств от одного гидранта к другому проводится с помощью трактора.

Для орошения сельскохозяйственных культур, размещаемых на склоновых участках и легких водопроницаемых почвах, можно применять комплекты передвиж-

Таблица 2. Техническая характеристика машины «Фрегат» типа ДМУ-А

Показатели	ДМУ-А-199-28	ДМУ-А-229-32	ДМУ-А-253-38	ДМУ-А-283-45	ДМУ-А-283-30	ДМУ-А-308-55	ДМУ-А-308-30	ДМУ-А-337-70	ДМУ-А-337-45	ДМУ-А-362-50	ДМУ-А-392-50	ДМУ-А-417-55
Число тележек	7	8	9	10	10	11	11	12	12	13	14	15
Длина, м	199,0	228,7	253,4	283,0	283,0	307,8	307,8	337,4	337,4	362,2	391,8	416,5
Расход, л/с	$\frac{28,0}{20,0}$	$\frac{32,0}{25,0}$	$\frac{38,0}{28,0}$	45	30	$\frac{55}{45}$	30	$\frac{65}{55}$	$\frac{45}{35}$	$\frac{50}{40}$	$\frac{50}{40}$	$\frac{55}{45}$
Напор на гидранте при нулевом уклоне, м	$\frac{47}{46}$	$\frac{48}{47}$	$\frac{50}{47}$	51	48	$\frac{54}{52}$	48	$\frac{59}{55}$	$\frac{52}{50}$	$\frac{54}{51}$	$\frac{55}{52}$	$\frac{57}{54}$
Максимальный допустимый обший уклон местности	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\frac{+0,033}{-0,05}$	$\pm 0,05$	$\frac{+0,044}{-0,05}$	$\frac{\pm 0,038}{-0,05}$	$\frac{+0,031}{-0,05}$
Напор на гидранте при максимально допустимом уклоне, м	$\frac{57}{56}$	$\frac{60}{59}$	$\frac{63}{60}$	65	62	$\frac{69}{67}$	63	70	$\frac{69}{67}$	$\frac{70}{69}$	70	70

Средняя интенсивность дождя, мм/мин	$\frac{0,22}{0,17}$	$\frac{0,22}{0,18}$	$\frac{0,24}{0,19}$	0,25	0,18	$\frac{0,27}{0,23}$	0,16	$\frac{0,29}{0,25}$	$\frac{0,21}{0,17}$	$\frac{0,21}{0,18}$	$\frac{0,20}{0,17}$	$\frac{0,21}{0,17}$
Максимальная площадь полива с одной позиции, га	15,8	20,2	24,4	29,8	29,8	34,8	34,8	41,3	41,3	47,1	54,6	61,2
Радиус полива, м	$\frac{211}{209}$	$\frac{241}{238}$	$\frac{267}{265}$	297	295	$\frac{322}{321}$	317	$\frac{351}{351}$	$\frac{350}{349}$	$\frac{375}{374}$	$\frac{404}{402}$	$\frac{429}{428}$
Минимальная норма полива, м ³ /га	$\frac{137}{98}$	$\frac{142}{111}$	$\frac{156}{114}$	170	113	$\frac{195}{159}$	106	$\frac{213}{180}$	$\frac{147}{114}$	$\frac{155}{124}$	$\frac{145}{116}$	$\frac{152}{124}$
Минимальное время полного оборота машины, ч	21,4	24,9	27,8	31,3	31,3	34,2	34,2	37,6	37,6	40,5	44,0	46,9
Число дождевателейных аппаратов	22	25	28	31	31	34	34	37	37	40	43	46
Масса машины без воды, т	6,5	7,4	8,2	9,2	9,2	10,0	10,0	10,9	10,9	11,7	12,6	13,4
Масса машины с водой, т	10,1	11,5	12,7	14,3	14,3	15,5	15,5	16,9	16,9	18,2	19,6	20,8

25 Примечание. В знаменателе даны параметры при меньшем расходе воды.

ного ирригационного оборудования КИ-50 и КИ-25 с расположением поливных крыльев поперек уклона. В этих комплектах перемещение поливных крыльев проводят вручную.

Такие комплекты следует применять на участках, где использование другой поливной техники невозможно из-за сложной конфигурации участка, сложного рельефа и наличия построек и других препятствий.

Наиболее прогрессивной техникой для дождевания на склонах являются комплекты синхронно-импульсного дождевания (СИД), разработанные ВНПО «Радуга»; они прошли государственные испытания и рекомендованы в производство. Синхронно-импульсное дождевание позволяет осуществить принцип непрерывного снабжения сельскохозяйственных растений водой на протяжении всего вегетационного периода в соответствии с ходом их водопотребления. Комплект рассчитан на полив площади 10 га. В состав комплекта входят: автоматизированная насосная станция с генератором командных импульсов, распределительные и поливные трубопроводы и импульсные дождевальные аппараты с гидроаккумуляторами. Дождевальные аппараты работают все одновременно, каждый аппарат выбрасывает накопившуюся в гидроаккумуляторе воду. Средний расход, подаваемый к дождевальному аппарату, составляет 0,15 л/с при напоре 40...60 м.

Комплекты СИД дают очень малую среднюю интенсивность водоподачи (0,0018...0,005 мм/мин). Они применимы для орошения сельскохозяйственных культур на крутых склонах (0,05...0,10).

Применять для орошения крутых склонов передвижные или полустационарные системы дождевания не всегда выгодно, более рациональны стационарные дождевальные системы. Они могут быть среднеструйными, дальнеструйными и смешанными. Среднеструйные системы дождевания используют, когда нет возможности создать необходимый напор воды для работы дальнеструйных дождевальных аппаратов, при самонапорной водоподаче, чаще всего это бывает в начале орошаемого участка. Наиболее целесообразно применять дальнеструйные дождевальные системы, в которых увеличивается расстояние между водоводами и гидрантами, что уменьшает затраты труб и дает возможность механизировать процесс полива.

Стационарные системы дождевания могут быть с ручным управлением и работающие в автоматизированном режиме. В 1976 г. прошел государственные испытания и рекомендован в серийное производство гидроавтоматический затвор, навесной на дождевальнй аппарат ДД-30. Применение дождевальных аппаратов с гидроавтоматическими затворами, разработанными ВНПО «Радуга», с установкой задатчика гидроимпульсов на насосной станции или оросительной сети позволяет полностью автоматизировать полив.

Гидроимпульсное управление гидроавтоматическими затворами на дождевальных аппаратах обеспечивает выдачу любых поливных норм и проведение специализированных поливов (посадочных, приживочных, освежительных, удобрительных, предзаморозковых). В горных условиях при очень крутых склонах можно давать циклические поливы, поливную норму вносить по частям в несколько приемов.

В ряде союзных республик накоплен некоторый опыт применения дождевальной техники при поливе сельскохозяйственных культур, размещаемых на склоновых участках. В Молдавии применяется вся серийная техника (ДДН-70, КИ-50, частично «Фрегат» и ДДА-100МА), а также передвижные шлейфы ДШ-25/300. На слабопроницаемых почвах поливную норму вносят в 2...3 приема.

В Грузинской ССР и Азербайджанской ССР находят применение самонапорные стационарные дождевальные системы (Самгорская, Инглабская и др.).

Перед проектированием дождевальных систем для орошения сельскохозяйственных культур на склоновых участках необходимо провести исследования почв для определения интенсивности впитывания осадков и достоевого периода.

ОРОШЕНИЕ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНОЙ «ФРЕГАТ» УЧАСТКОВ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ

А. В. УГРЮМОВ, доктор экономических наук

В. Г. ЛУЦКИЙ, А. И. РЯЗАНЦЕВ,

кандидаты технических наук

*Всесоюзное научно-производственное объединение
по механизации орошения «Радуга»*

Разработаны новые модификации (ДМУ-А) дождевальной машины «Фрегат» в целях расширения зоны ее применения для полива полей со сложным рельефом.

Краткая техническая характеристика дождевальной машины «Фрегат» типа ДМУ-А

Число тележек	7...15
Длина машины, м	199,2...416,5
Расход воды при минимальном напоре на входе в машину при нулевом общем уклоне, л/с	22/0,46...55/0,58
Максимально допустимый уклон поверхности поля:	
общий	$\pm 0,05$
местный	$\pm 0,20$
Давление воды на входе в машину при максимально допустимом положительном общем уклоне, МПа	0,56...0,70
Максимальная площадь полива при работе на одной позиции, га	15,6...60,8
Минимальное время полного оборота машины, ч	21,4...46,9
Минимальная поливная норма, м ³ /га	104...172
Число дождевальных аппаратов	22...46
Масса машины, т:	
без воды	7,1...14,3
с водой	10,6...21,5
Среднее удельное давление колес на почву при глубине колен $h=10$ см, МПа	0,10

Указанные машины предназначены для полива дождеванием сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные, на участках, имеющих общий уклон местности на длину машины в пределах $\pm 0,05$ с максимально допустимыми суммой абсолютных величин

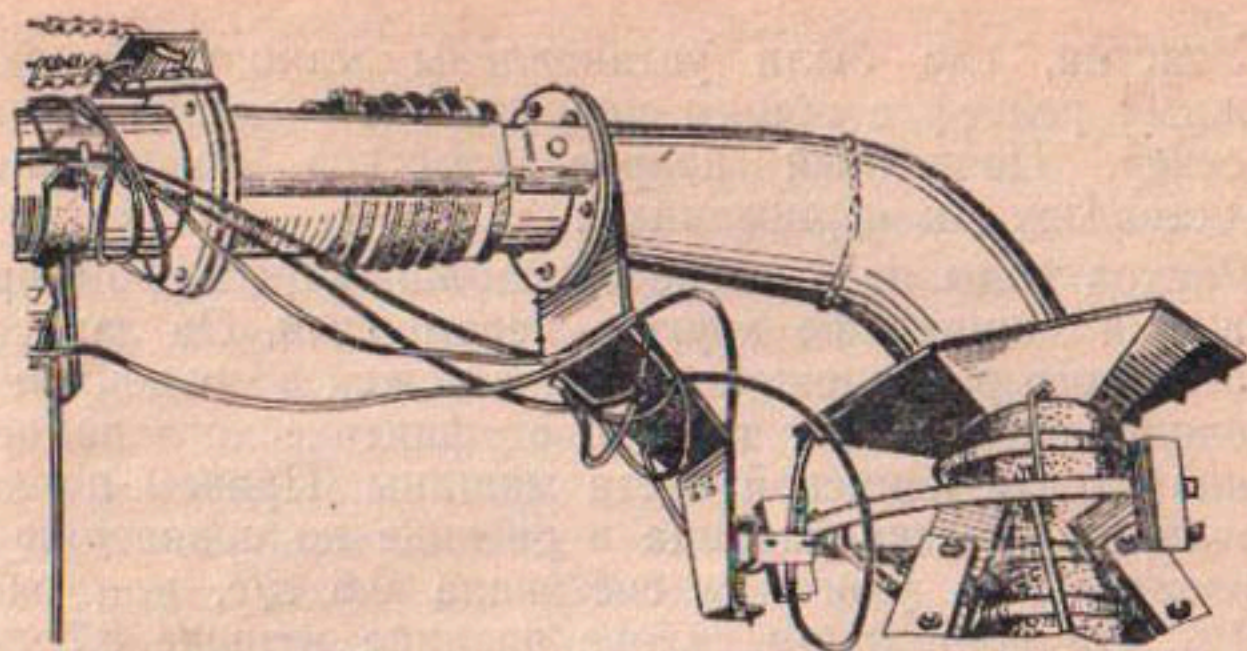


Рис. 1. Гибкая вставка у неподвижной опоры.

уклонов 7,2% и разностью (с учетом знаков местных уклонов внутри круга орошения) 0,18...0,20.

Модификация ДМУ «Фрегат» представляет собой движущийся вокруг неподвижной опоры водопроводящий пояс, на котором установлены среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия, а на конце — аппарат секторного полива. Водопроводящий трубопровод установлен на самодвижущихся опорах и жестко поддерживается в горизонтальной плоскости системой тросовых растяжек, а в вертикальной — поочередно по пролетам гибкой и жесткой системами подвески.

Машины «Фрегат» типа ДМУ снабжены гибкими вставками и пролетами в трубопроводе (рис. 1), позволяющими машине вписываться в сложный пересеченный рельеф участка орошения.

Для определения агротехнических и эксплуатационно-технологических показателей машины и их соответствия технической характеристике были изготовлены две базовые опытные модели — ДМУ-А392-50 и ДМУ-А417-37, включающие соответственно 14 и 15 самоходных тележек.

Эти машины были установлены на полигоне, специально оборудованном ВНПО «Радуга» по проекту института «Севкавгипроводхоз» в колхозе им. В. И. Ленина Предгорного района Ставропольского края. Места установки гибких вставок по длине водопроводящих трубопроводов машин определяли расчетом, посредством обработки карты орошаемых полей.

Участки, где были установлены машины, имеют сложный рельеф с общим направлением уклона с юга на север. Почвенный покров участков представлен предкавказскими черноземами.

Расход воды на участке со сложным рельефом при движении машины по кругу — переменный. Он зависит от высотного расположения всех тележек по отношению к неподвижной опоре, то есть от фактического напора у аппаратов в концевой части машины. Причем на пересеченном участке разница в расходе по сравнению с горизонтальным участком составила 0,6 л/с, или около 1%. На постоянном склоне разница меньше 8,7 л/с (64,3 вместо 55,6 л/с), или 15,5%. При расположении трубопровода «в гору» следует ожидать снижения расхода. На участке испытания ДМУ-А392-50 это проверить было невозможно из-за отсутствия направления с явно выраженным предельным подъемом. По данным замера расхода у машины ДМУ-А417-37, работающей на соседнем участке с ярко выраженным равномерным уклоном, был получен расход: на горизонтальном направлении 36,4; «в гору» ($i = +0,057$) — 29,8; «с горы» ($i = -0,48$) — 41,8 л/с.

Отклонения в расходе составили $-6,6$ и $+5,4$ л/с, или $-18,1$ и $+14,8\%$. Увеличение расхода при работе машины в направлении «на спуск» по сравнению с направлением «на подъем» весьма существенно.

Качество распределения дождя по слою осадков в секторах круга с горизонтальным рельефом и плавным уклоном от неподвижной опоры соответствует агротребованиям. В секторе с предельно пересеченным рельефом коэффициент эффективного полива получен несколько ниже 0,56.

Структура дождя по интенсивности и крупности капель соответствует техническим условиям и агротребованиям. Заданная норма полива на участке орошения с предельными уклонами по длине машины, как и слой дождя за один проход, — величина переменная. В секторе равномерного уклона она на 17% выше.

Неравномерность норм полива по секторам обусловлена разностью расхода воды при поливе машиной нижней и верхней частей поля. Кроме того, внутри сектора наблюдается избыточный полив под дождевальными аппаратами, имеющими по сравнению с настрой-

кой избыточный или недостаточный напор за счет геометрических высот поля.

Диапазон неравномерности норм полива частично компенсируется изменением скорости движения машины. При повышении напора в концевой части трубопровода увеличиваются расход и скорость движения машины, а при падении — снижаются.

Однако скорость движения зависит не только от напора, но и от суммарных сил сопротивления движению, то есть уклона по ходу тележек, твердости и влажности почвы, глубины колен.

Норма полива до появления стока даже для одного поля — величина переменная и зависит от состояния поля для заданной интенсивности дождя.

Визуальные наблюдения за работой машины на участке орошения показали:

при поливе свежеспаханного поля с крупнокомковатой структурой почвы нормой $500 \text{ м}^3/\text{га}$ (опытный полив) стока не наблюдалось;

при поливе после посева с прикатыванием нормой $150 \text{ м}^3/\text{га}$ наблюдался сток по колеям, начиная с 11-й тележки;

при поливе поля с высотой растений 70 см (кукуруза + подсолнечник сплошного сева на силос) нормой $500 \text{ м}^3/\text{га}$ наблюдался сток, начиная с 7-й тележки.

При поливной норме $500 \text{ м}^3/\text{га}$ на участке испытаний наблюдался сток в двух направлениях за пределы круга полива:

по ложбинке от неподвижной опоры на северо-запад, протяженность зоны распространения до 150 м на площади около 1 га. За пределы поля стока не было, что хорошо определялось впоследствии по высоте растений. Растения, получившие влагу, имели рост 100, а не получившие — 20 см;

в северной половине поля, начиная с 7-й тележки, стекающая по колеям вода собиралась в ручей с расчетным расходом до 0,75 л/с.

При поливе верхнего участка со спокойным рельефом стока за пределы поля не наблюдалось.

Повреждаемость растений машиной определена по площади полей с учетом заминаемости растений. Следует отметить, что при поливе высокостебельных культур (кукуруза, подсолнечник) машиной «Фрегат» с серийным ограждением колес повреждаемость растений

за пределами колеи была в 3 раза меньше, чем без ограждения. При поливе люцерны высотой до 50 см ограждение колес никакого эффекта не давало.

Параметры колеи были следующими: суммарная протяженность — 17,5 км, средняя ширина с зоной отчуждения — 49 см, глубина — 19 см, с двумя выступающими по бокам над поверхностью бортами высотой до 10 см. Агротехнический просвет, то есть расстояние от трубопровода машины до поверхности орошения, из-за сложности рельефа местности изменялся от 0,9 до 3,2 м.

Ниже приведены эксплуатационно-технологические показатели машины ДМУ-А392-50.

Норма полива, м ³ /га	600,0
Чистое время работы, ч	157,0
Технологическое (сменное) время, ч	162,3
Эксплуатационное время, ч	176,4
Производительность за час, га:	
чистого времени	0,34
технологического (сменного)	0,32
эксплуатационного	0,30
Коэффициент технологического обслуживания	0,98
Коэффициент надежности технологического процесса	0,99
Коэффициент использования (сменного) времени	0,97
Коэффициент использования эксплуатационного времени	0,89
Коэффициент готовности	0,96

Эксплуатационно-технологическая оценка дождевальной машины «Фрегат» модели ДМУ-А392-50 проводилась по ОСТ 70.2.16—73 «Испытания сельскохозяйственных машин. Методы эксплуатационно-технологической оценки».

Расчет показателей проведен методом контрольных смен, так как агротехнический срок работы машины за сезон больше одного месяца (май — сентябрь).

Объем хронометражных наблюдений составил 157 ч чистой работы, или 24% планового объема. За время хронометража машина прошла один полный круг. Норма полива принята расчетная, исходя из расхода и площади полива. Напор у неподвижной опоры поддерживался постоянным (60 м). Принятие расчетной поливной нормы обусловлено тем, что краном-задатчиком невозможно установить требуемую норму полива, а по числу циклов — трудоемко. Перед началом хронометражных наблюдений была установлена поливная

норма ($600 \text{ м}^3/\text{га}$) по числу циклов (совмещенная операция), расчетная получилась $550 \text{ м}^3/\text{га}$, ошибка 10%.

Рассматривая эксплуатационно-технологические показатели испытанной машины, следует отметить, что коэффициенты технологического обслуживания, надежности технологического процесса и использования сменного времени получены удовлетворительными, то есть машина устойчиво, с достаточной надежностью выполняет технологический процесс.

Коэффициент использования эксплуатационного времени по причине поломок и неисправностей (26 случаев) и низкой приспособленности машины к плановому техническому обслуживанию (142 точки смазки и 87 точек регулирования) несколько занижен.

Результаты государственных испытаний машин послужили основанием для их серийного производства.

УДК 626.820.1 : 631.674.5

ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ ГИДРОИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОЗОННЫМ СТАЦИОНАРНЫМ ДОЖДЕВАНИЕМ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

А. И. КОЗЛОВ,

Е. П. ОЛЕФИР, кандидат сельскохозяйственных наук

*Всесоюзное научно-производственное объединение
по механизации орошения «Радуга»*

Г. А. ПАРАЕВ

*Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
сельскохозяйственного машиностроения им. В. П. Горячкина*

Отрицательной стороной гидроимпульсного способа телеуправления является отсутствие обратной связи и то, что все устройства системы на каждый сигнал управления совершают позиционные переключения, то есть находятся под нагрузкой в течение всего времени полива. Поэтому из-за гарантии надежности площадь автоматизированной стационарной дождевальной системы с гидроимпульсным управлением всегда будет величиной ограниченной. Это подтверждается работами И. Д. Маслова, А. М. Шарко, которые рекомендуют

принимать допустимое число гидроавтоматов на системе, исходя из надежности работы устройств гидроавтоматического телеуправления, а это, в свою очередь, ограничивает увеличение площади системы. Показатели надежности устройств гидроимпульсного телеуправления, действующих по счетно-импульсному методу, представлены в таблице.

Т а б л и ц а. Показатели надежности устройств гидроимпульсного телеуправления (счетно-импульсные)

Разработчик	Тип устройства телеуправления	Прием устранения ложных срабатываний ГШИ	Средняя наработка на отказ в циклах переключений		Допустимое число устройств на системе при одном работающем
			случайная	износная	
НИМИ	ГШИ прямого действия, привод совмещенный	Двухстороннее частичное демпфирование привода ГШИ	3 153	—	23
КазНИИВХ	ГШИ — прямого действия, приводы — самостоятельные	Двухстороннее частичное демпфирование привода ГШИ	4 200	6 700	26
ВНПО „Радуга“	ГШИ — обратного действия, приводы — самостоятельные	Одностороннее демпфирование привода ГШИ на прямом ходе	29 142	105 776	69

Расчет возможного числа устройств на системе проведен по И. Д. Маслову при условии, что на системе работает один дождевальная аппарат (или крыло) с допущением не более четырех отказов на системе за оросительный сезон с обеспеченностью 90%, рассчитанных по формуле

$$n = \sqrt{\frac{T_{ср} a}{c}},$$

где n — число гидроавтоматических устройств; $T_{ср}$ — средняя наработка на случайный отказ в циклах переключений; a — математическое ожидание, равное 2; c — число поливов за сезон, равное 12,

Применение большего числа гидроавтоматических затворов конструкции ВНПО «Радуга» на системе стало возможным в основном из-за повышения их работоспособности (рабочей жидкостью является масло, а не вода и привод ГШИ нечувствителен к ложным командам). Автоматизированные системы позволяют применять цикличный способ выдачи поливных норм (по частям с перерывами во времени). Такой способ дождевания способствует организации полива без стока на склоновых участках и тяжелых по механическому составу почвах нормами порядка 400—500 м³/га.

Применение циклического дождевания уменьшает вероятность появления стока при выдаче поливных норм за счет увеличения продолжительности времени поступления воды в почву.

В результате анализа преимуществ и недостатков гидроимпульсных и дистанционно управляемых систем И. Д. Маслов предложил комбинированную двухступенчатую систему управления стационарным дождеванием. На первой ступени центральное программное устройство связано электролиниями с электрогидроклапанами гидрозадвижек, которые являются задатчиками гидравлических команд, и на второй ступени с помощью гидроавтоматических затворов управляют поливом в зоне. Такая схема реализована автором в проекте Южгипроводхоза для совхоза «Красный сад» Азовского района Ростовской области. Площадь орошения автоматизированной системой 47 га.

В многозонных стационарных дождевальных системах (рис. 1) используются схемы: централизованное управление с последовательным включением зон (или групп зон) в работу, индивидуальное управление, когда каждая зона имеет свое программное устройство. В последнем случае программные устройства, расположенные на поле, часто связываются с центральным диспетчерским пунктом. Эти схемы в основном реализуются при помощи электроэнергии и электроаппаратуры или различными комбинациями электроаппаратуры с пневмо- или гидроагрегатами.

Работоспособность многозонных систем на склоновых землях улучшается за счет деления общего статического напора системы по зонам.

Для создания таких систем требуются: специальные линии связи, проектирование средств системы управле-

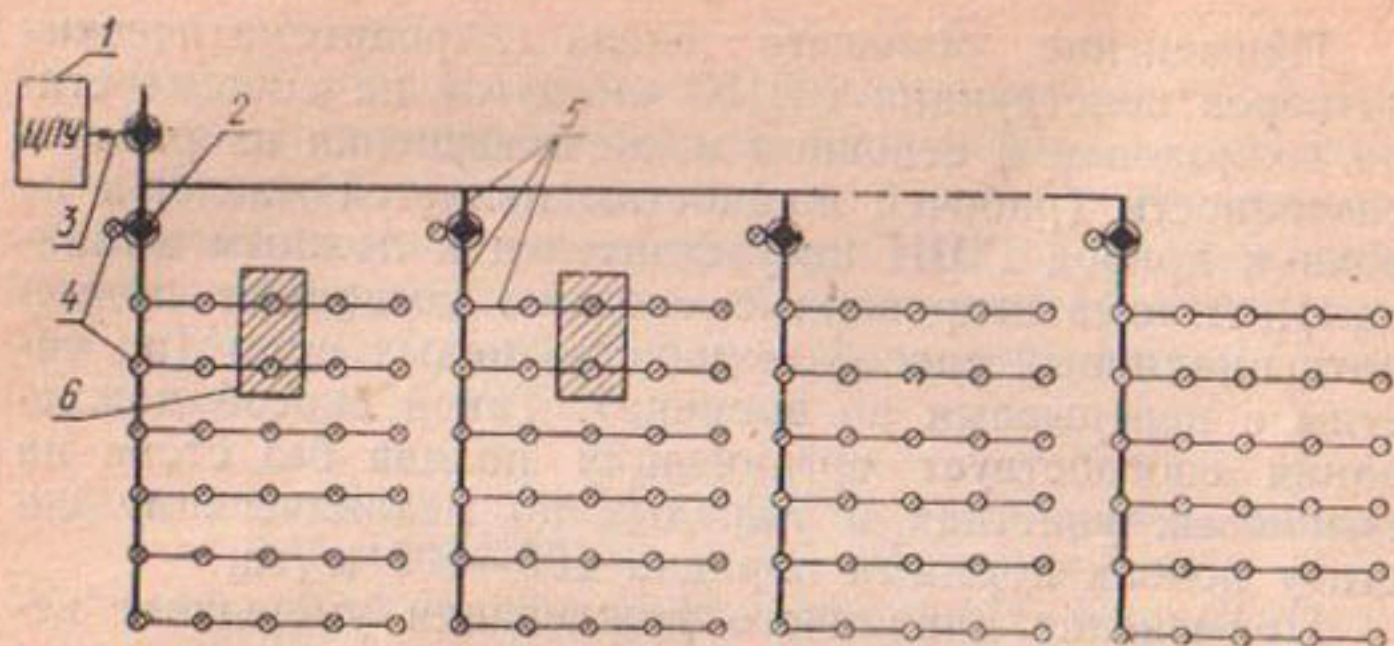


Рис. 1. Схема автоматического управления работой многозональной стационарной дождевальной системой:

1 — центральный пульт управления; 2 — генератор импульсов; 3 — линии связи; 4 — объект управления; 5 — сеть трубопроводов; 6 — площадь одновременного полива в зоне.

ния для работы в условиях повышенной влажности. Для эксплуатации необходимы специалисты высокой квалификации. Все это увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты.

Учитывая накопленный опыт по созданию и эксплуатации однозонных стационарных дождевальных систем с гидроимпульсным управлением, а также техническое совершенство гидроавтоматов, рекомендуется более экономичная и приемлемая в производстве двухступенчатая гидроимпульсная система телеуправления многозонным стационарным дождеванием.

Центральный пульт управления устанавливается обычно на насосной станции. Он должен включать реле времени для каждой зоны и одно реле счета импульсов для всех зон, которые в соответствии с установленной очередностью воздействуют на генератор импульсов.

Зонные генераторы импульсов в данной схеме управления должны быть снабжены не только механизмом времени, но и гидравлическим шаговым искателем (ГШИ). В соответствии с назначением этот механизм в дальнейшем будем называть зонным гидроавтоматом водораспределения и управления.

Многозональная стационарная дождевальная система работает следующим образом. На центральном пульте управления, гидравлических шаговых искателях зонных

гидроавтоматов и гидроавтоматических затворах устанавливают очередность полива дождевальными аппаратами (крыльями) в зоне и между зонами. Поливную норму и режим полива в каждой зоне устанавливают на центральном и зонных программных устройствах с помощью реле счета импульсов.

Запускают насосное оборудование, ставят ЦПУ на автоматический режим. Открывается напорная задвижка, заполняется водой межзонный распределительный трубопровод, и зонный гидроавтомат соответственно настройке вступает в работу. Оросительная сеть зоны заполняется водой, и с помощью гидроавтоматических затворов в работу включаются дождевальные аппараты. После выдачи поливной нормы срабатывает зонный гидроавтомат, по оросительной сети в зоне пройдет гидравлический импульс управления, с помощью которого гидроавтоматические затворы отключают работавшие дождевальные аппараты и включают очередные, и процесс этот повторяется до тех пор, пока не будет полита вся площадь зоны. Затем в работу вступает центральное программное устройство, которое формирует импульс управления. Работавший зонный гидроавтомат водораспределения и управления отключается и включается следующий, соответственно настроенный. Дождевальные аппараты начнут полив очередной зоны.

Из схемы работы многозонной системы видно, что во время полива под нагрузкой (давлением) находится оросительная сеть одной зоны, где осуществляется полив. Это очень важное преимущество многозонной стационарной дождевальной системы с гидроимпульсным управлением.

Пусть на каждой системе (однозонной и многозонной) имеется n — число гидроавтоматов, из которых одновременно включается в работу m число. Для проведения одного полива на всей площади однозонной системы по сети трубопроводов необходимо посылать n/m команд, а суммарное число переключений N_0 у всех гидроавтоматов определится выражением

$$N_0 = \frac{np}{m} = \frac{n^2}{m},$$

где N — суммарное число переключений у всех гидроавтоматов на однозонной системе за поливной сезон; s — число поливов за поливной сезон.

За весь оросительный период таких переключений будет:

$$N = \frac{cn^2}{m}.$$

На многозонной стационарной дождевальной системе непосредственно в работе участвует n/p гидроавтоматов, где p — число зон.

Одновременно в работу из них включается m гидроавтоматов. Для проведения одного полива на площади зоны требуется подать $\frac{n}{pm}$ команд, а суммарное число переключений составит:

$$N_{0.з} = \frac{n^2}{p^2m}.$$

За весь оросительный период таких переключений в зоне будет: $N_z = \frac{n^2c}{p^2m}$, а на всей системе $N' = \frac{n^2cp}{p^2m} = \frac{n^2c}{pm}$,

где N' — суммарное число переключений у всех гидроавтоматов на многозонной системе за поливной сезон.

При сопоставлении суммы переключений на однозонной и многозонной системах с гидроимпульсным управлением видно, что число гидроавтоматов в многозонных системах может быть увеличено в $\sqrt{p}$ раз, а значит, и площадь, управляемая гидроимпульсной системой телеуправления многозонной стационарной системы, может быть увеличена во столько же раз.

Разбивать систему на зоны целесообразно в соответствии с полями севооборота: в 8-польном севообороте 8, в 10-польном — 10 зон на системе. При больших по площади полях севооборота рекомендуется с учетом надежности и для увеличения оперативности в производстве поливов разбивать их на две или большее число зон.

В двухступенчатой системе гидроимпульсного телеуправления стационарным дождеванием по сравнению с существующими системами есть новое звено — зонные гидроавтоматы водораспределения и управления (рис. 2).

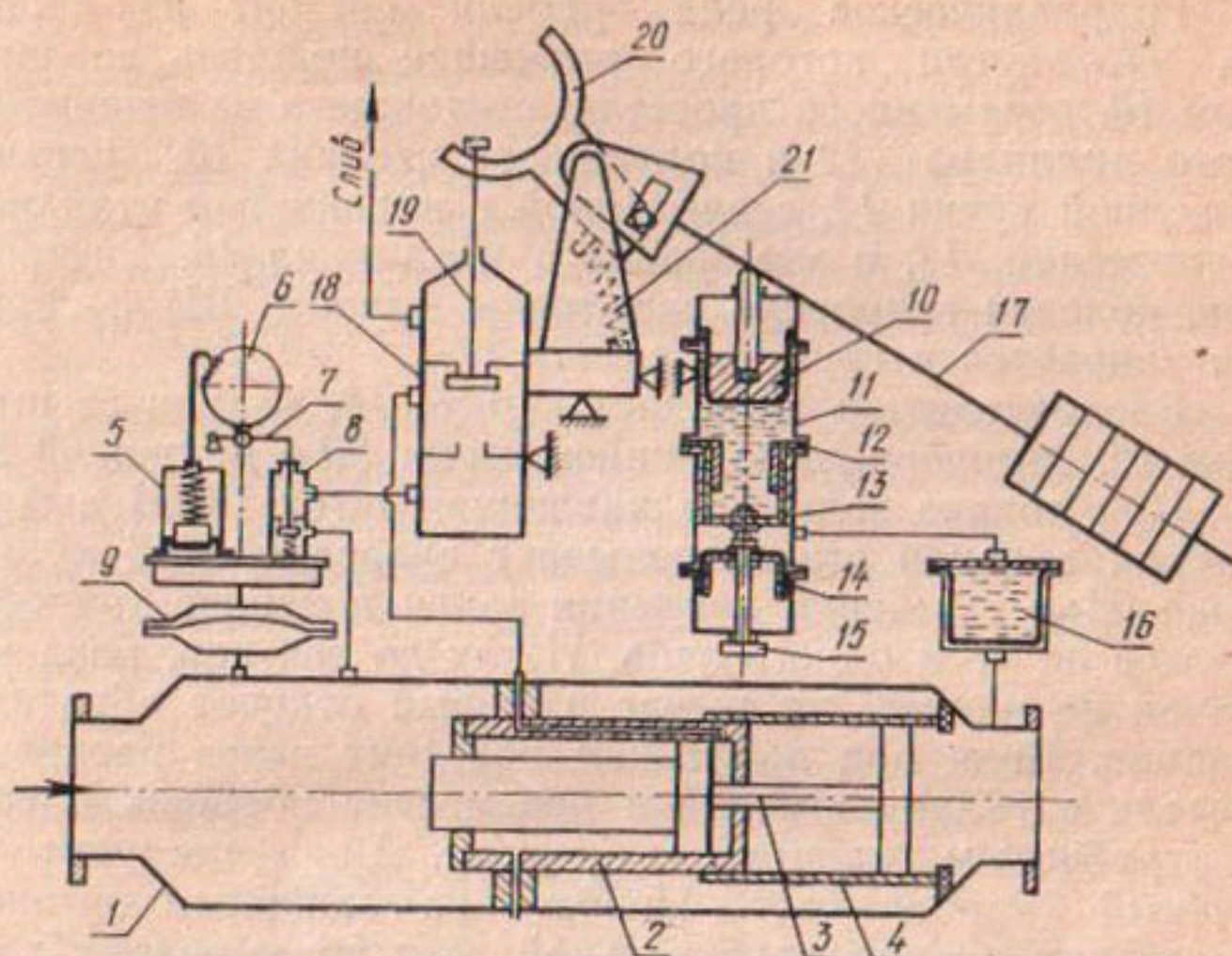


Рис. 2. Принципиальная схема зонного гидроавтомата водораспределения и управления:

1 — корпус задвижки; 2 — цилиндр гидродвигателя; 3 — шток гидродвигателя; 4 — запорный орган трубчатого типа; 5 — гидродвигатель одностороннего действия; 6 — храповое колесо; 7 — рычаг; 8 — обратный клапан; 9 — мембранный механизм; 10 — поршень со штоком гидравлического реле времени; 11 — корпус реле времени; 12 — неподвижный цилиндр переменного дросселя; 13 — подвижный стакан; 14 — поршень; 15 — регулировочная ручка; 16 — мембранный механизм; 17 — грузовой рычаг; 18 — корпус распределителя; 19 — клапан со штоком; 20 — самопереключающийся рычаг; 21 — пружина.

Зонный гидроавтомат водораспределения и управления служит для запрограммированного пропуска воды в зону и создания гидравлических команд в ней. Он включает следующие узлы: задвижку, ГШИ-2, гидро-реле и распределитель.

Задвижка состоит из корпуса 1 с подсоединительными фланцами. Внутри корпуса размещается запорный орган 4 трубчатого типа, который соединен со штоком 3 гидродвигателя и центрируется на его цилиндре 2.

Гидравлический шаговый искатель (ГШИ) включает гидродвигатель одностороннего действия 5, храповое колесо 6 с кулачком, обратный клапан 8, рычаг 7 и мембранный механизм 9. Полость гидродвигателя ГШИ заполнена маслом.

Гидравлическое реле времени состоит из корпуса 11, внутри которого размещен поршень со штоком 10, переменного дросселя, состоящего из неподвижного цилиндра 12 и подвижного стакана 13, регулировочной ручки 14, соединенной с подвижным стаканом и поршнем 14, и мембранного механизма 16. Внутренние полости гидрореле заполнены маслом. Шток поршня упирается в грузовой рычаг 17.

Распределитель включает корпус 18, клапан со штоком 19, самопереключающийся рычаг 20 с пружиной 21.

При подаче воды под давлением шток ГШИ выдвигается, а зацеп его захватывает очередной зуб храповика. При снижении давления зацеп повернет храповое колесо на угол одного зуба. И так до тех пор, пока кулачок не нажмет на рычаг, который откроет обратный клапан. Вода под давлением поступит через распределитель в гидродвигатель и переместит поршень вместе с трубчатым запорным органом. Вода поступит в зонный гидроавтомат. Полость за запорным органом после заполнения оросительной сети зоны водой будет находиться под давлением.

Масло из мембранного механизма поступит через дроссель под поршень, который, медленно перемещаясь, поворачивает грузовой и самопереключающийся рычаги. После $\frac{1}{2}$ части хода самопереключающийся рычаг довернется пружиной и переключит распределитель. Полость поршня гидродвигателя трубчатого запорного органа соединится с атмосферой, поршень начнет перемещаться, запорный орган перекроет проходное сечение. В оросительной сети зоны снизится давление. Под действием грузового рычага гидрореле и распределитель займут свое исходное положение, и цикл работы будет повторяться. Зонный гидроавтомат водораспределения и управления будет работать до тех пор, пока не понизится давление.

При снижении давления зацеп ГШИ повернет храповик, кулачок освободит рычаг, обратный клапан закроется. Зонный гидроавтомат прекратит пропуск воды и подачу команд управления в зону.

Выводы. При разработке двухступенчатой гидроимпульсной системы телеуправления многозонной стационарной дождевальнoй системы использованы следующие основные технологические положения:

гидроавтомат должен иметь устройство, которое уст-

раняет реагирование его на ложные команды (кратковременные колебания давления);

центральное программное устройство с задатчиком гидравлических команд управления должно обеспечивать регулирование изменения давления;

автоматизированная насосная станция системы должна обеспечивать постоянный напор на входе в оросительную сеть.

Площадь орошения многозонной стационарной дождевальной системы с двухступенчатым гидроимпульсным управлением по сравнению с однозонной и одноступенчатой системой можно увеличить с учетом схемной надежности в несколько раз (корень квадратный из числа зон).

УДК 631.347

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ ГОРНЫХ СКЛОНОВ

В. Ф. НОСЕНКО, А. М. ШАРКО, И. М. ГОНИАДИ,

кандидаты технических наук

А. В. БОРОВЕННИКОВ

*Всесоюзное научно-производственное объединение
по механизации орошения «Радуга»*

В настоящее время есть возможность значительного расширения орошаемых земель для возделывания высокодоходных сельскохозяйственных культур в южных зонах страны за счет освоения горных склонов. В нашей стране свыше 1,5 млн. га земель, расположенных в горных районах. На этих землях при орошении экономически весьма эффективно промышленное садоводство и виноградарство, возделывание овощей, чая, цитрусовых и других субтропических культур.

При традиционных способах орошения на склонах в большинстве случаев наблюдаются поверхностные смывы и линейные размывы, снижается плодородие почвы.

Устранение поливной эрозии почвы возможно при поливе с достаточно малой интенсивностью водоподачи, позволяющей осуществлять непрерывное орошение

в соответствии с водопотреблением сельскохозяйственных культур.

Разработанная ВНПО «Радуга» и КазНИИВХ система синхронного импульсного дождевания (СИД), характеризующаяся очень низкой средней интенсивностью дождя ($0,001...0,005$ мм/мин), вполне приемлема для орошения в горных условиях.

Производственным объединением «Автополив» Минводхоза Молдавской ССР в г. Тирасполе с 1979 г. налажено серийное изготовление комплектов оборудования синхронного импульсного дождевания (КСИД-10), являющихся модулем для создания участков различной площади.

Комплект оборудования синхронного импульсного дождевания представлен на рисунке 1. В качестве распределительных трубопроводов применены стальные трубы диаметром $D_y = 50...80$ мм. Поливные трубопроводы могут быть стальными или полиэтиленовыми. Диаметр их $D_y = 15...25$ мм. Протяженность труб, входящих в один комплект КСИД-10, позволяет смонтировать трубопроводную сеть для орошения участка площадью 10 га различной конфигурации.

Комплект содержит 52 импульсных дождевателя «Коломна-15» (рис. 2). Пневмогидроаккумулятор представляет собой водовоздушный бак, разделенный пер-

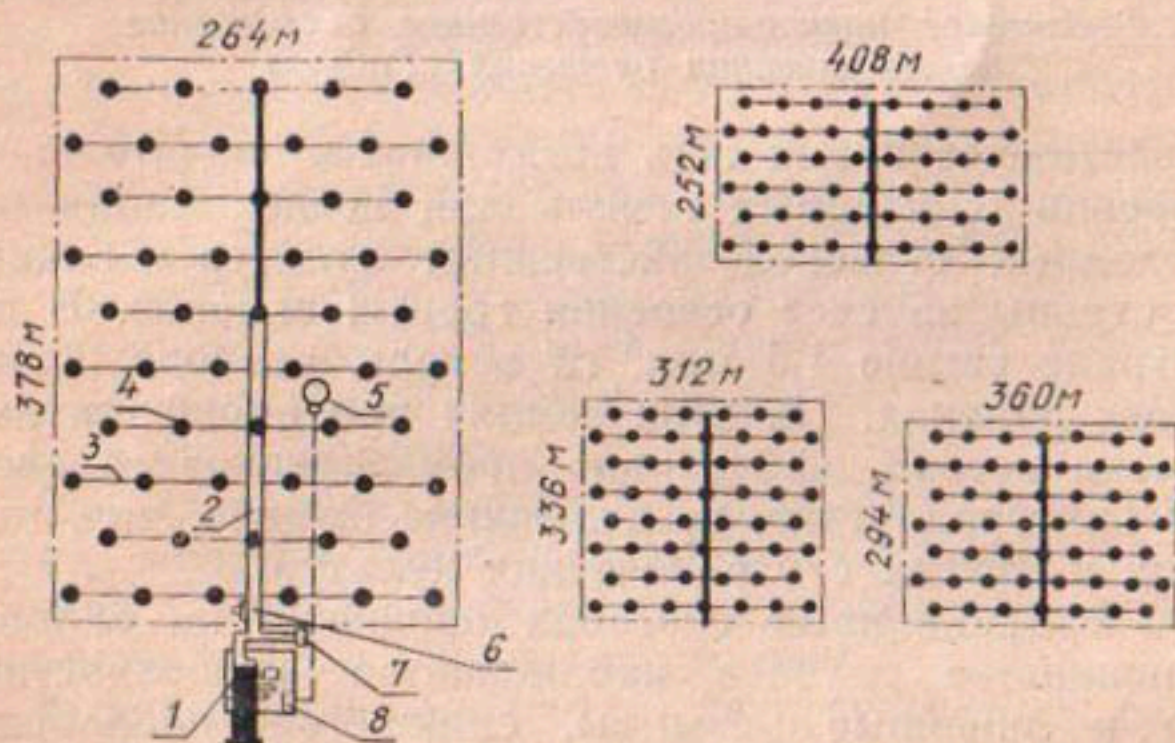


Рис. 1. Комплект синхронного импульсного дождевания:
1 — насос ЦНС 38-66; 2, 3 — трубопроводы; 4 — импульсный дождеватель «Коломна-15»; 5 — датчик необходимости водоподдачи; 6 — гидроподкормщик; 7 — генератор командных сигналов; 8 — пульт управления.

форированным сводом и эластичной мембраной на две части: нижняя часть предварительно заполняется сжатым воздухом, в верхнюю часть поступает вода. В качестве дождевальной насадки применен средне-струйный дождевальный аппарат «Роса-3».

Генератор командных сигналов служит для периодического понижения давления в трубопроводной сети с целью создания сигнала, обеспечивающего одновременный выплеск импульсными дождевателями накопленного объема воды. Он состоит из датчика, исполнительного механизма и гидравлических каналов связи.

Датчик необходимости водоподачи служит для автоматического включения или отключения насосной станции путем передачи дискретной информации о запасах воды в почве, соответствующих определенному уровню воды в водном испарителе. Он представляет собой водный испаритель (типа ГГИ-3000), снабженный двухпозиционным сигнализатором положения уровня воды и соединенный с пультом управления электрическим каналом связи.

Пульт служит для ручного или автоматического управления работой комплекта. Он представляет собой электросиловой шкаф, в котором смонтированы автоматические выключатели, магнитные пускатели, органы управления и другое электротехническое оборудование.

Гидроподкормщик ГПД-50 для внесения растворимых минеральных удобрений оборудован арматурой для работы в импульсном режиме.

Опыт использования оборудования синхронного импульсного дождевания на горных склонах в Краснодарском крае (чайсовхоз «Дагомысский») и в Крыму (колхоз «Память Ленина» Бахчисарайского района)

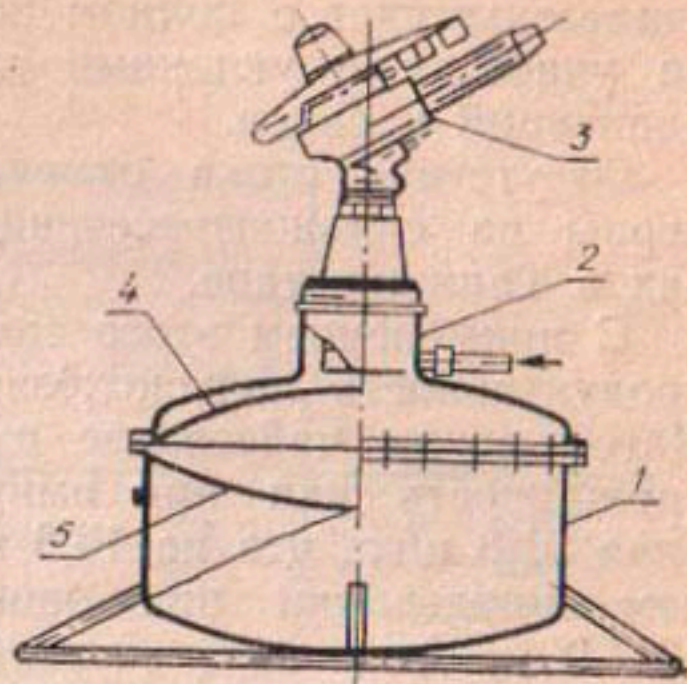


Рис. 2. Импульсный дождеватель «Коломна-15»:

1 — гидропневмоаккумулятор; 2 — гидроуправляемый запорный орган; 3 — дождевальная насадка; 4 — эластичная мембрана; 5 — перфорированный свод.

свидетельствует о полном исключении поливной эрозии на участках с уклонами до 0,3 при поливе чайных плантаций и садов.

Отсутствие стока отмечается и при орошении люцерны на сильнопересеченном рельефе и крутых склонах в Таджикистане.

С применением этого способа орошения повысилась продуктивность сельскохозяйственных культур. Так, в Дагомысском чайсовхозе в среднем за 1973...1979 гг. урожайность чая при импульсном дождевании составила 51,8 ц/га, что на 14,6 ц/га больше, чем при обычном дождевании при экономической эффективности 1014,9 руб/га.

Описанный выше комплект оборудования для синхронного импульсного дождевания применим для орошения участков площадью 10 га, имеющих относительно небольшие (15...25 м) разности отметок местности. На участках со значительными перепадами высот и на больших площадях система синхронного импульсного дождевания должна оснащаться дополнительным оборудованием, обеспечивающим, с одной стороны, исключение влияния геодезического напора в сети на работу импульсных дождевателей, с другой — усиление (повторение) командных сигналов на срабатывание импульсных дождевателей.

В качестве дополнительного оборудования для горных вариантов систем импульсного дождевания могут быть рекомендованы широко применяемые в гидравлических схемах устройства стабилизации и регулирования давления, позволяющие в период импульса понижения давления исключать статическое давление в сети, а также устройства приема и передачи импульсов понижения давления по сети технологических трубопроводов.

Технические решения вариантов систем синхронного импульсного дождевания в первую очередь зависят от схемы подачи воды к импульсным дождевателям (снизу вверх, сверху вниз, снизу вверх — сверху вниз), от синхронизации совместной работы модульных участков и технических средств обеспечения нормальной работы импульсных дождевателей.

На рисунке 3 приведена классификация систем СИД для горных условий. Каждой цепочке этой схемы соответствует вариант системы. Наибольший интерес

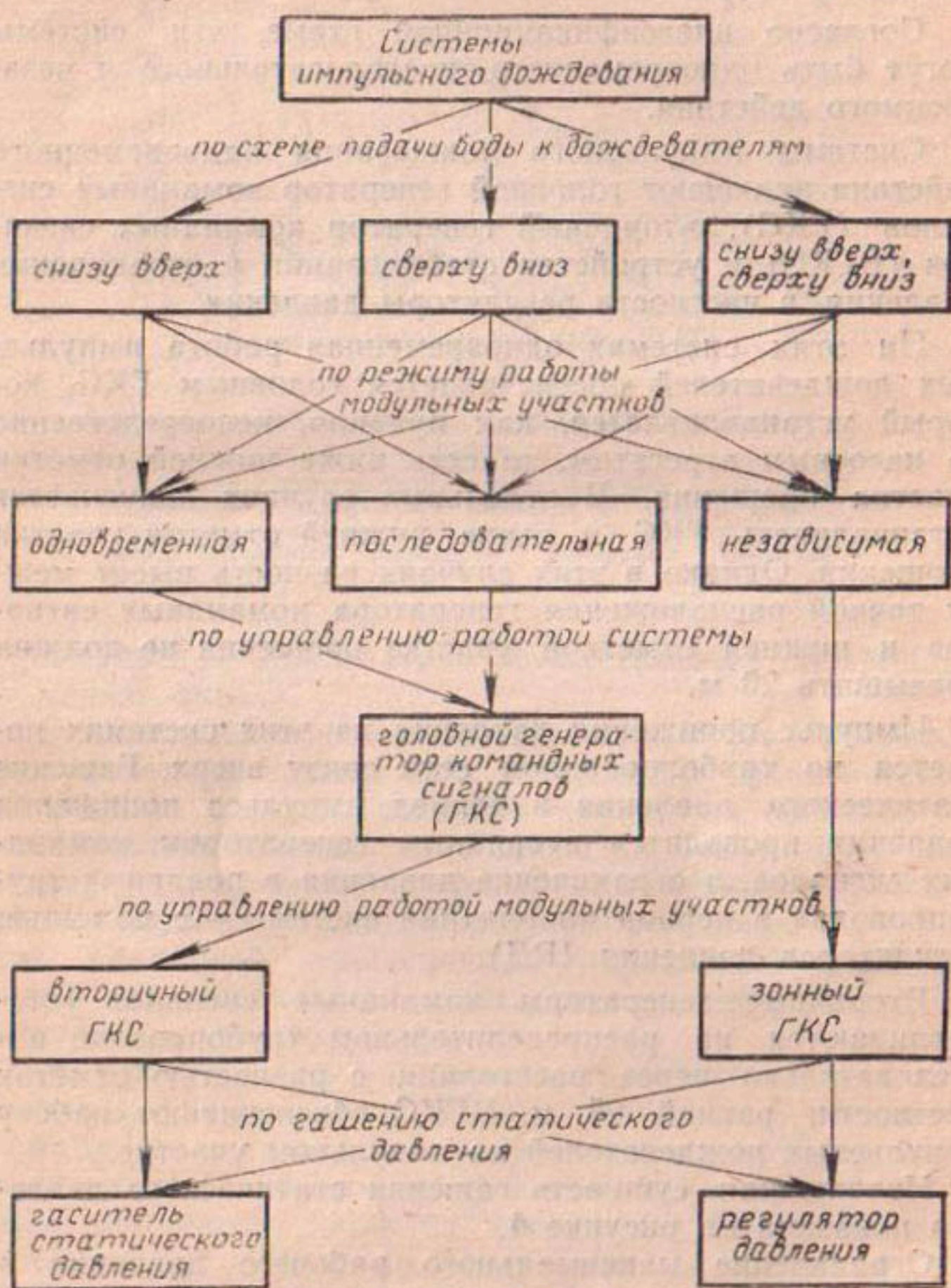


Рис. 3. Классификационная схема систем импульсного дождевания для горных условий.

представляют системы СИД, в которых подача воды к импульсным дождевателям осуществляется по принципу «снизу вверх».

Согласно классификационной схеме, эти системы могут быть одновременного, последовательного и независимого действия.

Системы импульсного дождевания одновременного действия включают головной генератор командных сигналов (ГКС), вторичный генератор командных сигналов (ВГКС) и устройства стабилизации и ограничения давления, в частности регуляторы давления.

На этих системах одновременная работа импульсных дождевателей обеспечивается головным ГКС, который устанавливается, как правило, непосредственно за насосным агрегатом, то есть ниже нижней отметки участка орошения. В отдельных случаях допускается устанавливать ГКС и выше нижней отметки участка орошения. Однако в этих случаях разность высот между точкой расположения генератора командных сигналов и нижней отметкой участка орошения не должна превышать 20 м.

Импульс понижения давления на этих системах подается по трубопроводной сети снизу вверх. Гашение статического давления в период импульса понижения давления проводится вторичным генератором командных сигналов, а ограничение давления в поливных трубопроводах в период наполнения системы — с помощью регуляторов давления (РД).

Вторичные генераторы командных сигналов устанавливаются на распределительном трубопроводе последовательно через расстояния с разностью отметок местности, равной 25 м. ВГКС обеспечивают работу импульсных дождевателей на модульном участке.

Изложенная сущность гашения статического давления показана на рисунке 4.

Ограничение максимального рабочего давления в поливных трубопроводах, а следовательно, и в пневмогидроаккумуляторах (ПГА) импульсных дождевателей проводится посредством регуляторов давления, поддерживающих на участках после себя постоянное давление независимо от давления на участках до себя.

На рисунке 5 приведены принципиальные схемы систем импульсного дождевания, в которых подача воды

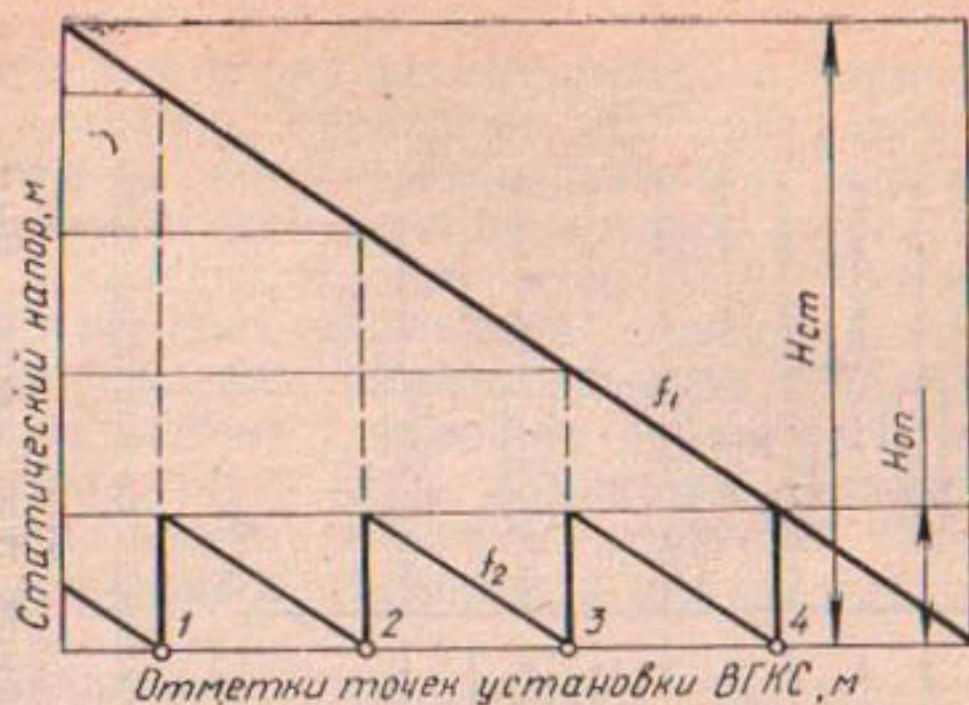


Рис. 4. Схема точек установки управляющих узлов:

f_1 — линия статического напора в сети; f_2 — линия статического напора той же сети в момент начала импульса понижения давления; 1, 2, 3, 4 — точки установки вторичных генераторов, командных сигналов.

в импульсные дождеватели осуществляется по принципу «снизу вверх».

Отличительной особенностью схемы 5,а является одновременная работа всех импульсных дождевателей на системе за счет передачи командных сигналов по сети технологических трубопроводов. Регуляторы давления, установленные на распределительных трубопроводах, позволяют выдерживать рабочее давление в линии «поливной трубопровод — импульсный дождеватель» и обеспечивать наполнение емкостей ПГА импульсных дождевателей.

На рисунке 5,б приведена принципиальная схема системы СИД одновременного действия с передачей командного сигнала по управляющему трубопроводу. Нормально закрытая гидрозадвижка с провокационным аппаратом является вторичным ГКС, который обеспечивает работу импульсных дождевателей на модульных участках.

На рисунке 5,в приведена принципиальная схема системы импульсного дождевания последовательного действия. Отличительным для приведенной схемы является секционное срабатывание отдельных модульных участков с помощью вторичных ГКС, выполненных в

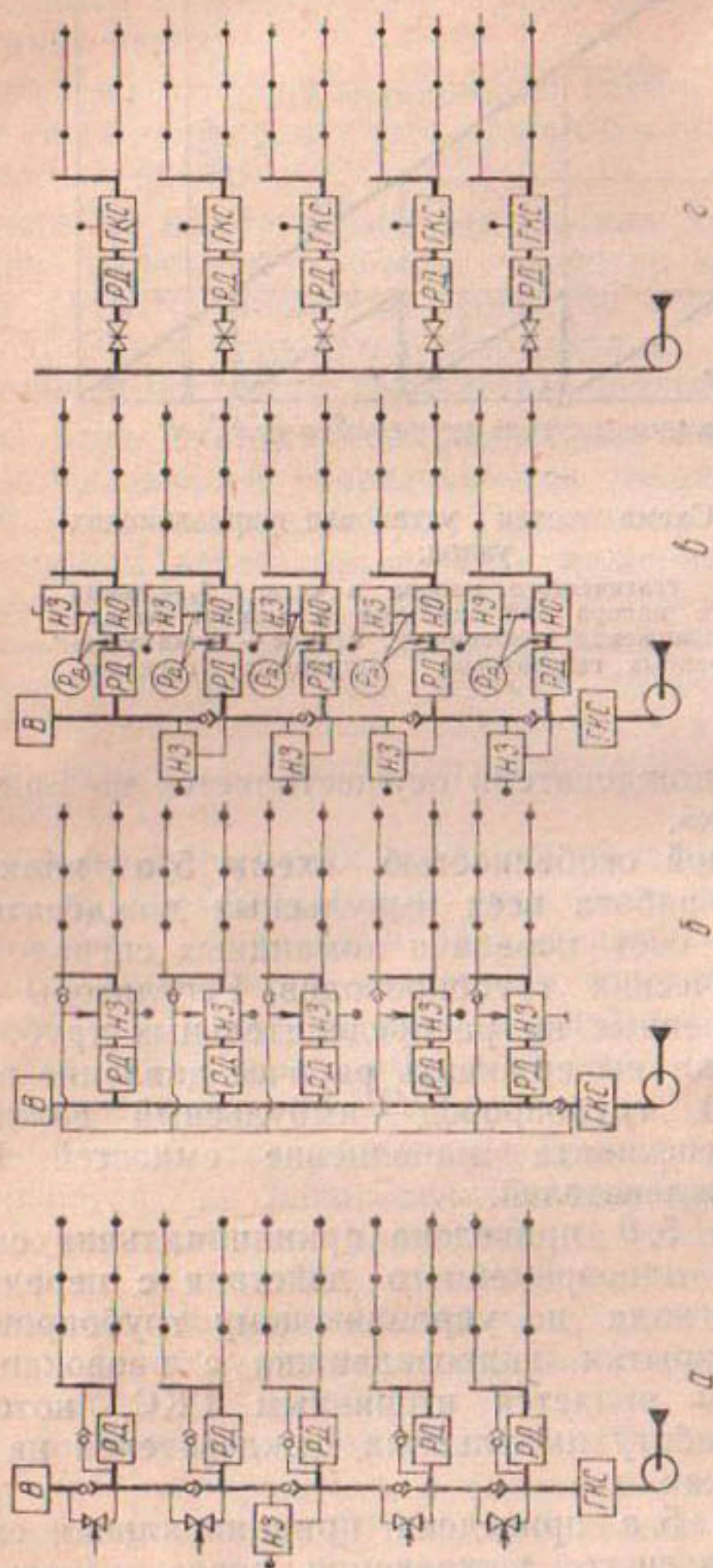


Рис. 5. Принципиальные схемы систем импульсного дождевания, работающих по принципу «снизу вверх»:

а, б — одновременная работа; в — последовательная работа; г — независимая работа. ГЭС — генератор ко-
 мандных сигналов; РД — регулятор давления; В — вантуз; НЗ — нормально закрытая гидрозадвижка; НО —
 нормально открытая гидрозадвижка; Р — реле давления.

виде спаренных нормально открытого и нормально закрытого клапанов. Управление работой клапанов осуществляется по сигналу реле давления. Регулирование давления в поливной сети проводится посредством регулятора давления «после себя» (РД). Возвращение системы в исходное положение проводится импульсом понижения давления, вырабатываемым головным ГКС.

Работает система следующим образом. Нагнетаемая насосом вода через ГКС, регуляторы давления РД и нормально открытые клапаны вторичных генераторов командных сигналов поступает в импульсные дождеватели.

При наполнении импульсных дождевателей на первом модульном участке срабатывает реле давления и перебрасывает клапаны вторичного генератора. Нормально открытый клапан закрывается, а нормально закрытый — открывается. Таким образом в трубопроводную сеть подается импульс понижения давления. Затем последовательно срабатывают и остальные вторичные генераторы. После сработки всех вторичных генераторов головной ГКС дает кратковременное понижение давления, которое посредством провокационных аппаратов передается вверх по распределительному трубопроводу, возвращая в исходное положение вторичные генераторы. После этого процесс повторяется.

Система импульсного дождевания (рис. 5,з) представляет собой систему с независимой работой участков. Каждый участок имеет свой ГКС, а следовательно, и свой период срабатывания. Перед генераторами установлены регуляторы давления, стабилизирующие рабочее давление импульсных дождевателей после себя.

В определенных условиях применимы схемы систем СИД, в которых подача воды к импульсным дождевателям осуществляется по принципу «сверху вниз». Они включают водоисточник с сооружениями, находящийся выше верхней отметки участка орошения; головной ГКС, установленный ниже нижней отметки участка орошения; регуляторы давления или гасители статического давления и вторичные генераторы командных сигналов.

На системах, работающих по принципу «сверху вниз» (рис. 6), одновременная работа импульсных дождевателей обеспечивается за счет подачи командного импульса, вырабатываемого головным ГКС, непосред-

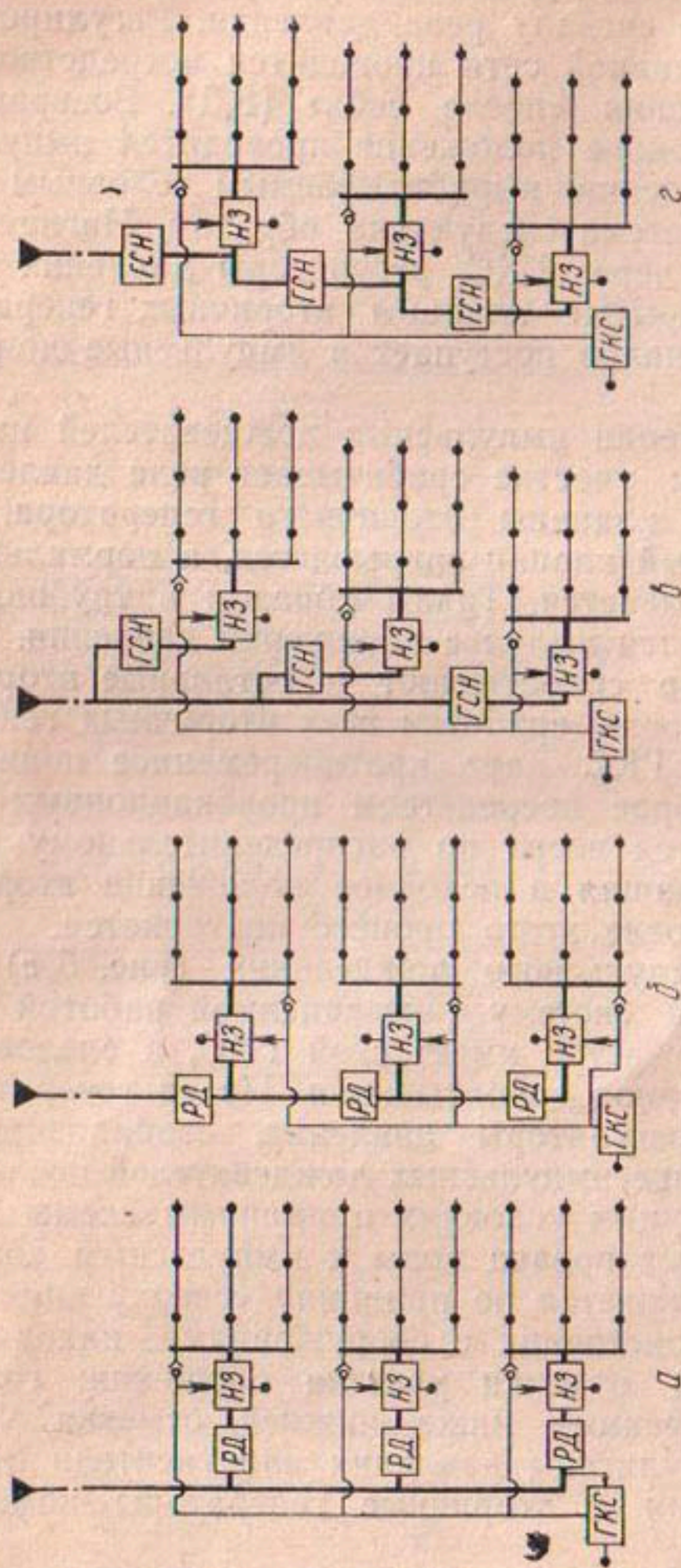


Рис. 6. Принципиальные схемы систем импульсного дождевания, работающих по принципу «сверху вниз»: ГСН — гаситель статического напора (остальные обозначения см. рис. 5).

ственно в рабочие полости приводов клапанов вторичных ГКС (по отдельному каналу — управляющему трубопроводу).

По принципу гашения статического давления эти системы разделяются на системы с регуляторами давления (рис. 6, а) и системы с гасителями статического давления (рис. 6, в, г).

Отличительной особенностью для приведенных систем импульсного дождевания (рис. 6, а, в) является неразгруженность от статического давления напоробразующего трубопровода, чем вызывается необходимость его выполнения из толстостенного трубопровода. В этом случае применяют регуляторы и гасители статического давления с условными проходами, обеспечивающими расходные характеристики только одного участка.

Отличительным для приведенных схем (рис. 6, б, г) систем импульсного дождевания является разгруженность всей сети и арматуры на ней от избыточного статического давления. Это позволяет выполнять сеть технологических трубопроводов из тонкостенных труб, но в этом случае применяют регуляторы и гасители статического давления с условными проходами, обеспечивающими расходные характеристики всей системы.

На рисунке 7 приведены схемы систем СИД последовательного и независимого действия «сверху вниз».

Особое внимание заслуживает схема систем СИД «сверху вниз» с последовательной работой участков (рис. 7, а). Система имеет ряд модельных участков, в верхних точках которых расположены участковые ГКС (кроме верхней первой).

В голове первого верхнего модельного участка установлен головной ГКС. В конструктивном отношении он выполнен так же, как и участковый ГКС, отличается только каналами связи. Реле давления головного ГКС питается из емкости ПГА ближайшего импульсного дождевателя верхней зоны, а реле давления участкового ГКС — от распределительного трубопровода (РТ) выше нормально открытого клапана соответствующего участка. Участковый ГКС в данном случае выполняет также функции вторичного ГКС. Кроме того, на РТ установлены регуляторы давления, посредством которых во всей сети устанавливается рабочее давление независимо от отметок участка орошения.

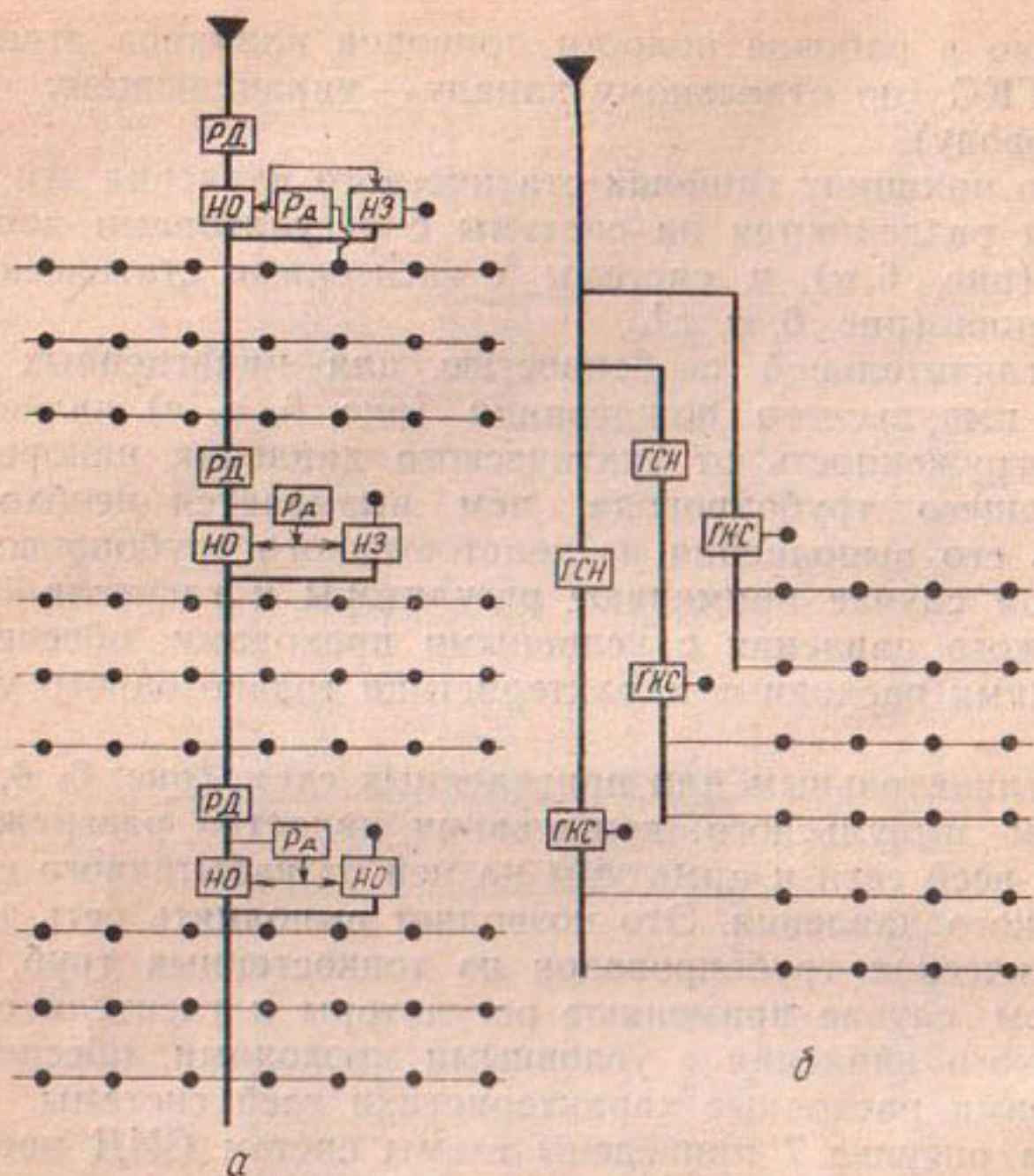


Рис. 7. Принципиальные схемы систем импульсного дождевания, работающих по принципу «сверху вниз» (обозначения см. рис. 5).

Система работает следующим образом. В исходном положении рабочие полости приводов клапанов генераторов через реле давления сообщены с атмосферой, вследствие чего при поступлении воды в систему нормально открытые клапаны открыты, а нормально закрытые — закрыты. Вода поступает в ПГА импульсных дождевателей системы — происходит процесс аккумуляции воды.

В первую очередь заполняются ПГА импульсных дождевателей системы, подкомандные первому снизу ГКС. После наполнения ПГА на этом участке реле давления ГКС этого участка срабатывает и сообщает рабочие полости приводов клапанов этого генератора с распределительным трубопроводом. В результате этого

нормально открытый клапан закроется и отсечет выше лежащую часть РТ от нижележащей, а нормально закрытый клапан откроется и сообщит сеть технологических трубопроводов, лежащую ниже данного генератора, с атмосферой, создав в ней импульс понижения давления. Импульсные дождеватели этого модульного участка срабатывают.

Аналогично срабатывает вышеустановленный ГКС с подкомандными к нему импульсными дождевателями, а нижний вернется в исходное положение.

Таким образом, срабатывают все участковые ГКС и подкомандные им импульсные дождеватели системы.

В последнюю очередь срабатывает головной ГКС с подкомандными ему импульсными дождевателями системы и тем самым возвращает в исходное положение нижеустановленный ГКС. В результате давление ПГА будет снижаться, и реле давления ГКС вернется в исходное положение. При этом рабочие полости приводов клапанов ГКС сообщатся с атмосферой, и они также вернуться в исходное положение. В дальнейшем процесс повторится.

Схема системы СИД «сверху вниз» (рис. 7, б) отличается от схемы (рис. 5 г) лишь в части гашения статического давления. Как уже отмечалось, для системы СИД, приведенной на рисунке 5, г, принципиального значения не имеет, где расположен водоисточник, и по какому принципу происходит водоподача к импульсным дождевателям. Поэтому работа этих схем совершенно одинакова.

Основной отличительной особенностью систем СИД, в которых подача воды к импульсным дождевателям осуществляется по принципу «снизу вверх, сверху вниз», является наличие холостой части распределительного трубопровода, по которой вода насосным агрегатом подается наверх, а затем к дождевателям сверху вниз.

Принципиальные схемы этих систем практически полностью совпадают со схемами системы «сверху вниз». Некоторую разницу имеют системы одновременного действия.

На системах СИД одновременного действия «снизу вверх, сверху вниз» головной ГКС устанавливают на нижней отметке холостой части распределительного трубопровода. За ГКС следует обратный клапан, а управляющий трубопровод питается от распределитель-

ного в точке между ГКС и обратным клапаном. Управляющий трубопровод, как и на схемах системы «сверху вниз» (см. рис. 6), соединен с рабочими полостями вторичных ГКС.

Работа этих систем аналогична работе систем, приведенных на рисунке 6.

Представляет интерес система «снизу вверх, сверху вниз», приведенная на рисунке 8, а. В этой схеме отсутствует холостая часть распределительного трубопровода (холостая и напорная части трубопровода совмещены). Работа этой системы аналогична работе системы СИД «снизу вверх» (см. рис. 5, б).

Для орошения участков, имеющих незначительные площади и значительную разность отметок местности, возможно применение системы СИД, в которой в качестве напорообразующего узла используют гидротаран. Для работы системы с гидротаранной установкой требуется, чтобы дебит водоисточника в несколько раз пре-

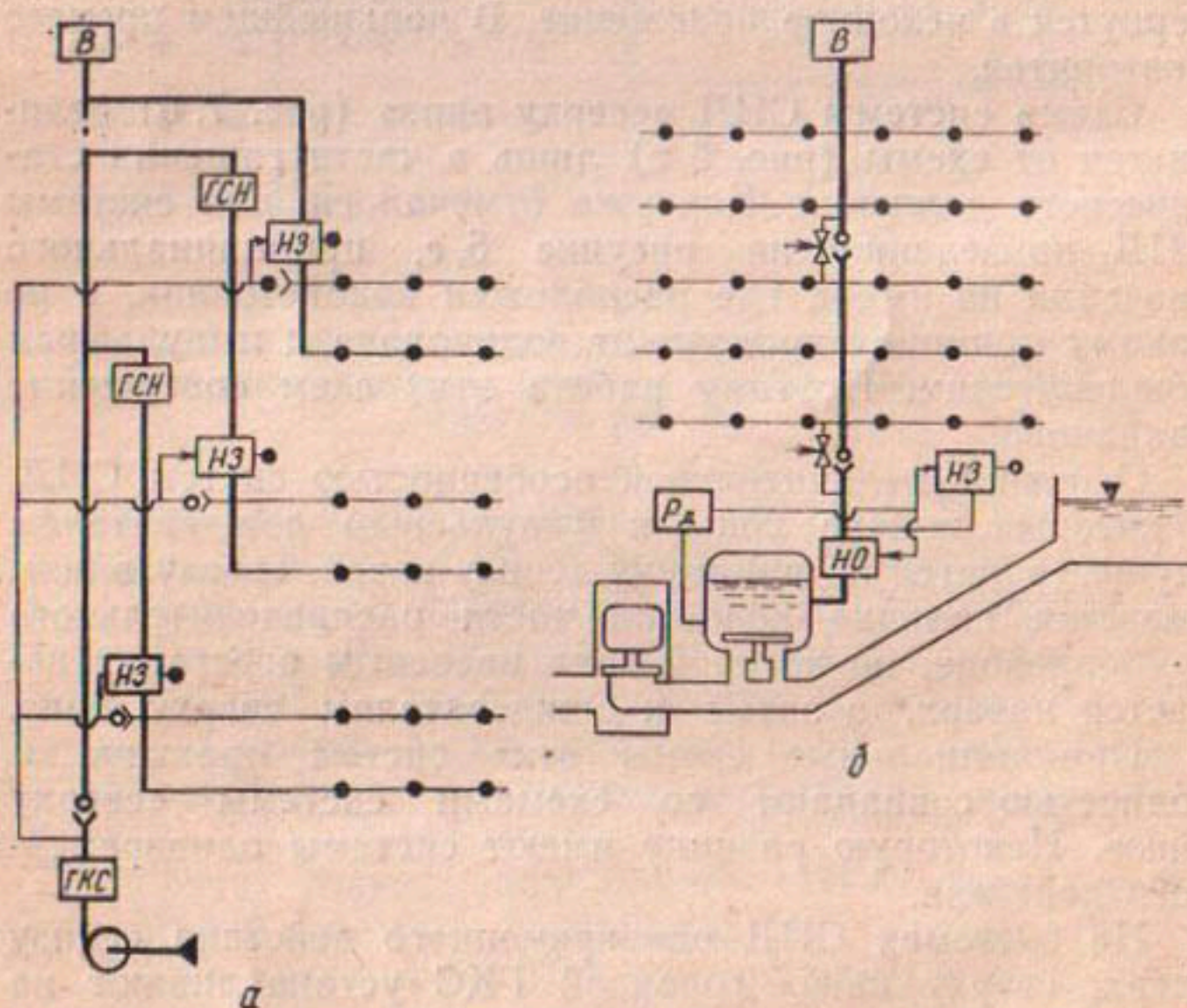


Рис. 8. Принципиальные схемы систем импульсного дождевания, работающих по принципу «снизу вверх, сверху вниз» (обозначения см. рис. 5).

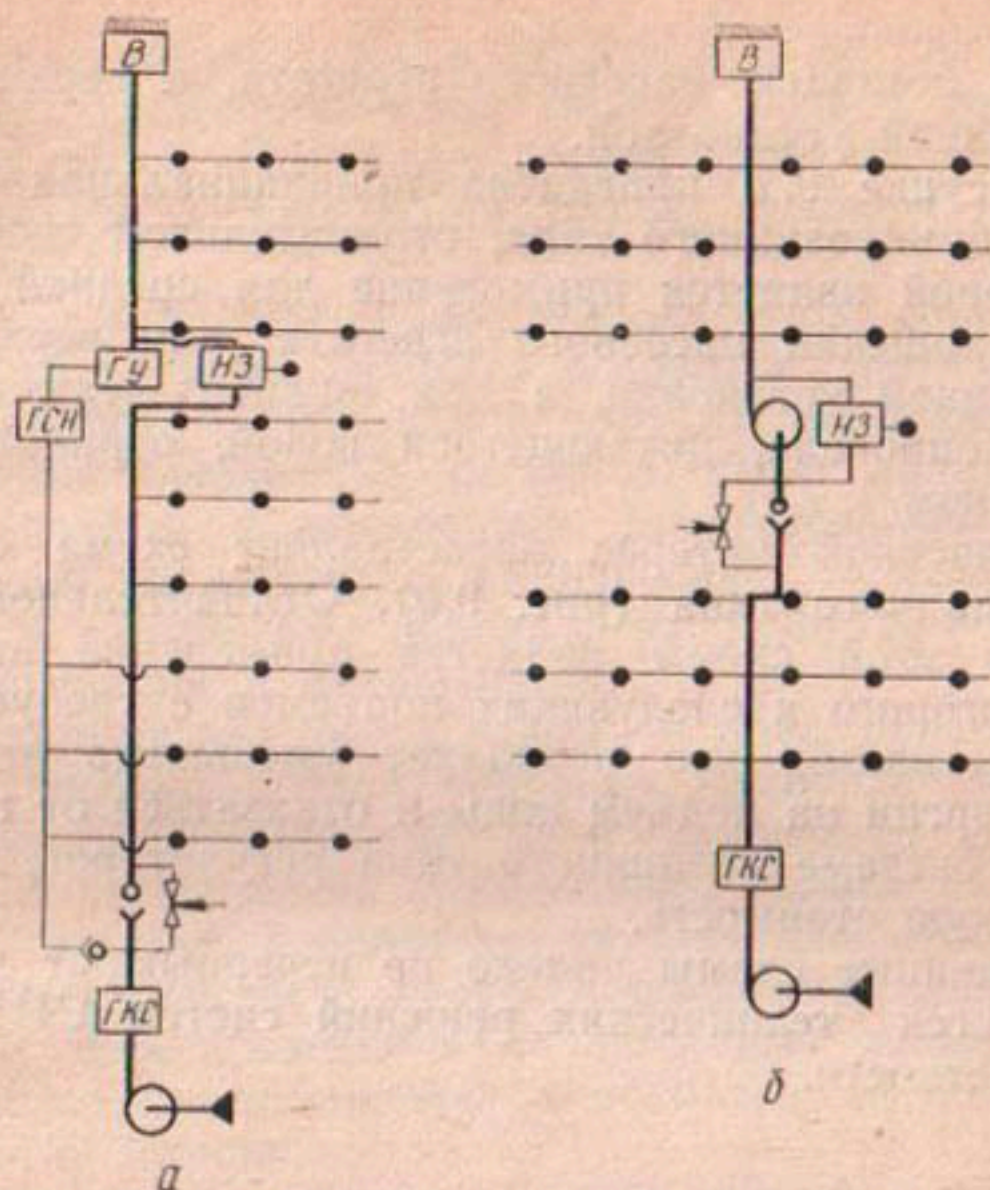


Рис. 9. Принципиальные схемы систем импульсного дождевания комбинированного типа (обозначения см. рис. 5).

вышал расход системы. Следует отметить, что система СИД с гидротаранной установкой не имеет принципиального отличия от описанных ранее систем СИД «снизу вверх» или «снизу вверх, сверху вниз».

На рисунке 8,б приведена принципиальная схема СИД с гидротаранной установкой.

Сельскохозяйственные угодья в горной местности, как правило, имеют неправильную конфигурацию, значительную разность отметок местности и располагаются таким образом, что более 50—80% их площадей лежит на небольшой высоте. Остальная же их часть представляет выклины, достигающие значительных высот. Верхнюю часть угодий можно уподобить равнобедренному треугольнику с вершиной, совпадающей с верхней отметкой местности. Для орошения таких участков представляет интерес применение СИД комбинированного типа, позволяющего, например, нижнюю часть участка

оросить с помощью насосного агрегата, а верхнюю — гидротаранной установкой.

На рисунке 9,а приведена принципиальная схема СИД комбинированного типа, отличительной особенностью которой является применение для средней части участка орошения насосного агрегата; для верхней — гидротаранной установки, а для нижней — самонапорного трубопровода, питающегося водой, отработанной гидротараном.

Практический интерес представляет схема систем СИД каскадного типа (рис. 9,б). Отличительной особенностью этой схемы является применение насосов первого, второго и следующих подъемов с требуемыми характеристиками, что позволяет уменьшить затраты электроэнергии на подъем воды и отказаться от применения на системе различного типа регуляторов, имеющих высокую стоимость.

Приведенные схемы далеко не исчерпывают других возможностей технических решений систем СИД для горной местности.

УДК 631.674.1

ТЕХНОЛОГИЯ САМОТЕЧНОГО ПОЛИВА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

В. М. БУАЧИДЗЕ, кандидат технических наук

*Грузинский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

Разбросанность и мелкоконтурность поливных участков с большими уклонами и наличием легких почв в горных и предгорных районах существенно влияют на выбор способов орошения и техники полива. Методы совершенствования способов орошения и техники полива зависят от необходимости предотвращения ирригационной эрозии.

Проведенные в широком масштабе опытно-производственные исследования и изучение опыта орошения в горных и предгорных условиях показывают, что количество смытой почвы при самотечном поливе по наибольшему уклону без соблюдения рациональных элементов техники полива достигает 100...120 т и более на

1 га за поливной сезон в зависимости от растительного покрова, водно-физических свойств почв и размера поливных струй. При этом потери питательных веществ на 1 га составляют: азота 165 кг, фосфора 110, калия 161 кг.

Поскольку самотечный поверхностный полив до настоящего времени является основным способом орошения аридной и субаридной зон как низменных, так и склоновых орошаемых регионов, стоит задача — улучшить наряду с внедрением прогрессивных способов орошения (дождевание, подпочвенное, капельное) технологию самотечного полива и разработать способы его автоматизации и механизации.

Поливные участки в горных и предгорных условиях имеют уклоны в двух основных направлениях: в продольном (максимальные) и в поперечном (минимальные). В направлении наименьшего уклона встречаются бугры, впадины и обратные уклоны, чем и объясняется стремление хозяйств провести поливы по наибольшему уклону. Для проведения качественных поливов в горных условиях планировку необходимо делать по наименьшему уклону.

Учитывая извилистость η и густоту горизонталей, автором предложена следующая классификация микро-рельефа: средней сложности $\eta_r = 0,8 \dots 0,9$; густота горизонталей 5...10; объем планировочных работ $W = 250 \dots 300 \text{ м}^3/\text{га}$; сложный $\eta_r = 0,7 \dots 0,8$; густота горизонталей 15...20; $W = 400 \text{ м}^3/\text{га}$; очень сложный $\eta_r = 0,6 \dots 0,5$; густота горизонталей 20 и более; $W = 400 \dots 1000 \text{ м}^3/\text{га}$.

Предложена методика проектирования планировки по усредненным поперечным уклонам и определения объема планировочных работ без составления проекта.

Изучение и анализ топографических планов поливных горных и предгорных участков показывают необходимость изменения направления нарезки поливных борозд. Рекомендованные до сих пор горизонтальные борозды без учета главного уклона склона не годятся для широкого внедрения, так как требуют таких глубин, которые порой больше пахотного слоя, и их длина практически не превышает нескольких метров.

Наиболее рациональным методом бороздкового полива на больших уклонах, как показали многолетние опытно-производственные исследования, следует счи-

тать контурное орошение, то есть по заданному уклону вдоль горизонталей.

Обозначим максимальный уклон склона углом γ , направление нарезки контурной борозды на склоне α , допустимый уклон продольной оси борозды β и угол, образуемый вертикальной осью бороздоделателя с горизонтальной плоскостью, Θ . Имея α и Θ , можно рассчитать допустимую глубину контурной борозды h и живое сечение $S_{ж.с}$: $h_{доп} = c \sin(\varphi - \Theta)$,

$$S_{ж.с} = \frac{1}{2} c_1^2 \frac{\sin 2\varphi \sin(\varphi - \Theta)}{\sin(\varphi + \Theta)}.$$

Контурное орошение дает возможность орошать крутые склоны, предотвращать ирригационную эрозию, улучшать качество полива и увеличивать границы применения самотечного полива. При этом орошении увлажнение как по длине, так и по поперечному сечению зависит от уклона склона и дна контурной борозды.

Обычно длина смачивания нижнего борта борозды больше, чем верхнего. Соответственно и эпюры увлажнения нижнего борта больше, поэтому образуется эксцентриситет между эпюрами увлажнений контурной борозды.

Разность давления по соответствующим граням BC и BK_1 равна:

$$p_1 = \frac{\gamma a_1^2}{2}; \quad p_2 = \frac{\gamma c_1^2}{2}, \text{ где } c_1 > a_1;$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \frac{\gamma}{2} (c_1^2 - a_1^2).$$

где c_1 и a_1 соответственно зависят от уклона дна борозды и местности.

Необходимо найти такую глубину $h_{доп}$, чтобы $\Delta P = \min$, $\Delta P = 0$, $c_1 = a$ (случай, когда борозда не имеет поперечного уклона, то есть полив проводят не контурно, а по наибольшему уклону).

Удалось найти такое соотношение между γ , Θ и β , при котором эпюры увлажнения в поперечном сечении контурной борозды перекрывают одна другую (нижняя переувлажненная сторона перекрывает верхнюю недоувлажненную) и эксцентриситет между ними минимальный.

Эпюры увлажнения контурных борозд получены в полевых опытах графоаналитическим методом и моделированием на ЭГДА. Эксцентриситет перекрытия по графоаналитическому методу составил 5 (при расстоянии между бороздами 140 см), по ЭГДА — 7, а при расстоянии 70 см между контурными бороздами — 3...4 см.

Опытно-производственные исследования контурного орошения по бороздам плодового сада в с. Гамарджвеба и на облесенных холмах Гаре-Кахетии показали: контурное орошение с двойным уклоном, выпуклыми и вогнутыми берегами с перераспределением скорости по сечению уменьшает или вовсе исключает эрозию. По длине контурной борозды при переменном расходе происходит равномерное впитывание, и фактический сброс равен нулю. В контурных бороздах среднее значение смыва почвы намного меньше, чем на обыкновенных с таким же продольным уклоном дна, допускаемые скорости на 20—25% больше продольных. Получены кривые функциональной зависимости допустимого уклона контурной борозды от главного уклона склона.

Контурное орошение расширяет границы применения самотечного полива, увеличивает производительность труда на длинных бороздах (200...300 м) и больших струях (1,5... 2 л/с) в контурной борозде.

Для подачи воды в контурные борозды необходимо сеть временных оросителей заменить поливными трубопроводами (особенно сеть выводных борозд при продольной схеме полива).

Опытно-производственные исследования поливных агрегатов ППА-165 и ППА-165У в условиях Грузии, проведенные в 1971...1973 гг. при разработке технологических схем самотечного полива, показали их приемлемость для орошения сельскохозяйственных культур на площадях с малыми уклонами и на участках с широким фронтом полива. На площадях с большими уклонами эти машины нуждаются в некоторых конструктивных и технологических изменениях. Например, из-за мелко-контурности, разбросанности поливных участков и сложности гидравлики поливных трубопроводов необходимо уменьшить фронт работы поливных агрегатов с 300...330 до 100...150 м. Соответственно требуется уменьшить расход и диаметр трубопровода, ибо гибкие капроновые трубопроводы диаметром 300...350 мм на больших укло-

нах скатываются и скручиваются, особенно осложняется наматывание их на барабан после поливов.

Учитывая геоморфологические особенности орошаемых земель в горных и предгорных условиях (наличие больших уклонов, эродированные почвы, мелкоконтурность и разбросанность поливных участков), составлены агротехнические требования на поливную машину горной модификации. Агрегат предназначен для бороздочного полива сельскохозяйственных культур в горных и предгорных условиях с применением жестких или полужестких поливных трубопроводов. Замена временной оросительной сети трубопроводами дает экономию посевной площади 5...8%. Производительность насоса должна быть до 80...100 л/с, диаметр трубопровода — до 100...120 мм.

ГСКБ по ирригации запроектировало поливную машину ППА-100 горной модификации, которая передана ГрузНИИГиМ на предварительное испытание.

ППА-100 — навесная машина на тракторе Т-25А, ее производительность за час чистой работы (при поливной норме 700 м³/га) составляет 0,514 га/ч.

Предварительное испытание агрегата ППА-100 проводилось на Самгорском опытно-мелиоративном опорном пункте ГрузНИИГиМ при поливе рассады капусты. Борозды нарезаны через 70 см длиной 100 м. Соединительные хомуты в начале трубопровода выдерживают напор около 6 м, квадратные патрубки предохраняют трубы от скатывания.

При раскладке поливных трубопроводов по наименьшему уклону (порядка 0,005) равномерная раздача воды в борозды достигается установлением напоров 0,6...0,45 м и расходом струи 0,40...0,55 л/с.

Равномерность раздачи по длине трубопровода составила 87%. На раскладку и сборку трубопровода уходит 43 мин.

Технология полива сельскохозяйственных культур по направлению наименьшего уклона требует укладки поливных трубопроводов по склону; наличие нарастающего напора вызывает неравномерность его распределения у выпусков, ручная регулировка последних не обеспечивает равномерности раздачи поливной струи в борозды. При серийном выпуске поливного агрегата ППА-100 горной модификации следует учесть это поло-

жение и поливные трубопроводы армировать выпуска-ми-регуляторами автоматического действия.

Производительность машины при фиксированном числе обслуживаемых борозд (166, 143, 112) зависит от ширины междурядий, расхода воды машиной, длины борозд и поливных норм.

УДК 631 : 67

ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИКИ ПОЛИВА В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

Г. Ю. ШЕЙНКИН, доктор технических наук
В. И. КАНАРДОВ, кандидат технических наук,
В. Б. ГОРДЕЕВ, Н. П. МИТЯНИН

*Всесоюзный научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

В настоящее время полив по бороздам в аридной зоне является одним из основных способов при орошении сельскохозяйственных культур. Применяемая техника полива по бороздам не обеспечивает равномерного распределения воды по полю, что ведет к снижению КПД системы, а также затрудняет механизацию полевых работ и тормозит внедрение комплексной механизации в орошаемом земледелии.

Особенно тяжелые условия сложились при освоении земель в предгорных районах, характеризующихся большими уклонами, изрезанным рельефом. В Таджикистане земли, расположенные в долинах, используются практически полностью. Поэтому стоит задача — освоить земли с повышенными уклонами и крутыми склонами. Такие же условия сложились и в других республиках Средней Азии и Закавказья, в частности в Армении. В этих условиях необходимо в первую очередь заменить существующую открытую оросительную сеть в земляном русле с примитивными приспособлениями для распределения воды между бороздами более совершенными поливными устройствами, что позволит коренным образом решить вопрос механизации и автоматизации процессов водораспределения на поле.

Учитывая важность этих вопросов и отсутствие достаточного опыта по освоению предгорных районов,

ВНИИГиМ в содружестве с Министерством мелиорации и водного хозяйства Таджикской ССР проводит соответствующие исследования на экспериментальной базе (полигоне).

Экспериментальная база находится на втором эксплуатационном участке Большого Гиссарского канала Гиссарского долинного управления оросительных систем. Способы и техника полива, а также принципиальные схемы разрабатываются и испытываются применительно к различным сельскохозяйственным культурам и различным уклонам; это дает возможность в одном месте охватить большой диапазон условий, в которых могут быть испытаны различные способы и техника полива.

Рассмотрим некоторые способы орошения для повышенных уклонов. На больших уклонах Самгарского массива в 1963...1964 гг. был впервые (совместно с Н. К. Нурматовым) построен опытный участок для полива виноградников с подачей воды из одного отверстия в две борозды, окаймляющие рядок лоз виноградника. Патрубки-водовыпуски для подачи воды в борозды устанавливаются над центром поливных отверстий в створе рядка растений. В этом варианте в связи со свободным истечением воды из отверстий через патрубки-водовыпуски и отсутствием сопротивления грунтовой засыпки требуются незначительные напоры.

При продольной схеме размещения сети, рекомендуемой для массивов с уклонами до 0,06, когда поливной трубопровод укладывают по наименьшему уклону, в патрубках делают два выреза. При поперечной схеме на уклонах более 0,06 поливной трубопровод (с изменением диаметра по длине) укладывают по наибольшему уклону. Величину поливных отверстий определяют расчетом. Подача воды в борозды, перпендикулярные поливному трубопроводу, с небольшим (0,003...0,005) уклоном осуществляется с верховой стороны рядка. Патрубки-водовыпуски размещаются в створе ряда растений, исходя из условий беспрепятственного проведения междурядных обработок. Применение сети поливных трубопроводов, характеризующихся равномерной раздачей поливных струй, позволяет снизить поливные нормы за счет резкого уменьшения сброса поливной воды по сравнению с обычным поливом по бороздам.

Для земель с большими уклонами (более 0,1), с изрезанным рельефом, где традиционные способы полива по бороздам практически неприемлемы, необходима принципиально новая техника полива, основанная на максимально возможном дроблении поливного тока. К таким способам относятся импульсное дождевание и капельное орошение, позволяющие автоматически подавать определенное количество воды малой нормы и поддерживать влажность в корнеобитаемом слое почвы на заданном оптимальном уровне (в пределах 70...80% предельной полевой влагоемкости).

В 1975 г. на Гиссарском экспериментальном полигоне ВНИИГиМ и Минводхоза Таджикской ССР начались поисковые исследования в хлопковой зоне по применению синхронно-импульсного дождевания (СИД) для культур сплошного сева и капельного орошения для полива виноградников на крутых террасированных склонах.

Исследования по применению синхронно-импульсного дождевания проводили на участках с уклонами 0,07...0,5, занятых люцерной. Почвы экспериментальных участков — средние и тяжелые суглинки (незасоленные) с объемной массой 1,4...1,5 г/см³. Предельная полевая влагоемкость в метровом слое равна 22...24% массы сухой почвы. Грунтовые воды залегают на глубине более 20 м. Подача воды на участки осуществляется системой импульсного дождевания, разработанной и смонтированной специалистами КазНИИВХ и ВНПО «Радуга». Средняя интенсивность дождя при импульсном дождевании составляла 0,01...0,013 мм/мин. Для полива использовалась вода Большого Гиссарского канала без предварительной очистки. Синхронно-импульсное дождевание проводили сразу же после окончания периода дождей, подсыхания растений не допускали. Проводили ежедневные ночные поливы, когда расход воды на испарение минимальный. Перерывы в поливах были связаны с проведением укосов люцерны или с техническими причинами. Время проведения ежедневного полива назначали в зависимости от суммарного испарения, определяемого ежесуточно методом теплового баланса по методике А. Ш. Джалилова. Простота способа расчета (по показаниям пиранометра) позволила применять для расчета эту методику применительно к люцерне.

В процессе проведения поливов изучали основные технические и эксплуатационные показатели синхронно-импульсного дождевания, распределение влаги в почве, водопотребление люцерны и ее продуктивность, а также вопросы, связанные с возникновением поливной эрозии, смывом и уплотнением почвы. Изучение СИД осуществлялось при работе одиночных аппаратов на различных уклонах.

Несмотря на некоторое колебание влажности в почвенном слое из-за перерывов в поливах (во время укосов), люцерна быстро после начала поливов вырастала к последующему укосу (всего за вегетационный период было проведено пять укосов). Урожай люцерны в 1976 г. составил по участкам 700...1100 ц/га зеленой массы. Влажность в полуметровом слое поддерживалась на уровне 60...80% ППВ. Во время укосов при отсутствии поливов влажность почвы понижалась до 50...60% ППВ, особенно в верхних слоях. За период исследований в 1976 г. не было заметно признаков ирригационной эрозии, размыва склонов и т. п., отмечено лишь перераспределение твердого стока в пределах участка.

Капельное орошение испытывали при выращивании виноградников на участке с крутыми (до 0,4...0,5) террасированными склонами. Ширина террас 80...150 см, длина до 100 м, уклоны террас 0,002...0,02. Почвы склонов — неорошаемые сероземы. По физическим свойствам они относятся к разряду просадочных и легкоразмываемых незасоленных грунтов. Почвенный покров представлен темными тяжелыми и средними суглинками. Объемная масса почв участка в метровом слое 1,26...1,32 г/см³, предельная полевая влагоемкость 24% массы сухой почвы*.

Грунтовые воды залегают на глубине свыше 20 м. Для орошения использовали воду из подземного водозабора. Ее подавали в водонапорный резервуар, уровень которого находился на 2 м выше отметок поверхности земли верхней террасы. Из резервуара вода самотеком поступала в распределительно-магистральный трубопровод диаметром 32 мм, проложенный на глубине 20...25 см по наибольшему уклону (поперек склона).

* Определение водно-физических свойств почв на опытном участке выполнено старшим научным сотрудником И. Н. Вахмистровой.

От него вдоль террас были уложены полибутиленовые оросители диаметром 15 мм с капельницами-микротрубками из поливинилхлорида (одна капельница на один куст). Внутренний диаметр трубок равен 1 мм. Поливы проводили 5 раз в неделю. Продолжительность полива t назначали в зависимости от поливной нормы, площади, занимаемой данной культурой, и расхода воды из одной капельницы

$$t = \frac{86,4m\omega}{q_k},$$

где t — продолжительность полива, сутки; m — поливная норма, рассчитываемая по общеизвестной формуле И. А. Шарова, для определенного периода, м³/га; ω — площадь, занимаемая одним растением, га; q_k — расход воды из одной капельницы, м³/с.

В программе исследований предусматривалось определение оптимального режима орошения виноградника, рассмотрение водного режима почв при капельном орошении, а также изучение эксплуатационных показателей работы капельниц. Сорт винограда — Тайфи-розовый первого и второго года посадки.

Изучали три варианта режима орошения в трехкратной повторности; каждый вариант имел различную интенсивность водоподачи из одной капельницы — 0,5; 1,0; 1,5 л/ч. Кроме того, был рассмотрен вариант выращивания виноградника на крутых склонах без орошения. Оросительная норма за период вегетации в вариантах полива составила соответственно 800, 1600, 2400 м³/га. Контур увлажнения имел вид усеченного эллипсоида с максимальным диаметром на глубине 30...50 см.

Для изучения вопроса о распространении влаги в почве был рассмотрен вариант с интенсивной водоподачей (4,0 л/ч), при котором получено наилучшее распространение влаги в почве (максимальный диаметр эллипсоида 1,2...1,3 м), при глубине промачивания более 1 м. Объем воды, поданной под один куст, в этом случае равен 336 л. При подаче 1,5 л/ч и менее глубина контура промачивания равна 0,6...0,8 м при максимальном диаметре 0,7...0,8 м, а объем поданной воды под один куст — 969 л.

По основным показателям (число листьев, площадь листовой поверхности и утолщение стебля виноградной лозы) наблюдалось нормальное развитие растений во

всех вариантах орошения. Небольшое увеличение толщины ствола виноградной лозы по сравнению с другими вариантами полива было отмечено в варианте с интенсивностью водоподачи 1,5 л/ч на одну капельницу. В варианте без орошения выпадение кустов винограда составило около 30% общего числа кустов; были отмечены также более замедленный рост, плохое развитие листовой поверхности и меньшая толщина ствола.

Кроме того, за период исследований при капельном орошении не было случаев появления ирригационной эрозии: размыва склонов, просадок грунта и т. д.

Местное уплотнение грунта (в месте установки капельниц) позволяет снизить число послеполивных обработок почвы до одной в течение вегетационного периода.

Первые поисковые работы показали перспективность капельного орошения для полива садов и виноградников, особенно на крутых склонах. Кроме того, при капельном орошении отмечается значительная экономия поливной воды (в 1,5...2 раза) по сравнению с поверхностным поливом.

УДК 626.820.001.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА СКЛОНАХ

А. Г. НАЗАРЯН

*Армянский научно-исследовательский институт
водных проблем и гидротехники*

В ирригационной практике нет достаточного опыта, а в существующей литературе очень мало освещаются вопросы, относящиеся к орошению крутых склонов. Недостаточно разработаны вопросы целесообразного применения различных способов полива и усовершенствования конструкций оросительных сетей.

В данной работе предлагается принципиальная схема и конструкция оросительной сети для полива земель на крутых склонах.

Основной элемент предлагаемой оросительной сети — транспортирующий распределительный трубопровод (ТРП) или распределительный трубопровод (РТ), который подает оросительную воду из магистрального

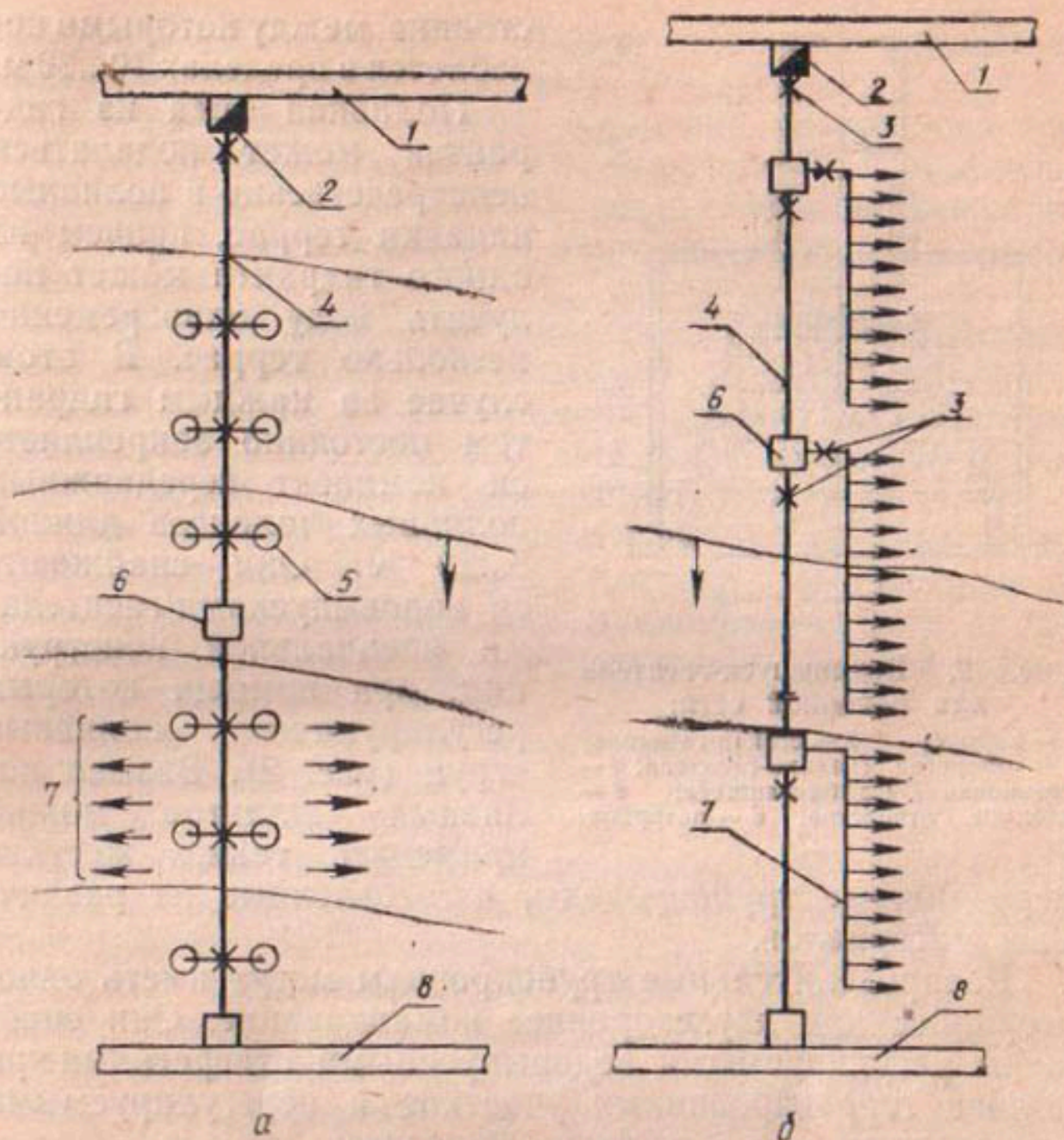


Рис. 1. Принципиальные схемы напорной оросительной сети на склонах:

a — для полива террасированных участков; *б* — для полива по бороздам; 1 — хозяйственный или участковый канал (трубопровод); 2 — водозабор; 3 — задвижка; 4 — транспортирующий распределительный трубопровод; 5 — водовыпуск-гаситель; 6 — колодец — прерыватель напора; 7 — распределительный колодец; 8 — водосбросной коллектор с опорожняющим колодцем.

канала непосредственно в поле (рис. 1). В зависимости от конструкции и расположения РТ, оснащения арматурой, а также способа полива различают отдельные схемы и варианты оросительной сети.

ТРТ или РТ представляют собой зарытые в землю напорные трубопроводы, изготовленные из различных материалов (сталь, полиэтилен, асбестоцемент и др.), расположенные по направлению наибольшего уклона местности. На РТ установлены гидранты-стояки, рас-

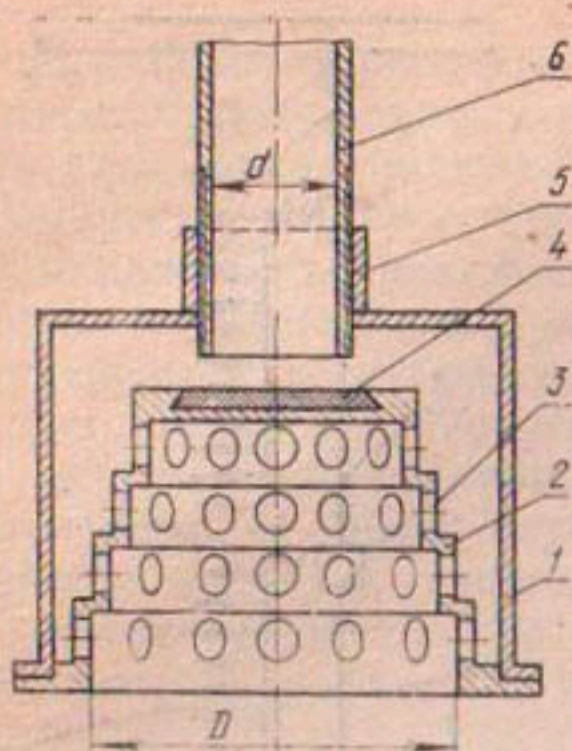


Рис. 2. Водовыпуск-гаситель для напорной сети:

1 — корпус; 2 — стакан-гаситель; 3 — отверстие стакана-гасителя; 4 — резиновая шайба-манжета; 5 — входное отверстие; 6 — патрубок.

стояние между которыми колеблется в пределах 10...30 м.

Поливная вода из гидрантов может подаваться непосредственно в поливные канавки террас, причем из одного гидранта может получать воду одновременно несколько террас. В этом случае за каждым гидрантом постоянно закрепляется комплект передвижных поливных шлангов длиной 5...20 м. Они снабжаются водовыпусками-гасителями специальной конструкции, при помощи которых регулируются поливные струи (рис. 2). Взамен поливных шлангов можно применять также жесткие

передвижные трубопроводы, изготовленные из различных материалов.

Распределительные трубопроводы могут иметь одностороннее или двухстороннее командование. Они снабжены регулирующими водовыпускными отверстиями при поливе террасированных участков и нерегулируемыми отверстиями при поливе по бороздам.

Для облегчения работы ТРТ или РТ на определенных расстояниях по их длине устанавливают, как правило, разгрузочные колодцы-прерыватели напоров.

Поливной процесс осуществляется по следующей технологической схеме (см. рис. 1). При закрытой задвижке перед первым колодцем-прерывателем напора открывается задвижка ниже головного водозаборного колодца и первый участок ТРТ ставится под давление. Затем открытием водовыпусков-гасителей регулируются расходы воды в борозды или канавки террас, подкомандных первому участку ТРТ. После окончания полива на этом участке ставится под давление второй участок ТРТ, на котором уже заранее должны быть открыты водовыпуски-регуляторы, а таковые на первом участке ТРТ закрыты, и он выполняет уже роль транс-

портирующего водовода. Таким образом, поливается все поле, участок за участком.

Путем предварительной тарировки определяют требуемую степень открытия того или иного водовыпуска-гасителя по длине ТРТ, и таким образом операция регулирования расходов в борозды намного упрощается.

Если позволяет пропускная способность хозяйственного (или участкового) водовода и лимит на оросительную воду, то одновременно может работать несколько ТРТ, что позволит еще более повысить производительность труда поливальщиков.

Для обеспечения надежности работы системы в колодцах-прерывателях предусмотрено автоматическое регулирование расходов для предохранения их от переполнения в случае прекращения поступления воды в нижележащие участки ТРТ.

Одним из основных элементов является арматура, обеспечивающая распределение воды, регулирование напоров, расходов и др.

Как было упомянуто выше, вода из РТ подается в канавки террас при помощи водовыпусков специальной конструкции. Этот водовыпуск (см. рис. 2) состоит из корпуса, представляющего собой полый цилиндр, в задней стенке которого расположено входное отверстие с нарезкой, позволяющей соединять водовыпуск с отводом распределительного трубопровода и регулировать расход воды; стакана-гасителя, выполненного в виде полого многоступенчатого цилиндра, на боковой поверхности которого имеются отверстия, а в заднюю стенку с напорной стороны вставлена резиновая манжета.

Вода, поступающая из патрубка в полость между гасителем и корпусом, теряет основную часть своей кинетической энергии в результате расщепления и удара о стенки корпуса, затем, отражаясь от них, проходит через отверстия в стенке и вытекает наружу в борозду или канавку. Прекращение доступа воды осуществляется вращением водовыпуска в противоположном направлении до отказа, то есть до упора торца патрубка в резиновую шайбу.

Водовыпуск предлагаемого типа может одновременно выполнять и ряд других функций арматуры напорной оросительной сети: регулировать расход воды, по-

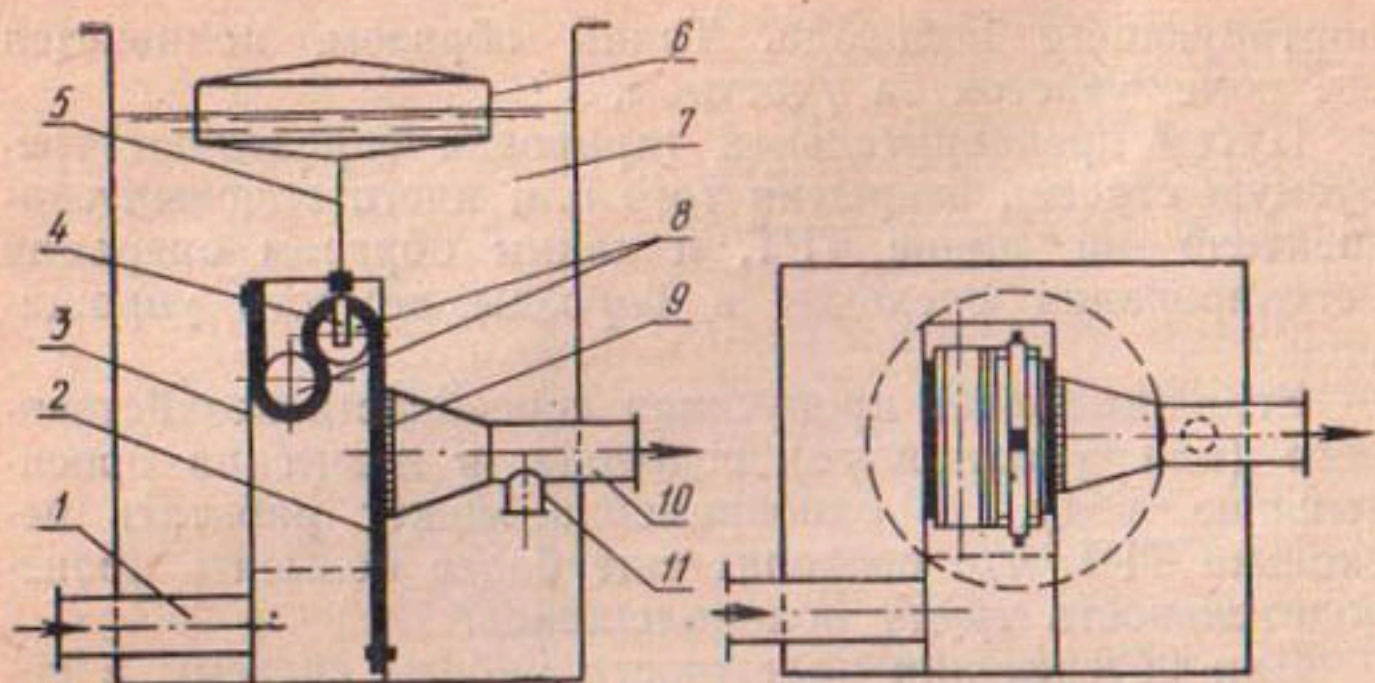


Рис. 3. Ролямитовый затвор-автомат:

1 — входная труба; 2 — лента; 3 — корпус; 4 — держатель; 5 — подвеска; 6 — поплавок; 7 — камера; 8 — цилиндры-ролики; 9 — решетка; 10 — выходная труба; 11 — патрубок.

даваемой в борозды или канавки террас, гасить энергию вытекающей струи и полностью прекращать подачу воды (функция запирающего устройства). Этот тип водовыпуска под названием ВГЗ-АрмНИИВПиГ широко применяют в водохозяйственном строительстве Армянской ССР.

Новый тип гасителя-прерывателя напора, основанный на принципе действия ролямита, условно назван «ролямитовым затвором». Он предназначен как для гашения напоров, так и для автоматического регулирования расходов в напорной сети по схеме «команда снизу».

Схема (рис. 3) и принцип действия затвора следующие. В корпус вмонтирован ролямитовый механизм, состоящий из двух цилиндров-роликов и гибкой ленты. Верхний ролик при помощи вилки с осью и подвески подвешен к поплавку, расположенному в поплавковой камере. К передней стенке корпуса присоединяется входная труба, по которой вода поступает в корпус затвора; вытекает вода через выходную трубу с боковым отверстием.

Регулирование происходит по следующему принципу. При уменьшении или прекращении расхода воды в ветке ниже затвора, но когда сверху поступление воды еще продолжается, вода через боковое отверстие вы-

ходной трубы поступает в поплавковую камеру и заставляет подняться поплавок, который при помощи подвески поднимает верхний ролик ролямита. В результате приводится в движение вся система ролямита, и лента закрывает отверстие выходной трубы, уменьшая или совершенно прекращая поступление воды в нее. Для предотвращения сильных прогибов ленты выходное отверстие на задней стенке затвора снабжено решеткой.

При возобновлении или увеличении отбора воды снизу происходит обратное — вода из поплавковой камеры через патрубок тройника поступает в трубопровод, поплавок опускается, ролики под действием собственной массы опускаются, и лента отходит вниз, открывая выходное отверстие в задней стенке крышки. В результате вода проходит через затвор в нижнюю ветвь трубопровода, при этом происходит гашение основной части энергии потока.

Ролямитовые затворы-автоматы могут применяться в сложных напорных сетях, когда требуется полуавтоматическое регулирование расходов и напоров воды.

Предлагаемые схемы расположения оросительной сети предусматривают наличие на ТРТ колодцев-гасителей, роль которых заключается в прерывании напора с гашением энергии потока в данном сечении трубопровода. Подобные колодцы уменьшают давление на арматуру, облегчают условия ее работы, а также позволяют осуществлять стандартизацию арматуры и узлов ТРТ, поскольку на участках трубопровода между колодцами создаются одни и те же гидравлические условия работы системы.

Схемы оросительной сети предусматривают отключение этих колодцев от общей системы, в результате чего появляется возможность повышения напора, позволяющего применять дождевальные аппараты на нижних участках трубопровода.

На рисунке 4 приведена схема включения колодцев-гасителей напора на ТРТ. Когда задвижки 1 и 2 открыты, а задвижка 3 закрыта, вода поступает в колодец, а затем в нижнюю ветвь ТРТ. Если же открыта задвижка 3, а задвижки 1 и 2 закрыты, то колодец отключается от сети, и происходит повышение давления в трубопроводе.

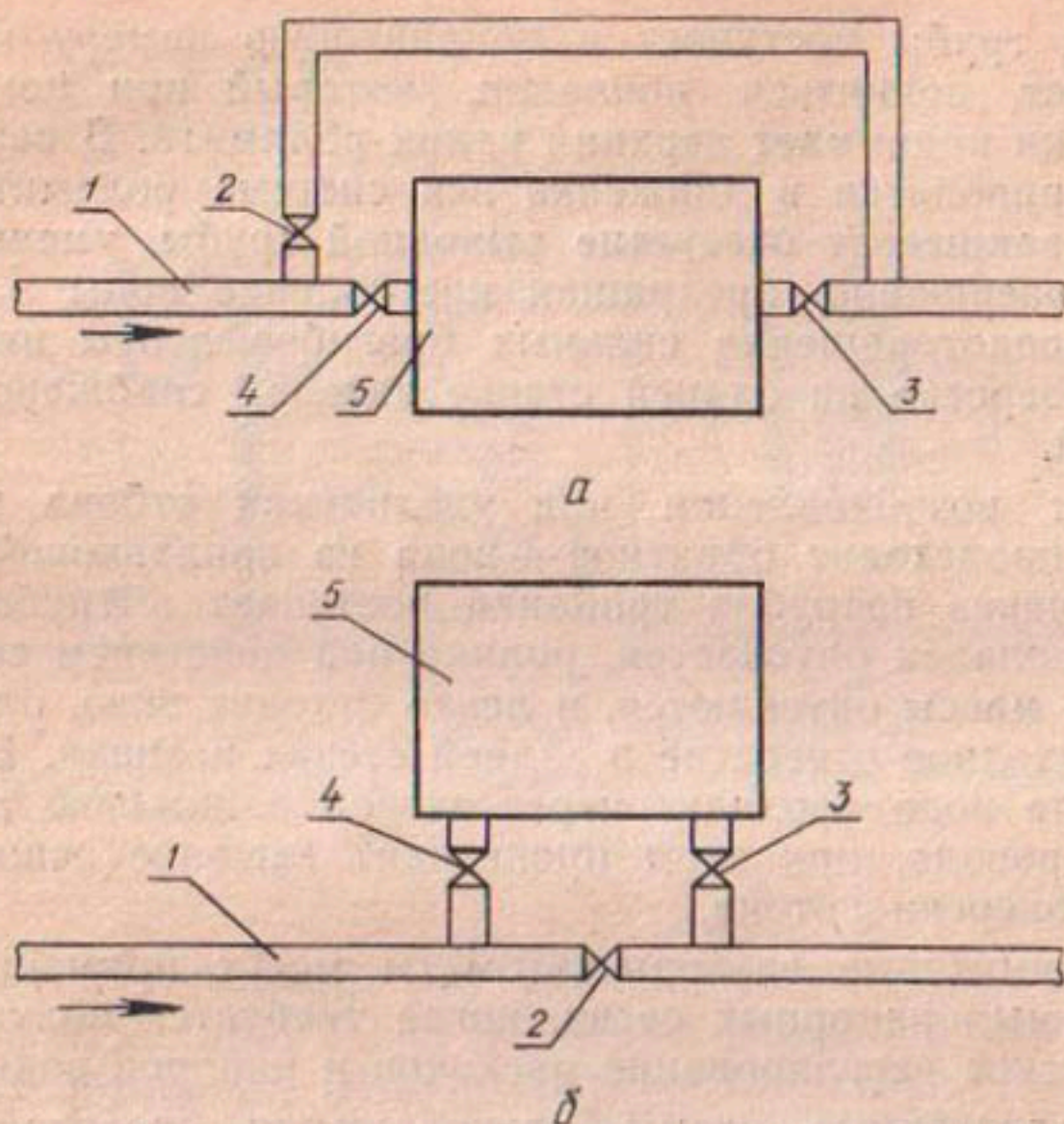


Рис. 4. Колодец — прерыватель напора:
 а, б — схемы включения колодцев; 1 — трубопровод; 2, 3, 4 —
 задвижки; 5 — колодец.

На оросительной сети предусматриваются колодцы-гасители для гашения энергии воды, отбираемой из ТРТ в РТ.

На одном ТРТ иногда бывает необходимо устанавливать 5...10 колодцев-прерывателей напора. Поэтому желательно, чтобы колодцы были небольших размеров и снабжены одним или несколькими водовыпусками-гасителями с расходом каждого $Q=15...20$ л/с. Эти колодцы могут обеспечить достаточно хорошее гашение энергии воды при расходах 40...60 л/с, равных пропускной способности одного ТРТ.

Внедрение предлагаемой конструкции сети и арматуры может увеличить производительность труда при поливах в 3...4 раза по сравнению с существующим ручным способом, обеспечивая одновременно экономию оросительной воды.

ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ НА СКЛОНАХ ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

В. А. СУРИН, кандидат технических наук

Московский гидромелиоративный институт

В орошаемых районах Средней Азии с каждым годом все острее ощущается дефицит земельных и водных ресурсов. В то же время в староорошаемых районах с высокими плотностью населения и рождаемостью возникает проблема занятости трудоспособного населения.

Учитывая эти обстоятельства, в последние годы все больше внимания уделяется освоению земель, считавшихся ранее непригодными: сильнозасоленные, сильнопросадочные и сильнокаменистые земли, земли крутых склонов со сложным рельефом.

Крутые склоны успешно могут орошаться подпочвенным или капельным способом, на сильноводопроницаемых почвах можно применять дождевание.

Однако первые два способа находятся еще в стадии изучения, а применение дождевания в Средней Азии затруднено из-за низкой водопроницаемости почв.

Наиболее распространены в аридной зоне поверхностные самотечные поливы, однако в существующем виде рекомендовать их для орошения крутых склонов нельзя из-за опасности большой эрозии почвы.

Ирригационная эрозия на сероземах Средней Азии становится весьма ощутимой уже при уклонах 0,008...0,03. При дальнейшем увеличении уклонов и существующей технике поливов она резко возрастает. Поэтому чем больше уклон, тем осторожнее следует подходить к освоению склонов, применяя здесь поливы по бороздам только в усовершенствованном виде.

В последние годы Московский гидромелиоративный институт проводит исследования по технике полива пропашных культур (хлопчатник) и многолетних насаждений (виноградники и сады) на больших уклонах крутизной до 17° (уклон 0,3) в предгорных районах Ленинабадской, Андижанской и Ошской областей.

Результаты исследований показывают, что поверхностные самотечные поливы по бороздам в усовершен-

ствовавшем виде вполне приемлемы для орошения земель с большими уклонами и на крутых склонах. На местности с уклонами до 0,3 (угол наклона 17°) поливы по бороздам и сельскохозяйственные обработки возможны без устройства террас. На уклонах более 17° необходимо террасирование.

К способам и приемам совершенствования поливов по бороздам на больших уклонах и крутых склонах относятся: планировка поверхности склонов; выбор оптимального направления поливных борозд; полив через междурядье по уплотненным колесами трактора бороздам; выбор оптимальных длин борозд и расходов поливных струй; устройство совершенной внутрихозяйственной оросительной сети и технических средств раздачи воды в борозды, обеспечивающих точное дозирование и регулировку поливных струй во времени.

Планировка поверхности склонов. Планировка является обязательным мероприятием при освоении склонов, но возможные объемы ее зависят от мощности мелкоземистого слоя почвы. На мощных лессовых и лессовидных почвогрунтах планировкой исправляют рельеф коренным образом, придавая ему ровный характер. Объемы планировочных работ здесь большие, величины срезок достигают в отдельных местах нескольких метров (2...3 и более). На почвах с малой мощностью мелкоземистого слоя, подстилаемого галечниками или скальными породами, планировку выполняют малыми объемами в целях сохранения верхнего мелкоземистого слоя. Поэтому после планировочных работ рельеф орошаемых участков может или иметь спокойный характер, или же оставаться сложным, как при освоении адырных земель в Андижанской области.

Выбор направления поливных борозд. Направление поливных борозд по отношению к основному уклону местности на крутых склонах выбирается с учетом проведения качественных поливов и возможности механизированных обработок сельскохозяйственных культур. Например, современные трехколесные тракторы могут работать поперек склона на уклонах не более 0,1, а среднемошные гусеничные тракторы — на уклонах не более 0,2. При больших уклонах возникает опасность сползания трактора вниз по склону. Поэтому на хлопковых полях при уклонах более 0,1 тракторы должны работать только в направлении наибольшего уклона.

В этом же направлении нарезают поливные борозды. При уклонах 0,1...0,2 тракторы могут работать вдоль склона в прямом и обратном направлении. При уклонах 0,2...0,3 они могут проводить обработку почвы, только спускаясь вниз по склону, а вверх они поднимаются холостым ходом по полю, а иногда по дороге.

При уклонах более 0,3 механизированные междурядные обработки хлопчатника практически невозможны, и рекомендуется переходить на террасирование, разместив на террасах виноградники и сады.

Исходя из вышеизложенных соображений, автор предлагает следующую классификацию орошаемых земель предгорной зоны Средней Азии (табл. 1).

Таблица 1. Классификация орошаемых земель предгорной зоны Средней Азии по величине уклонов поверхности

Характеристика уклонов или склонов	Отличительные признаки	
	рекомендуемое направление поливных борозд	особенности работы механизмов при междурядной обработке почвы
Большие уклоны — 0,008...0,03	Вдоль склона	Междурядная обработка допустима вдоль и поперек склона
Очень большие уклоны — 0,03...0,05	Поперек склона при ровном рельефе	
Пологие склоны — 0,05...0,1	Вдоль склона при сложном рельефе	
Склоны средней крутизны — 0,1...0,2	Вдоль склона	При обработке поперек склона возникают небольшие затруднения в управлении трактором, местами происходит сдвиг трактора на несколько сантиметров вниз по склону
Крутые склоны — 0,2...0,3	Вдоль склона	Междурядная обработка допустима только вдоль склона в прямом и обратном направлении
Очень крутые склоны — более 0,3	Поперек склона по террасам	Междурядная обработка поперек склона по террасам

Настоящая классификация рельефа по уклонам выполнена автором с учетом работ Н. Т. Лактаева и Т. В. Звонковой. Некоторые диапазоны уклонов у автора и Н. Т. Лактаева примерно одинаковы, но рекомендации по технике полива существенно отличаются. В частности, Н. Т. Лактаев считает, что на уклонах 0,1...0,25 и более при сложном рельефе необходимо террасирование. Автор рекомендует террасирование на уклонах 0,3 и более, а на уклонах 0,1...0,3 — полив вдоль склона по коротким бороздам малой струей. Рекомендации автора подтверждены опытами аспиранта Ш. А. Хайдарова, поставленными в производственных условиях на Экинтекинском адыре в совхозе «Москва» Андижанской области.

Исследования показали, что на больших уклонах местности (0,008...0,03) поливные борозды целесообразно направлять вдоль склона. Изменение направления борозд на этих уклонах может вызвать увеличение объемов планировочных работ. Кроме того, при некачественно выполненной планировке уклоны вдоль борозд на отдельных участках могут быть меньше оптимальных, которые равны 0,003...0,002. Например, на отдельных участках Самгарского массива Таджикской ССР при уклонах местности 0,02...0,03 средние уклоны борозд, нарезанных поперек склона, были равны около 0,001...0,002. Отдельные же участки борозд имели нулевые и даже отрицательные уклоны. Проведение поливов здесь было сильно затруднено, продолжительность их и поливные нормы превышали допустимые значения в 2...3 раза. В результате некачественных поливов изреженность виноградных насаждений с каждым годом увеличивалась, урожаи падали, и через 10...13 лет после посадки пришлось проводить реконструкцию виноградников. На новых виноградниках на этих участках дают направление борозд по наибольшему уклону.

На уклонах 0,03...0,1 при ровном рельефе поливные борозды целесообразно нарезать с уклоном 0,01...0,03 поперек склона. Такой уклон обеспечивает движение воды в бороздах с малым наполнением их. При этом борозды не переполняются водой и не вызывают эрозию почвы на склоне. При сложном рельефе поливные борозды направляют по наибольшему уклону местности. Не рекомендуется направлять борозды поперек

склона также на сильнокаменистых землях (при содержании каменистых фракций более 50...80%), так как здесь возможна сильная фильтрация воды через каменистые фракции из вышерасположенных (по склону) борозд в нижерасположенные. Такое явление наблюдалось автором на сильнокаменистом Аркинском массиве Киргизской ССР при уклоне местности 0,05 и содержании каменистых фракций в количестве 55...85%.

На уклонах 0,1...0,3 поливные борозды должны быть направлены по наибольшему уклону, так как на этих уклонах при работе пропашного трактора поперек склона происходит его сползание и не исключено опрокидывание.

Полив через междурядье по уплотненным бороздам. На больших уклонах местности ширина междурядий, очевидно, должна быть 60 см. Увеличение ширины междурядий до 90 см здесь не позволяет увеличить ни поливную струю (из-за эрозии почвы), ни длину борозды. Кроме того, наши наблюдения показали, что продолжительность первого полива для получения всходов здесь значительно больше, чем при междурядье 60 см. Это вызвано большей глубиной борозды, а значит, и более высоким размещением семян над струей воды в борозде. Урожайность хлопчатника на больших уклонах при междурядье 90 см меньше, чем при междурядье 60 см.

Опыты показали, что на больших уклонах при междурядье 60 см и поливах в каждую борозду фактические поливные нормы составляют 2...4 тыс. м³/га и более против расчетных 1,2...1,5 тыс. м³/га.

В то же время на сероземах Средней Азии ширина контура увлажнения почвы достигает 1,1...1,2 м. Еще больше ширина этого контура под уплотненными бороздами. Уплотненный слой играет роль экрана, который способствует лучшему распространению влаги в стороны.

В уплотненных бороздах время добегания до конца борозд меньше, в результате достигается более равномерное увлажнение почвы по длине борозды и меньшая эрозия почвы.

Анализ результатов исследований показал, что на больших уклонах и крутых склонах ширина междурядий должна быть 60 см, а поливы нужно проводить через междурядье (через 120 см) по уплотненным коле-

сами трактора бороздам. При таком способе полива в хозяйствах Ленинабадской области поливные нормы уменьшились с 2,5...4 тыс. м³/га до оптимального значения — 1,2...1,5 тыс. м³/га. Оросительные нормы уменьшились с 12...13 до 6,5...7,6 тыс. м³/га. Экономия воды на каждом гектаре за вегетационный период составила 4...5 тыс. м³. Ускорилося созревание хлопчатника без снижения урожая.

Этот способ полива, внедренный в колхозе им. В. И. Ленина и в других хозяйствах Пролетарского района Таджикской ССР на площади более 10 тыс. га, позволяет уменьшить более чем в 2 раза (по сравнению с поливами в каждую борозду) удельные расходы воды на единицу поливаемой площади, сократить потери воды на поверхностный сброс с полей и глубинную фильтрацию, удлинить поливные борозды или повысить равномерность увлажнения почвы по их длине.

Уменьшение удельных расходов воды при необходимости подачи в почву заданной поливной нормы вызывает увеличение продолжительности поливов до 4...8 сут. Так как за это время растения расходуют на транспирацию и испарение до 400...600 м³/га влаги, то поливные нормы должны быть увеличены на эту величину, а число поливов сокращено.

Уменьшение количества поливаемых борозд в 2 раза и сокращение числа поливов уменьшают эрозию почвы. Уменьшение числа поливов позволяет сократить число междурядных обработок. Это последнее обстоятельство имеет очень большое значение, так как междурядные тракторные обработки на склонах трудоемки и малопродуктивны.

Продолжительные поливы по уплотненным бороздам по своей технологии и физиологическому воздействию на растения близки к капельному орошению и поэтому повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Например, по данным аспиранта Ш. А. Хайдарова, развитие хлопчатника в совхозе «Москва» Андижанской области, поливаемого по уплотненным бороздам (через 120 см) на уклонах 0,3 (17°), было лучшим, а урожайность примерно на 1,5 ц/га выше, чем при поливах в каждую борозду.

Оптимальные длины борозд и расходы поливных струй. Параметры элементов техники полива должны быть подобраны из условия предотвращения эрозии

почвы и равномерного увлажнения почвы по длине борозды (с коэффициентом равномерности 0,85...0,90). Исходя из этих условий, нами совместно с О. С. Садыковым, Ш. А. Хайдаровым и Т. Х. Мухамедовым определены следующие параметры элементов техники полива (табл. 2) для мелкоземистых сероземов предгорной зоны.

Таблица 2. Оптимальные длины борозд и поливные струи

Уклоны борозд	Поливные струи, л/с		Длины борозд, м
	в начале и конце полива	в середине полива	
0,01	0,12...0,1	0,25...0,2	200...150
0,03	0,05...0,045	0,1...0,09	100...85
0,06	0,04...0,035	0,08...0,07	85...80
0,1	0,025...0,02	0,05...0,04	65...55
0,2	0,015	0,03	55...50
0,3	0,013	0,025	50...45

Характерной особенностью технологии полива на крутых склонах является двойное регулирование поливных струй во времени: в начале полива дают малую струю, затем через 5—7 ч ее увеличивают в 2 раза, после добегаания струи до конца борозды и стабилизации сбросного расхода струю уменьшают до первоначальной величины. Увеличенные поливные струи в середине полива позволяют удлинить поливную борозду и повысить равномерность ее увлажнения.

При указанных длинах борозд и поливных струях наблюдается незначительный смыв почвы в начале борозды и аккумуляция смытой почвы в конце борозды. Вынос почвы за пределы поливного участка незначителен и составляет за оросительный сезон не более 0,8...1 мм почвенного слоя или 8...10 см³/га. Некоторое нарушение микрорельефа в результате смыва и аккумуляции почвы восстанавливается ежегодными эксплуатационными планировками.

Совершенная внутрихозяйственная оросительная сеть. Внутрихозяйственная оросительная сеть должна обеспечить четкое управление потоком оросительной воды и равномерное строго дозированное распределение ее в поливные борозды.

Более всего отвечает этим условиям трубчатая оросительная сеть, состоящая из закрытых распределительных трубопроводов и поливных трубопроводов (или шлангов) с отверстиями. Например, в Ленинабадской области внедрены разработанные в МГМИ полностью закрытая (с закрытыми поливными трубопроводами) оросительная сеть для полива виноградников на площади 1300 га и полустационарная (с переносными полиэтиленовыми поливными шлангами) оросительная сеть для полива хлопчатника на площади более 3000 га. Самонапорная полустационарная оросительная сеть рекомендуется для полива пропашных культур на больших уклонах местности (0,008...0,3). Для раздачи воды в борозды здесь применяют полиэтиленовые шланги (рукава) диаметрами 150 и 200 мм, которые легки (130 и 200 г/м) и дешевы (13 и 20 коп/м). Подачу воды в шланги проводят из закрытых распределительных трубопроводов, проложенных в направлении поливных борозд в 300...400 м друг от друга через гидранты-водовыпуски. Ежегодно изготавливается 15...20 т полиэтиленовых шлангов. Срок службы их составляет 2...3 года.

Полустационарная оросительная сеть в сравнении с временной оросительной сетью в земляном русле позволяет на 10...15% экономить оросительную воду, в 2...3 раза увеличить производительность труда на поливах, на 5...7% улучшить использование земли, поддерживать оптимальный поливной режим и за счет этого на 15...20% повысить урожайность хлопчатника. Еще более технически совершенна и экономически эффективна закрытая оросительная сеть для полива виноградников и садов.

Техническая сущность закрытой сети состоит в полной замене открытой оросительной сети в земляном русле системой стационарных распределительных и поливных трубопроводов с водорегулирующей арматурой. Закрытая сеть позволяет оперативно и по заданной технологии подать воду на любой участок орошаемого массива.

Новая технология полива из закрытой сети позволяет удачно сочетать необходимую переменность поливных струй с постоянным (по плану) расходом воды, подаваемой в бригаду. Такая технология достигается при одновременной работе двух-трех или более

поливных трубопроводов, один из которых работает с максимальным расходом, а остальные — с минимальным. Расчетные диаметры поливных отверстий позволяют строго дозировать расходы поливных струй в борозды.

Производственное внедрение закрытой оросительной сети началось в 1969 г. на Самгарском массиве Таджикской ССР. В настоящее время поливается 1300 га виноградников и садов.

Внедрение закрытой сети в совхозах позволило резко повысить эффективность возделывания винограда. В таблице 3 приведены основные показатели по совхозам «Самгар» и им. Хамзаалиева, где внедрена закрытая сеть, за период 1971—1976 гг.

Таблица 3. Основные технико-экономические показатели внедрения закрытой сети

Показатели	1971 г.	1973 г.	1974 г.	1976 г.
Площадь, орошаемая из закрытой сети, га	400	660	660	1100
Площадь плодоносящих виноградников, га	1227	1304	1374	1482
Валовая продукция винограда, тыс. т	10,9	14,0	12,4	22,6
Урожайность виноградников, ц/га	88,8	107,4	90,2	152,5
Стоимость валовой продукции винограда, млн. руб.	2,58	3,34	3,12	5,84
Годовые издержки по виноградникам, млн. руб.	1,63	1,90	1,80	3,21
Прибыль, млн. руб.	0,95	1,44	1,32	2,63

Годовой экономический эффект от внедрения закрытой сети составляет 270...320 руб/га и более. Закрытые поливные трубопроводы и полиэтиленовые поливные шланги имеют фиксированные поливные отверстия, через которые подаются строго определенные расчетные расходы воды в борозды.

Опасность внезапного прорыва большого количества воды в одну борозду здесь исключена. Поэтому эрозия почвы при такой сети сводится к минимуму или вовсе отсутствует.

Следовательно, ирригационное освоение предгорных склонов в Средней Азии при усовершенствованной технике бороздковых поливов экономически эффективно. Дальнейшее освоение склоновых земель должно производиться на основе широко поставленных научных исследований и научно обоснованных рекомендаций.

УДК 626.820.1

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ПОЛОГИХ СКЛОНАХ АДЫРОВ В УЗБЕКСКОЙ ССР

О. С. САДЫКОВ

Московский гидромелиоративный институт

Адырные массивы, представляющие собой системы взаимосвязанных куполообразных образований со сложным рельефом, имеют уклоны до 0,1 и более. Особенности этих массивов потребовали для их освоения решения ряда новых задач. Достаточно отметить, что для обеспечения командования воду необходимо подавать с помощью мощных насосных станций на высоту 250...300 м. Распределение воды по участкам требует создания сложной распределительной сети с большим количеством гидротехнических сооружений. Ввиду сложного микрорельефа глубина срезки при планировке участков под плоскость достигает 4...6 м, при этом, как правило, происходит оголение подстилающих галечников. Сильнопросадочные грунты усложняют работу распределительной (как правило, лотковой) сети, приводят к частым ее повреждениям. В то же время условия многих участков не позволяют обеспечить водоподачу на них существующими методами. Кроме того, сильная всхолмленность массивов приводит к тому, что поливные участки имеют небольшие размеры, что, в свою очередь, увеличивает протяженность лотковой сети и каналов.

Полив проводят из временной оросительной сети вручную, поливные борозды нарезают по наибольшему уклону, как правило, на всю длину склона, то есть на 200...250 м. Необходимые в этом случае струи приводят к значительной эрозии почвы, увеличению поливных

норм в 2...3 раза, большим сбросам при явной неравномерности распределения воды по длине борозды.

Чтобы уменьшить длину борозд, необходимо строить временную оросительную сеть, значительная часть которой была бы направлена по наибольшему уклону. Как показывает опыт, работа временной сети в этом случае особенно ненадежна и приводит к значительным просадочным деформациям. Глубина размыва при первых поливах достигает 0,7...1 м, что затрудняет послеполивные обработки. Временную сеть нарезают 2...3 раза за вегетационный период, что приводит к резкому снижению КЗИ. При существующей технике полива производительность труда поливальщиков составляет 0,3...0,4 га за смену, сбросные расходы достигают 15...20%, происходит смыв плодородного слоя.

В качестве одного из методов усовершенствования техники полива и более эффективного освоения адырных массивов кафедрой ЭГМС (МГМИ) предложено применять закрытую оросительную сеть трубопроводов. В этом направлении ведутся с 1975 г. исследования под руководством доктора технических наук М. Ф. Натальчук и кандидата технических наук В. А. Сурина.

Кафедрой эксплуатации гидромелиоративных систем и Таджикской экспедицией НИС МГМИ накоплен многолетний опыт применения закрытой сети в различных природно-климатических условиях.

Основной вопрос исследований — работа закрытой оросительной сети с машинным водоподъемом с использованием уже имеющихся на нижних отметках массивов оросительных каналов. В этом случае значительно сокращается протяженность транспортирующей части оросительной системы, появляется возможность более гибко вписаться в имеющийся рельеф, свести к минимуму объемы планировок. Наряду с применением машинного водоподъема большие уклоны позволяют использовать естественный напор.

Исследования закрытой оросительной сети были проведены на массиве Ассаке-Адыр Андижанской области, площадь освоения под хлопчатник здесь составляла около 6 тыс. га. На массиве был создан опытный участок площадью около 8 га. В начальной стадии исследований проводили опыты по определению оптимальных элементов техники полива. Основной задачей считалось установление таких элементов, при которых

наряду с достаточно равномерной раздачей воды по длине борозды можно было бы свести к минимуму эрозионные явления и потери воды на сброс. На основе выбранных элементов техники полива была спроектирована оросительная сеть, выполненная из асбестоцементных труб марки ВТ-9. Подача воды осуществлялась с помощью насоса НДВ-6 с электродвигателем мощностью 50 кВт. Опытный участок по своему положению и условиям достаточно характерен для адырных массивов. Уклоны поверхности составляют от 0,03 в нижней части до 0,09...0,1 в верхней части участка. Почвы сероземные с включением галечников на глубину до 0,5...1 м.

Схема закрытой сети предусматривала проведение поливов по двум вариантам: по бороздам, касательным к горизонталям, расположенным поперек склона, и по бороздам, идущим по наибольшему уклону. При этом варианты изучали по всей шкале уклонов. Из трубопроводов, заложенных на глубину 0,3 м, вода через полевые отверстия подавалась в борозды через одну, то есть только в уплотненные колесами трактора. Регулирование расходов с помощью расположенных в голове каждого трубопровода задвижек позволяло вести полив переменной поливной струей, после добегания до конца борозды струя уменьшалась в 2 раза.

В условиях адырных земель использование подобной техники полива дало возможность внедрить оптимальные элементы ее. Так, для борозд, направленных поперек склона, с уклоном 0,02...0,03 (при уклоне поверхности 0,09...0,06) в качестве оптимальной принята поливная струя переменного расхода 0,05...0,1 л/с, а для борозд, направленных по наибольшему уклону, — 0,03...0,06 л/с. Подача таких струй в борозды вручную, даже без изменения расхода во времени, практически не осуществима. Кроме того, поперечное направление борозд (на адыре очень перспективное) при ручном поливе требует нарезки временной сети по направлению наибольшего уклона. Работа такой сети ненадежна, требует больших затрат ручного труда и приводит к значительным эрозионно-просадочным деформациям. За время проведения поливов на участке из закрытой оросительной сети была отработана оптимальная технология полива при условии минимального числа операций по регулированию задвижками расходов и напоров в

поливных трубопроводах. Получен значительный положительный эффект по экономии оросительной воды и ручного труда. Так, поливные нормы составляли 900...1100 м³/га вместо 2000...2500 м³/га при ручном поливе. Бригада из двух человек полностью обеспечивала проведение всего поливного цикла, производительность при этом составляла около 4 га/смену на одного поливальщика. В условиях области, где особенно велик дефицит воды, такая технология полива позволяет более рационально использовать все ресурсы поливной воды.

Процесс полива даже на первых стадиях автоматизации сводит функции поливальщиков в основном к контролю за ходом полива. В то же время закрытая сеть значительно повышает качество полива, что наряду с другими факторами дает прирост урожайности.

УДК 631.347:631.674.1

АГРЕГАТ ДЛЯ САМОТЕЧНОГО ПОЛИВА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

М. Л. ТОЛЧИНСКИЙ, кандидат технических наук

*Главное специализированное конструкторское бюро
по ирригации*

Удельный вес поливного земледелия в нашей стране с каждым годом возрастает. Главное специализированное конструкторское бюро (ГСКБ) по ирригации совместно с ГрузНИИГиМ разработало агротехнические требования на агрегат для самотечного полива сельскохозяйственных культур по бороздам и полосам в горных условиях. Основные из них следующие:

машина должна проводить укладку, сборку и транспортировку поливных трубопроводов, а также подачу воды в них при питании из открытой оросительной сети. Полив производят позиционно;

уклон орошаемых полей 0,008...0,015 в направлении поливных борозд;

повреждение сельскохозяйственных растений при поливе не должно превышать 0,5%;

поперечная и продольная устойчивость агрегата должна быть обеспечена при работе на склонах до 20%;

коэффициент использования рабочего времени не менее 0,8;

коэффициент земельного использования не менее 0,9;
 срок службы машины 8 лет;
 количество обслуживающего персонала 2 чел.;
 общие затраты труда на один гектарополив не должны превышать 2,8...3,3 чел.-ч при поливной норме 600 м³/га;

эксплуатационные затраты не больше 20...25 руб/га за сезон.

В ГСКБ по ирригации были разработаны чертежи и изготовлен опытный образец поливного передвижного агрегата марки ППА-100 горной модификации. Цель разработки — механизация полива в условиях сложного рельефа.

Машина состоит из навесной насосной станции производительностью 50...100 л/с при напорах от 11 до 5 м, контейнера для труб и оросительного разборного трубопровода диаметром 150 мм длиной 100 м.

Техническая характеристика ППА-100

База навески, трактор	T-25A
Производительность за час чистой работы (при поливной норме 700 м ³ /га), га/ч	0,514
Масса (без трактора), кг	1000
Масса (с трактором), кг	2700
Мощность двигателя номинальная, кВт	14,39
Ширина междурядий поливных культур, см	60, 70, 90 (по требованию заказчика)
Длина одной трубы, м	5,3
Масса одной трубы, кг	16,5
Число труб в комплекте	20

Устройство насосной станции. Навесная насосная станция состоит из следующих основных узлов: двухступенчатого цилиндрического вертикального редуктора, осевого насоса ОГ8-15, всасывающей линии, напорной линии. Все узлы насосной станции смонтированы на общей раме, навешиваемой на заднее навесное устройство трактора Т-25А. Крутящий момент от ВОМ трактора через шарнирную передачу, редуктор и упругую центробежную муфту передается к валу насоса.

Подъем и опускание линии всасывания осуществляются с помощью гидроцилиндра Ц-55. В линии нагнетания установлен обратный клапан, служащий для герметизации насоса и линии всасывания при заполне-

нии их водой газоструйным вакуум-аппаратом, установленным на выхлопном коллекторе двигателя.

Насос ОГ8-15, осевой горизонтальный одноступенчатый, имеет рабочее колесо диаметром 150 мм с жестко закрепленными лопастями.

Устройство контейнера для транспортирования трубопровода. Агрегат снабжен контейнером для труб, представляющим собой две сварные корзины, навешенные симметрично по обе стороны трактора. Контейнер с помощью двух гидроцилиндров может занимать два положения — рабочее и транспортное. Корзины контейнера разделены на три секции, в которые укладывают по три трубы. На тракторе размещается 18 труб, 2 трубы даны в качестве запасных.

Устройство оросительного трубопровода. Оросительный трубопровод предназначен для проведения бороздкового полива сельскохозяйственных культур. Он состоит из 20 отдельных звеньев труб. Длина каждого звена 5,3 м. Звенья соединяются между собой с помощью мягких муфт и зажимных хомутов. Все трубы оборудованы водовыпусками. Расстояние между ними может быть 60, 70, 90 см. На трубах с двух сторон установлены квадратные патрубki, предотвращающие трубы от перекатывания. В этих квадратных патрубках предусмотрены специальные пазы для переноски и укладки труб вручную. Установленные регулируемые водовыпуски обеспечивают регулирование расхода воды в каждую борозду от нуля до 1 л/с.

Порядок работы. Агрегат ППА-100 можно использовать на поливе участков с параллельным и перпендикулярным к оросителю расположением поливных борозд.

Необходимым условием для работы ППА-100 на участках с параллельным к оросителю расположением борозд является наличие проезжей части шириной 1,7...2 м вдоль оросителя, а для работы на участках с перпендикулярным расположением борозд — возможность прохода воды по бороздам до следующего оросителя или до края поля и наличие проезжей части вдоль оросителя.

Участок поля, предназначенный для машинного полива, может быть любой конфигурации, но с уклонами, отвечающими агротехтребованиям полива по бороздам. К оросителю должен быть подъезд, обеспечивающий

установку трактора с насосной станцией на позицию. В месте забора воды глубина оросителя от поверхности воды до дна должна быть не менее 0,8 м, а приток воды в него — не менее 100 л/с.

Работа агрегата ППА-100 сводится к следующему.

Агрегат с поднятыми в транспортное положение насосной станцией и контейнером перемещается по краю поля на позицию. Опускается контейнер, трактор заезжает на поле и передвигается поперек борозд. Рабочий-поливальщик раскладывает трубы и соединяет их.

Насосная станция устанавливается в рабочее положение. Конец поливного трубопровода с помощью транспортирующего рукава присоединяется к напорной линии насосной станции.

По окончании полива проводится сборка трубопровода, которая осуществляется в обратном порядке.

Результаты расчета технико-экономической эффективности ППА-100 по сравнению с ППА-165У приведены в следующей таблице.

Таблица. Технико-экономическая эффективность
ППА-100 в горных условиях

Показатели	ППА-100	ППА-165У
Сезонная производительность, га	90	104
Эксплуатационные издержки на 1 га, руб.	43,51	53,12
Удельные капитальные затраты, руб.	60,84	81,27
Годовой экономический эффект, руб.	1233	—
Срок окупаемости, год	4,4	—

УДК 633.511.626.83

ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ БОРОЗДКОВОГО ПОЛИВА НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Н. К. НУРМАТОВ, А. Г. ГУЛОМДЖАНОВ

Таджикский сельскохозяйственный институт

В Таджикской ССР земель с уклонами 1,5...25° более 1 млн. га. В настоящее время освоено более 200 тыс. га таких земель, и по приближенным подсчетам ежегодный ущерб от ирригационной эрозии превышает

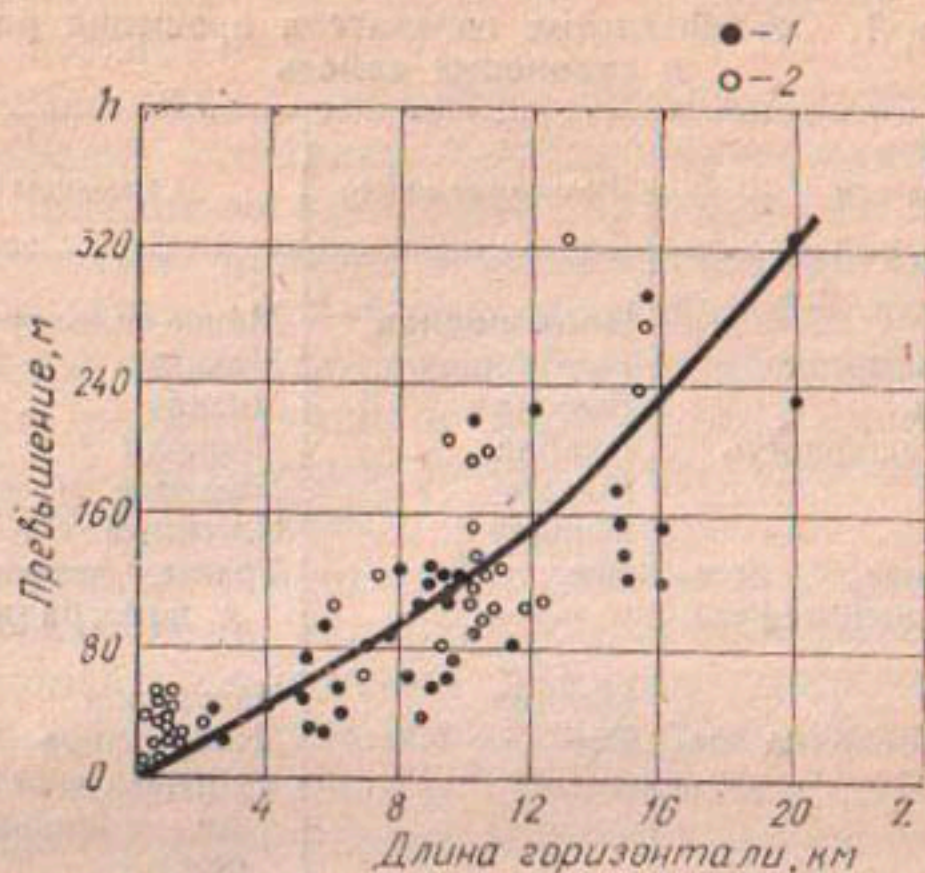


Рис. 1. Сводный график зависимости:
1 — Дангара; 2 — Яван.

шает 60 млн. руб., не считая ущерба от недобора урожая сельскохозяйственных культур на этих землях и тяжелых последствий — заиления каналов и образования овражной сети.

Рельеф склоновых земель республики сложный. Проведенный авторами анализ планово-высотных отметок по землям предгорной зоны Явано-Обикинского и Дангаринского массивов показал, что с увеличением относительных отметок уклоны увеличиваются и усложняется рельеф (рис. 1). Коэффициент извилистости горизонталей доходит до 3,1, что усложняет проведение орошения.

На основе анализа предложены сравнительные показатели освоения равнинных и склоновых земель (табл. 1).

Эти данные следует учитывать при расчете технико-экономических показателей освоения и орошения склоновых земель.

Опыты, проведенные в различных зонах Таджикистана, показали, что бороздковые поливы имеют следующие недостатки: сильная эрозия почвы — 150...200 т/га за год; большие поверхностные сбросы — 40—60% от водоподачи; большая продолжительность

Таблица 1. Сравнительные показатели орошения равнинных и склоновых земель

Показатели	Равнинные земли	Склоновые земли
Почва	Плодородная	Менее плодородная
Водопроницаемость	Нормальная	Низкая
Влагоемкость	Высокая	Низкая
Эрозионная опасность	Слабая	Сильная
Уклоны	Малые	Большие и крутые
Рельеф	Ровный	Сложный
Возделываемые сельскохозяйственные культуры	Все	Травы, зерновые, сады и виноградники
Механизация	Полная	Частичная
Способы и техника полива	Все	Дождевание с низкой интенсивностью дождя, капельное орошение
Оросительная и водосборная сеть	Редкая	Частая
Планировочные работы	Легкая планировка	Большой объем планировочных работ, особенно при террасировании
Степень просадочности почвогрунтов	Слабая	Сильная
Капиталовложения	500...2000 руб/га	4000...10 000 руб/га
Урожайность сельскохозяйственных культур	Высокая	Низкая

полива, достигающая 8...12 сут; низкая производительность труда — 0,2...0,3 га/смену; низкая урожайность хлопчатника — 15...20 ц/га.

В результате многолетних исследований отечественных и зарубежных ученых доказано, что для сохранения плодородия почвы на долгие годы в зависимости от мощности почвенного слоя ежегодный вынос ее за пределы орошаемой площади не должен превышать 2,5...12 т/га.

На склоновых землях Таджикистана только при поливах ежегодно размывается почва в 20...30 раз больше нормы, не считая естественные водные эрозии, наблюдаемые на этих землях.

Для восстановления плодородия почвы хозяйства ежегодно вносят двойные и тройные нормы органических и минеральных удобрений, значительная часть ко-

торых выносятся за пределы орошаемой площади сбросной водой.

Причины столь большой эрозии — существующий способ нарезки поливных борозд окучниками и неравномерное распределение воды вручную из временных оросителей. При нарезке поливных борозд окучниками дно их утюжится, с боковых поверхностей их сползает сухая рассыпчатая почва, которая при уклоне более 0,02 легко размывается в первые часы полива, вода достигает плотного слоя почвы и, не впитываясь, идет на поверхностный сброс.

Сравнительно широкие и глубокие борозды были рекомендованы сотни лет тому назад для равнинных земель с целью исключения влияния микрорельефа на движение воды и создания напора для лучшего ее впитывания. Следовательно, с увеличением уклона поперечные размеры поливных борозд должны уменьшаться, так как размеры поливных струй уменьшаются в десятки раз.

Исходя из этого, авторами рекомендованы поливные борозды малого поперечного сечения — микроборозды, которые выполняют специальными катками, навешиваемыми за культивирующими органами (рис. 2). Микроборозда имеет ширину 3...6 см, глубину 3...4 см, площадь живого сечения 2...10 см². Расход воды в ней равен 50...200 мл/с. Микроборозды выполняют в рыхлой почве с сильно уплотненным дном, а боковые поверхности интенсивно впитывают воду.

В таблице 2 приведены гидравлические элементы и пропускная способность микроборозд.

На пологих склонах с крутизной до 6° (0,1) микроборозду без ущерба можно выполнить прямой, без зигзага. Но особенности агротехники возделывания пропашных культур, в частности хлопчатника, требуют выполнения зигзагообразных микроборозд на тех междурядьях, где почва уплотняется колесами трактора.

Различная впитываемость воды в уплотненных и неуплотненных бороздах отмечена также в работах Г. Ю. Шейкина и В. Н. Сурина, которые предлагают организовывать поливы с подачей воды через борозду только по уплотненным бороздам или чередовать поярусно подачу воды. Но эти приемы не дают должного эффекта на склоновых землях, так как контуры увлажнения здесь не смыкаются. Поэтому авторы реко-

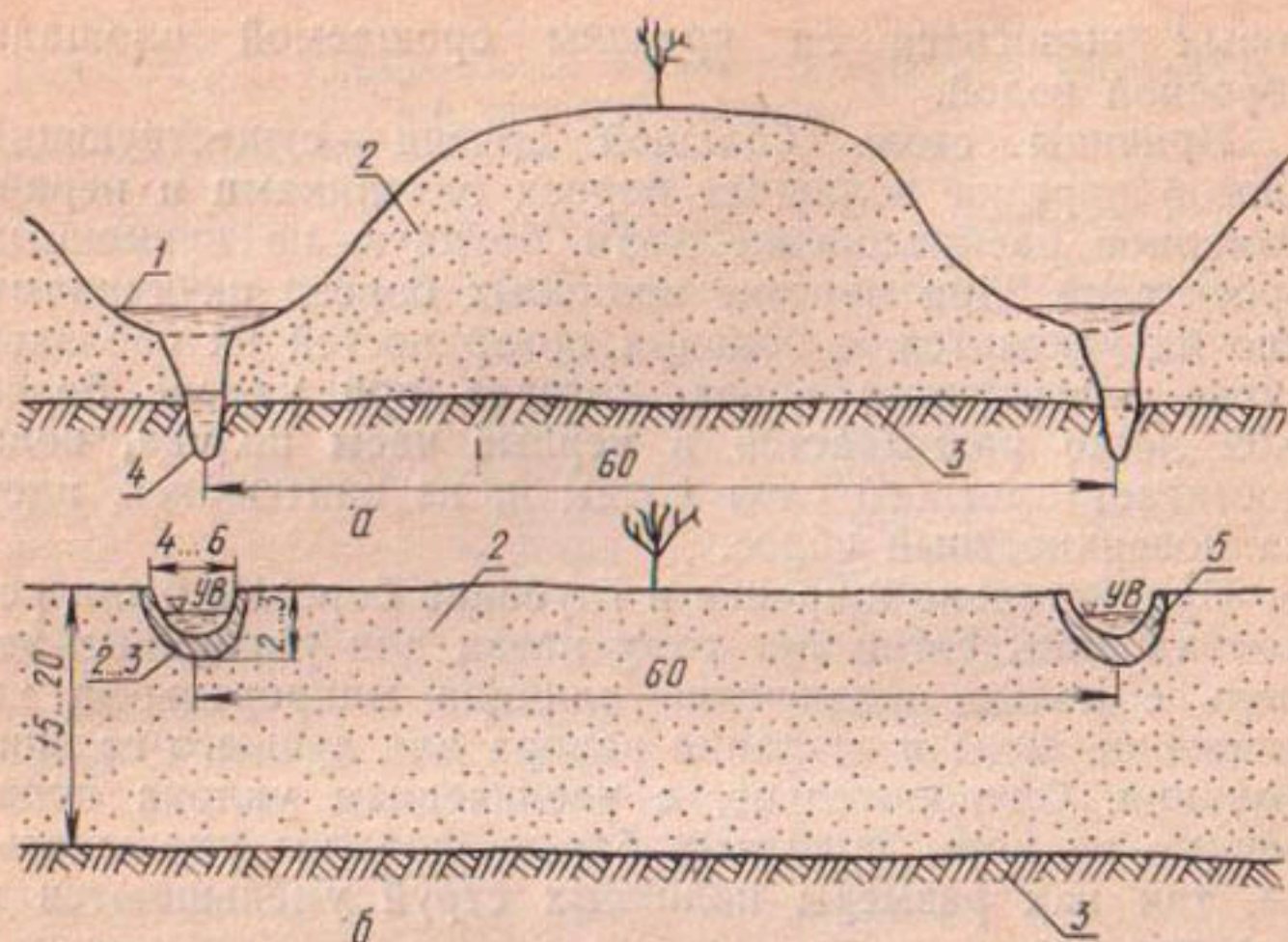


Рис. 2. Расположение и размеры поливных борозд, выполненных обычными окучниками и катками-бороздоделателями (микроборозды): а — обычные поливные борозды; б — микроборозды; 1 — первоначальный уровень воды; 2 — пахотный слой; 3 — подпахотный слой; 4 — дно борозды после размыва; 5 — уплотненный слой (расстояния в метрах).

Таблица 2. Гидравлические элементы микроборозд

Коэффициент извилистости	Ширина по урезу, см	Глубина воды, см	Расход, мл/с	Средняя скорость, см/с	Площадь живого сечения, см ²	Смоченный периметр, см	Гидравлический радиус, см	Коэффициент Шези	Коэффициент шероховатости	
									фактический	средний
1,0	4,3	2,2	70,0	31	7,0	6,5	1,1	10,5	0,045	0,045
1,0	4,1	1,9	44,0	28	6,0	6,0	1,0	9,9	0,046	
1,25	4,4	2,1	36,5	30	7,0	6,5	1,1	10,4	0,044	0,043
1,25	4,1	2,3	77,0	34	7,2	6,8	1,1	11,8	0,039	
1,5	3,3	1,3	45,0	22	3,0	4,2	0,7	9,3	0,046	0,044
1,5	5,0	1,7	44,0	27	—	6,0	0,8	10,5	0,042	

мендуют следующие коэффициенты извилистости, дифференцированные с учетом крутизны склона (табл. 3).

При уклонах микроборозд, не превышающих 0,012...0,1 происходит равномерное добегание и впитывание воды. Следовательно, при крутизне склона более 0,1 жела-

**Таблица 3. Коэффициенты извилистости и уклоны
микроборозд при различной крутизне склона**

Крутизна склона	Коэффициент извилистости катка	Уклоны микроборозд
0,02	1...1,5	0,02...0,012
0,05	1...1,5	0,033...0,05
0,10	1...1,5	0,067...0,1
0,15	1...2,25	0,067...0,1
0,20	2...3,1	0,067...0,1

тельно увеличить ширину междурядий до 90 см, так как при 60 см узкая свободная полоса между растениями не позволяет применять широкие катки для поделки борозд с большими значениями коэффициента извилистости. Учитывая то, что в горных условиях перспективно возделывание орошаемых садов и виноградников, авторами разработаны катки шириной 0,6; 1; 2 м, позволяющие выполнить микроборозды с коэффициентом извилистости до 6.

В результате обобщения многолетних исследований авторами рекомендуются следующие элементы техники полива (табл. 4).

**Таблица 4. Оптимальные значения элементов техники
полива по микробороздам**

Почвы	Уклоны		Длина борозды, м	Поливная струя, м/с
	склона	микроборозды		
Тяжелые суглинки	0,02	0,012...0,02	100	100
	0,05	0,033...0,05	100	80
	0,10	0,067...0,01	100	50
	0,15	0,067...0,10	80	50
	0,20	0,067...0,10	60	50
Средние суглинки	0,02	0,012...0,02	100	75
	0,05	0,033...0,05	100	60
	0,10	0,067...0,10	100	40
	0,15	0,067...0,10	80	40
	0,20	0,067...0,10	60	40
Легкие суглинки (супесь)	0,02	0,012...0,02	100	50
	0,05	0,033...0,05	100	40
	0,10	0,067...0,10	100	30
	0,15	0,067...0,10	80	30
	0,20	0,067...0,10	60	30

Преимущества полива по микробородам: снижение размыва почвы в 20...30 раз (всего 4...8 т/га), что ниже нормы, равномерное увлажнение по ширине междурядий и по длине поля, уменьшение поверхностного сброса (всего 5...10% водоподачи), увеличение производительности труда в 3...4 раза.

УДК 631.674.6

СИСТЕМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ САДОВ И ВИНОГРАДНИКОВ В УКРАИНСКОЙ ССР

И. П. ОРЕЛ, Д. Н. СЕМАШ

*Украинский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

Основой интенсификации садоводства и виноградарства южных районов нашей страны является орошение. Эти районы располагают огромными потенциальными возможностями, реализация которых позволяет получать до 500 ц/га плодов и 250...300 ц/га винограда.

УкрНИИГиМ разрабатывает и изготавливает аппаратуру для капельного орошения: фильтры очистки поливной воды, регуляторы расхода и давления, приборы программного и автоматического управления поливом, фасонные детали для соединения и сборки пластмассовых трубопроводов, дистанционно-управляемые клапаны с гидроимпульсными переключателями, капельницы-водовыпуски, нормативно-техническую документацию, типовые технологические схемы с подпочвенным и поверхностным расположением поливных трубопроводов, а также средств механизации строительства систем капельного орошения. Исследуют гидравлические параметры поливных пластмассовых трубопроводов и основные узлы системы капельного орошения.

Учитывая, что система капельного орошения — сложное гидротехническое сооружение, институт работает над выполнением комплексной программы исследований: от создания основных узлов системы капельного орошения и отработки технологии механизации строительства до разработки технологии орошения, обеспечивающей гарантированное получение ежегодных вы-

соких урожаев плодовых культур и винограда не на опытных участках, а на агропромышленных комплексах площадью 1000...2000 га.

УкрНИИГиМ ведет исследования по двум направлениям:

разработка технологии монтажа систем капельного орошения с поверхностным расположением поливных пластмассовых трубопроводов, которая позволяет вести строительство и монтаж системы в насаждениях существующего типа. При этом капельницы-водовыпуски устанавливают на поливном пластмассовом трубопроводе около ствола каждого дерева, а трубопровод подвешивают вдоль ряда деревьев на первом ряду проволоки пальметтного сада или виноградника на высоте 0,4...0,6 м от поверхности почвы;

разработка технологии монтажа систем капельного орошения с подпочвенным расположением поливных трубопроводов. Этот вариант технологии рассчитан на строительство системы капельного орошения до закладки сада или виноградника. Для этой цели институтом разработан и изготовлен опытный образец бестраншейного трубоукладчика поливных пластмассовых трубопроводов с отводными питателями. Проведенные испытания трубоукладчика и проверка новой механизации строительства систем капельного орошения с подпочвенным расположением поливных трубопроводов при строительстве первой опытно-производственной системы капельного орошения на площади 12 га интенсивного сада в колхозе им. Ленина Красногвардейского района Крымской области дают основания считать, что проблема механизации укладки поливных пластмассовых трубопроводов с отводными питателями и других технологических процессов при строительстве поливной сети систем капельного орошения практически решена.

В совхозе-заводе им. Мичурина Цюрупинского района Херсонской области на площади 11 га построена первая опытно-производственная система капельного орошения виноградников с поверхностным расположением поливных пластмассовых трубопроводов.

С целью производственной оценки и внедрения систем капельного орошения в опытном хозяйстве УкрНИИОЗ построены стационарные оросительные системы капельного способа полива для изучения режимов орошения: черешни на площади 3 га; груши — 6;

черной смородины — 1; спуровых сортов яблони — 6; интенсивного яблоневого сада — 4 га.

Технико-экономическая характеристика систем капельного орошения с поверхностным и подпочвенным расположением поливных трубопроводов приведена ниже.

Технико-экономические параметры системы капельного орошения, показатели на 1 га

	Интенсивный сад	Виноградник
Удельный расход, л/с·га	0,30...0,43	0,51
Расход капельницы, л/ч	4...10	6
Расход материала (полиэтилен), кг	400...600	600...800
Протяженность полиэтиленовых трубопроводов, м	1916...2797	4208
в том числе $d=140$ мм	11...15	3
$d=110$ »	12...20	25
$d=75$ »	48...73	65
$d=63$ »	63...70	57
$d=25$ »	18...27	51
$d=20$ »	882...1302	2068
$d=16$ »	882...1302	1944
$d=10$ »	600...868	900...1200
Давление в системе, кПа	До 100	До 100
Число капельниц:		
на одно дерево	1	1
на 1 га	420...1240	1605
Коэффициент использования воды (КИВ), %	100	100
Продолжительность использования системы в течение суток, ч	24	24
Степень возможности автоматизации процесса полива, %	100	100
Ориентировочная сметная стоимость системы:		
с внутрпочвенным расположением поливных трубопроводов, руб.	3000...4500	5400...6000
с поверхностным расположением поливных трубопроводов, руб.	2500...4000	5000...5600
Поливная норма, м ³ /га	60...200	150...200
Оросительная норма, м ³ /га	500...2000	1000...2500

Примечание. По данным четырехлетних исследований, в молодом пальметтном саду (1...4 года) получена трехкратная экономия воды по сравнению с надкронным дождеванием и четырехкратная по сравнению с поливом по бороздам.

На Украине получило развитие и капельно-инъекционное орошение для полива виноградников (разработка института «Укргипроводхоз»).

В 1977 г. в совхозе-заводе «Виноградный» Симферопольского района на площади 74 га построена и сда-

на в эксплуатацию система капельного орошения интенсивного сада.

Для изучения сравнительной эффективности капельного и других прогрессивных способов полива автором в 1977 г. заложен и ведется опыт по следующей схеме: полив по бороздам — контроль; полив дождеванием (надкронный) с установкой аппаратов типа «Роса-2» на стояках-опорах высотой 4 м от поверхности; полив дождеванием (приземный) с установкой дождевальных аппаратов типа ДА-0,5 (конструкция УкрНИИОЗ) на высоте 0,6 м от поверхности; капельный внутрипочвенный способ полива с установкой капельниц около ствола каждого дерева; капельный поверхностный способ полива с установкой капельниц на высоте 0,4 м от поверхности.

Опыт заложен на площади 4 га с сортами яблони Ренет Симиренко и Ред Делишес Подвой — дусен III. Площадь питания деревьев 5×4 м. Кроны деревьев формируются по типу свободнорастущей пальметты с наклонными ветвями. Повторность четырехкратная, в каждом варианте 60 учетных деревьев. Почва опытного участка темно-каштановая слабосолонцеватая. Между-рядья в саду содержатся под черным паром.

Стационарная оросительная система смонтирована таким образом, что обеспечивает одновременный полив всех повторностей каждого варианта.

Источником орошения опытного участка служат подземные воды артезианской скважины. Вода относится к хлоридно-натриевому типу (сухой остаток 1,8 г/л, общая жесткость 13 мг·экв/л).

За годы проведения опыта определяли: прирост диаметра штамба, суммарный прирост побегов на одно дерево, число побегов и площадь листовой пластинки по общепринятым методикам.

Для поддержания режима влажности почвы не ниже 70% ППВ в молодом яблонево-м саду с пальметтным формированием кроны ежегодно требовалось три полива при бороздковом способе, три-четыре — при дождевании, четыре—восемь — при капельном внутрипочвенном и поверхностном поливе.

Оросительная норма при бороздковом поливе составляла 1824...2073 м³/га, при дождевании надкронном и приземном — 1040...1555, при капельном подпочвенном и поверхностном — 230...482 м³/га. Таким образом, не-

смотря на то, что при капельном способе проводилось до восьми поливов за вегетацию, расход оросительной воды был в 4...5 раз меньше, чем на контроле, и в 3...4 раза меньше по сравнению с дождеванием. Поливная норма при капельном способе полива колебалась в пределах 30...121 м³/га.

Способ полива оказывает влияние прежде всего на интенсивность роста деревьев. Исследования особенностей роста деревьев яблони при разных способах полива показали, что прирост диаметра штамба при дождевании надкронном и приземном по сорту Ренет Симиренко был больше, чем на контроле на 15...23 и по сорту Ред Делишес — 7...10%.

При капельном орошении прирост диаметра штамба незначительно отличался от контроля. Каждый из способов полива по-разному повлиял на суммарный прирост и число побегов изучаемых сортов яблони.

В среднем за 4 года при поливе по бороздам суммарный прирост побегов по сорту Ренет Симиренко составил 23 м, при поливе дождеванием — 33,5 и при капельном — 28...39 м. Почти аналогичные данные получены по второму сорту.

У сорта Ренет Симиренко число побегов на одно дерево при поливе дождеванием увеличилось на 22...59%, при капельном орошении на 18...27% по сравнению с бороздковым поливом. Средняя длина побегов на всех вариантах опыта была практически одинаковой.

Площадь листовой пластинки сорта Ред Делишес на всех вариантах опыта была на 11...14% больше, чем на контроле.

Выводы. Полив пальметтного сада с помощью дождевания и капельным способом обеспечивает лучший рост яблонь и способствует значительной экономии оросительной воды по сравнению с поливом по бороздам.

При капельном орошении расход воды в 4...5 раз меньше, чем при бороздковом, и в 3...4 раза меньше, чем при дождевании.

В условиях темно-каштановых почв юга СССР для поддержания влажности почвы не выше 70% ПВ в молодом яблонево́м саду с пальметтным формированием кроны, где на 1 га размещалось 500 деревьев, при

дождевании необходимо проводить не менее четырех поливов с оросительной нормой 1600 м³/га, при капельном способе — 5...8 поливов с оросительной нормой 90...500 м³/га. В существующих молодых пальметтных садах, где применяют бороздковый способ, число поливов должно быть не менее трех, а расход воды — около 2000 м³/га.

УДК 631.674.6.001.2

О РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ КАПЕЛЬНИЦ

И. А. МАТСОН, кандидат технических наук

*Всесоюзный научно-исследовательский институт
по применению полимерных материалов в мелиорации
и водном хозяйстве*

Развитие систем капельного орошения связано с широким использованием полимерных материалов. Полимерные материалы, применяемые в капельном орошении, должны обладать положительными свойствами: стойкостью к агрессивным средам (почва и минеральные удобрения); технологичностью изготовления деталей; небольшой массой (удельная масса в 3...5 раз меньше, чем стали); не нуждаться в антикоррозионной защите; не содержать ядовитых и других вредных для растений веществ.

Для обоснования выбора пластмасс, применяемых в капельном орошении, прежде всего необходимо досконально изучить принципы действия и конструкции капельниц.

Обеспечить относительно низкий, но равномерный и постоянный расход воды, который мало меняется от изменения давления, — главная задача капельниц. В то же время, надежность работы капельниц конструктивно зависит от поперечного сечения водяного канала: чем больше канал, тем надежнее работает капельница. Разрешение этого противоречия вызвало создание множества конструкций капельниц.

Разные авторы по-разному классифицируют конструкции капельниц: одни придерживаются классификации по историческому развитию и делят капельницы по степени сложности, другие — только по способу гаше-

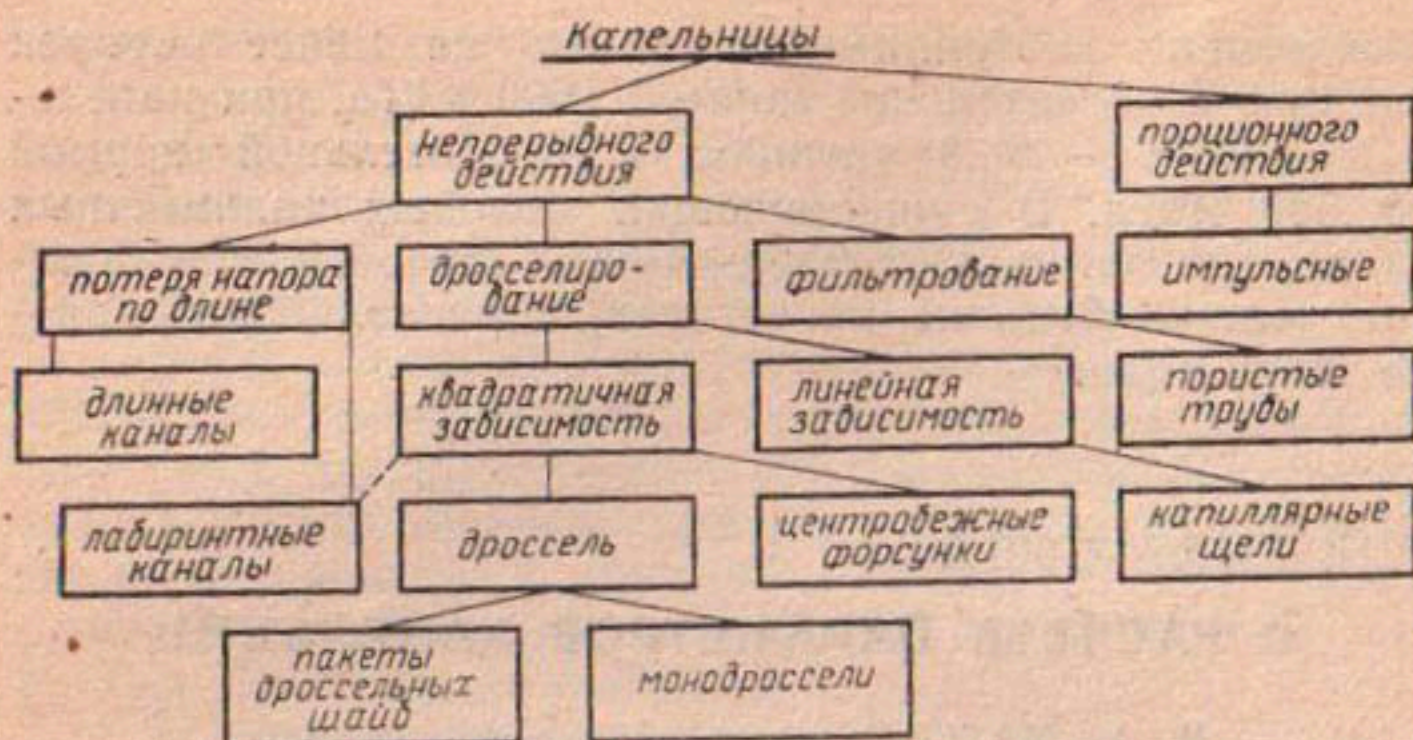


Рис. 1. Классификация капельниц.

ния полного напора. Более обоснованным является принцип классификации по характеру действия и по способу гашения энергии воды (рис. 1).

По характеру действия капельницы можно разделить на две группы: непрерывного (аналогового) и порционного (дискретного) действия.

По принципу порционного действия работает импульсная капельница конструкции ВНИИМИТП. Капельницы непрерывного действия классифицируются по способу гашения полного напора.

Важным вопросом при конструировании новых капельниц и выборе конструктивных материалов, а также оценке существующих конструкций является аналитический расчет параметров капельниц.

Принципиально капельницы являются сложными гидравлическими сопротивлениями, в которых при малых расходах воды происходят потери полного напора. В капельнице вода встречает разные элементарные гидравлические сопротивления, которые могут иметь как линейную, так и квадратическую зависимость относительно расхода воды.

Для расчета расхода воды через капельницы и оросительную сеть предлагается использовать электрогидравлическую аналогию. Расчет главных видов капельниц дан в таблице 1.

В таблице приняты следующие основные обозначения:

- p — давление, Па;
 $R_{\text{л}}$ — линейное гидравлическое сопротивление ламинарного потока, $\text{Па} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-3}$;
 $R_{\text{т}}$ — линейное гидравлическое сопротивление турбулентного потока, $\text{Па} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-3}$;
 $R_{\text{л}}$ — местное гидравлическое сопротивление ламинарного потока, $\text{Па} \cdot (\text{с} \cdot \text{м}^{-3})^{1,715}$;
 $R_{\text{т}}$ — местное гидравлическое сопротивление турбулентного потока, $\text{Па} \cdot (\text{с} \cdot \text{м}^{-3})^2$;
 Q — расход воды, $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$;
 L — сопротивление инерции, $\text{Па} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-3}$;
 C — сопротивление деформации, $\text{м}^3 \cdot \text{Па}^{-1}$;
 ν — кинематическая вязкость, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$;
 ρ — плотность, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$;
 l — длина трубопровода, м;
 d — диаметр трубопровода, м;
 ξ — коэффициент местного сопротивления;
 μ — коэффициент расхода;
 ε — коэффициент сжатия струй;
 φ — коэффициент скорости;
 β — коэффициент деформации, Па^{-1} ;
 V — объем воздуха в гидроаккумуляторе, м^3 ;
 n — показатель адиабаты.

В качестве примера использования вышеуказанной методики приведен расчет оптимальной формы канала гашения энергии воды в капельнице с длинным каналом на конической поверхности, внедренной в Молдавской ССР. Канал имеет прямоугольную форму $0,75 \times 1,2$ мм, длиной 1,058 м. Расчетная производительность при давлении 0,1 МПа — 8 л/ч. После проверки нескольких вариантов формы и размеров каналов найдена оптимальная форма канала (полуквадрат с полукругом при тех же расходных параметрах).

Анализируя параметры многих конструкций существующих капельниц, установлено, что решить их главное противоречие можно только в ущерб одному или другому требованию: регулированию и саморегулированию расхода независимо от давления или обеспечению надежной работы при больших сечениях каналов и самоочищении.

Саморегулирующиеся и большинство регулируемых капельниц требуют высокой степени очистки воды, а самоочищающиеся и лабиринтные не регулируются, и расход их прямопропорционален давлению.

В горных условиях и при больших уклонах требуются саморегулирующиеся капельницы, а на равнине при использовании стоячей и мутной воды — самоочищающиеся капельницы.

Таблица 1. Расчет капельниц

Вид капельниц	p	R	Q
Длинный канал	$p = \hat{R}Q$	$\hat{R}_n = \frac{128}{\Pi} \nu \rho \Sigma \frac{l_1}{d_j^4}$	$Q_n = \frac{\Pi p}{128 \nu \rho \Sigma} \frac{l_j}{d_j^4}$
		По длине $\hat{R}_\tau = \frac{0.16}{\Pi} \rho \Sigma \left(1 - \frac{1}{40 d_j} \right) \cdot \frac{l_j}{d_j^5} Q$	$Q_\tau = \sqrt{\frac{\Pi p}{0.168 \Sigma \left(1 - \frac{1}{40 d_j} \right) \cdot \frac{l_j}{d_j^5}}}$
Лабиринтный канал	$p = \hat{R}Q + \bar{R}Q^2$	$\hat{R}_n; \hat{R}_\tau;$	$\bar{R}_\tau = Q^2 + R_n Q - p = 0$
		По длине $\bar{R}_n = \frac{p}{2} (2300 \nu)^{0.285} \left(\frac{\Pi}{4} \right)^{1.715}$ Местная $\Sigma \frac{\xi_j}{d_j} R_\tau = \frac{8}{\Pi^2} \rho \Sigma \frac{\xi_j}{d_j^4}$	$Q = \sqrt{\frac{p}{\bar{R}_\tau + R_\tau}}$ $\hat{R}_n Q + \bar{R}_n Q^{1.715} = p$
Дроссель: пакетный, моно	$p = \frac{n}{k^2} \bar{R}Q^2$ $n=1 \quad k=1$	$\bar{R}_\tau; \xi = \frac{1}{\mu^2};$ $\mu = \varepsilon \Phi$	$Q = \frac{k \mu n d^2}{4} \sqrt{\frac{2p}{n \rho}}$

Капиллярная щель	$p = R_{\text{щ}} Q$	Особая местная	$R_{\text{щ}} = \frac{12\nu\eta l}{\omega S^3}$	$Q = \frac{\omega S^2 p}{12\nu\eta l}$
Центробеж- ная фор- сунка	$p = RQ^2$	Особая местная	$\bar{R}_{\tau}; \zeta = \frac{1}{\mu^2} \mu =$ $= \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\varepsilon^2} + \frac{A}{1-\varepsilon}}}$	$Q = \mu f \sqrt{\frac{2p}{\rho}}$
Импульсная	$\Sigma \frac{dp}{dt} = \Sigma \left[L \frac{d^2 Q}{dt^2} + \right.$ $\left. + \bar{R} \frac{dQ}{dt} + \bar{R} \frac{d(Q)^a}{dt} + \right.$ $\left. + \frac{Q}{c} \right]$	Инерцион- ная дис- сипатив- ная ем- костная	$L = \frac{4\rho}{\Pi} \Sigma \frac{l_j}{d^3};$ $c = \frac{1}{p_i} \frac{1}{n} \left[p_i + \frac{1}{n} \frac{dp_i}{dt} \right]$ $\bar{R}_{\Pi}; \bar{R}_{\tau}; \bar{R}_{\Pi}; \bar{R}_{\tau}.$ $c = \frac{\Pi}{4} \Sigma \beta_j d_j^2 l_j$	$V = V_0 \left[1 - \left(\frac{p_0}{p_i} \right)^{\frac{1}{n}} \right]$

О ДОПУСТИМОМ ПРЕДЕЛЕ СМЫВА ПОЧВЫ ПРИ ПОЛИВАХ

Е. С. АКОПОВ

*Армянский научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

Вопрос о допустимых пределах смыва почвы — относительно новый. Некоторые специалисты-почвоведы считают, что необходимо применять такие способы и технику полива, которые полностью исключали бы возможность появления эрозии почв. Но такое требование невыполнимо, так как при поливах по бороздам, полосам и дождеванием невозможно достичь абсолютного предотвращения явлений смыва почвы.

Но если невозможно полностью исключить явление смыва почвы, то борьбу с эрозией необходимо вести путем ее ограничения в таких пределах, при которых сохранялись бы условия, обеспечивающие постепенное повышение уровня плодородия орошаемых земель.

Б. Ф. Камбаров и некоторые другие авторы полагают, что допустимый предел эрозии следует устанавливать в зависимости от мощности почвенного слоя. Исходя из этого авторы считают, что для условий сероземов Средней Азии искомую величину можно принять равной 7,1...25 т/га в год. Из такого подхода к решению задачи следует: чем мощнее почва, тем больше допустимый предел смыва.

Следует отметить, что о допустимом пределе смыва почвы существует весьма поверхностное представление. В почвоведении мы не находим ясного ответа на данный вопрос, а среди специалистов-ирригаторов бытует весьма произвольное толкование.

Академик А. Н. Костяков указывал, что во избежание смыва почвы при поливах скорость движения струи в борозде не должна превышать 0,2 м/с. Исходя из этого указания многие авторы считают, что количество смытой почвы при скорости струи 0,2 м/с можно принять за допустимый предел смыва.

Однако многочисленные опыты показали, что количество смытой почвы при скорости движения струи 0,2 м/с в зависимости от типа, разновидности и степени оструктуренности почв колеблется в очень больших

пределах. Так, в Армении при скорости движения струи 0,17...0,2 м/с количество смыва почвы с отрезка борозды 50 м составило 3,2...8,5 кг, что в переводе на га за один полив составляет 0,91...2,3 т/га, а за все поливы — 6,4...16,1 т/га в год. Отсюда ясно, что скорость движения струи не может служить критерием для установления допустимого предела смыва почвы при поливах.

В. Б. Гуссак, Д. Я. Михайлов, Х. Х. Беннет, Х. М. Махсудов, К. Е. Аразян и другие считают, что при установлении допустимого предела эрозии следует исходить из скорости почвообразовательного процесса. При этом количество смытой почвы (эрозия) должно быть не более, чем поступающей в результате почвообразования. При таком равновесии разрушение и утрата почвы в результате эрозии будут полностью компенсированы процессами почвообразования.

Нетрудно видеть, что авторы пытаются защитить почву от эрозии ценой утраты средств повышения плодородия почвы. Наивно полагать, что, лишаясь источника зарождения и обогащения почвы, возможно сохранить существующую почву. Кроме того, уравнивая две составляющие баланса почвы — эрозию и почвообразование, авторы упускают из виду третью составляющую баланса — ежегодный вынос элементов пищи (элементов плодородия) с урожаями.

Очевидно, что правильное решение задачи будет заключаться в установлении такого сочетания приходных и расходных составляющих баланса почвы, при которых обеспечивалась бы возможность постепенного повышения ее потенциального плодородия, то есть соблюдалось условие

$$O_{\pi} - \mathcal{E}_i - B_{\pi} > 0,$$

где O_{π} — ежегодное обогащение почвы в результате почвообразования (приход); $\mathcal{E}_i$ — ежегодный смыв почвы в результате допустимой эрозии (расход); B_{π} — ежегодный безвозвратный вынос с урожаями элементов пищи растений (расход).

Вопросы о скорости почвообразования (O_{π}) и интенсивности выноса элементов почвенного плодородия (B_{π}) мало изучены, и поэтому мы не располагаем в достаточной мере обоснованными данными по количественной характеристике этих величин.

Из предположений Х. Х. Беннета и некоторых других авторов следует, что пахотный слой почвы в 20 см

может быть восстановлен при благоприятных условиях почвообразования за 200...300 лет, а при неблагоприятных условиях в течение 2000...5000 лет.

Если исходить из столь ориентировочных предложений и принять, что объемная масса почвы колеблется в пределах 1,3...1,4, то в зависимости от условий почвообразования величина O_{Π} может быть 0,7...14 т/га в год.

Более обоснованные данные о величине O_{Π} для некоторых типов почв приведены в работе М. Е. Бельгибаева и М. И. Долгилевича. С целью установления допустимой эрозии (ДВЭ) авторы изучали скорость почвообразовательного процесса по зависимости

$$v_s = \frac{H}{t},$$

где v_s — средняя скорость почвообразования, мм/год; H — мощность генетических горизонтов почвы $A+B$, образовавшихся за t лет.

В результате исследований получены различные значения скорости почвообразования.

Таблица. Скорость почвообразования

Тип почвы	По данным М. Е. Бельгибаева и М. И. Долгилевича		По данным автора
	продолжительность образования горизонтов $A+B$, лет	скорость почвообразования, мм/год	скорость почвообразования при объемной массе почвы 1,3 т/га в год
Болотные	4880	0,58	7,54
Дерново-подзолистые	5300	0,87	11,31
Черноземы	5750	0,28	3,64
Каштановые	4030	0,36	4,68
Сероземы	2640	0,27	3,51

Данные таблицы характеризуют скорости почвообразования различных типов почв применительно к данным (конкретным) условиям почвообразования.

Из приведенного краткого обзора можно заключить, что для установления допустимых пределов смыва почвы при поливах требуется провести более глубокие исследования по изучению скоростей почвообразования

и интенсивности выноса элементов плодородия почв с урожаями. При этом следует иметь в виду, что допустимый предел эрозии $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ зависит от скорости почвообразования $O_{\text{п}}$ и ежегодного безвозвратного выноса с урожаями элементов плодородия почвы $B_{\text{п}}$:

$$\mathcal{E}_{\text{пр}} = f(O_{\text{п}} B_{\text{п}}).$$

В зависимости от величины $\mathcal{E}_i$ баланс потенциального плодородия почвы P_0 может изменяться в направлении, показанном на рисунке 1.

При $\mathcal{E}_1 > O_{\text{п}}$ — уровень потенциального плодородия уменьшается, баланс отрицательный, существующая почва P_0 полностью теряется за время в годах

$$t_1 = \frac{P_0}{\mathcal{E}_1 + B_{\text{п}} - O_{\text{п}}}.$$

При $\mathcal{E}_2 = O_{\text{п}}$ — уровень потенциального плодородия почвы уменьшается, баланс отрицательный, почва теряется за время $t_2 = P_0 / B_{\text{п}}$.

При $\mathcal{E}_3 + B_{\text{п}} > O_{\text{п}}$ — уровень потенциального плодородия почвы уменьшается, баланс также отрицательный, почва теряется за время $t_3 = \frac{P_0}{\mathcal{E}_3 + B_{\text{п}} - O_{\text{п}}}.$

При $\mathcal{E}_4 + B_{\text{п}} < O_{\text{п}}$ — уровень потенциального плодородия почвы повышается, баланс положительный, через $t_4 = \frac{P_0}{O_{\text{п}} - (\mathcal{E}_4 + B_{\text{п}})}$ лет количество почвы удвоится.

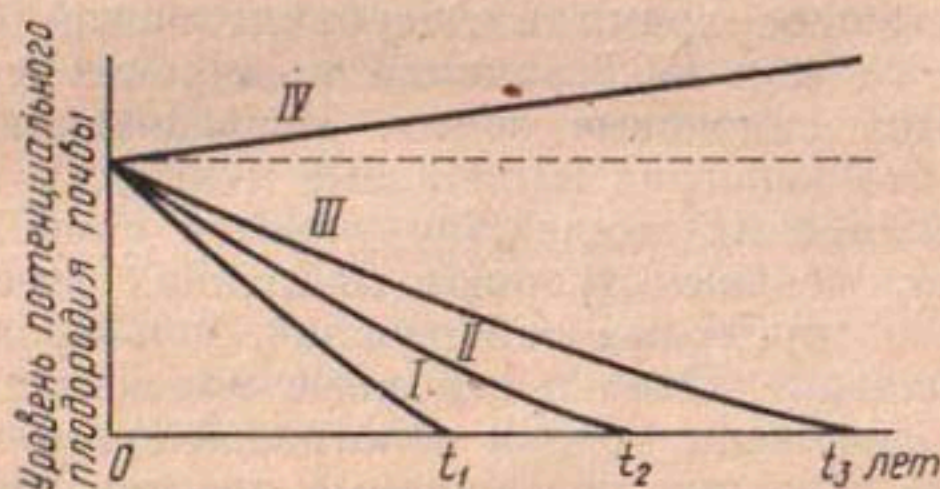


Рис. 1. Схема возможного изменения плодородия орошаемых земель в зависимости от допустимой интенсивности ирригационной эрозии почв:

I — при $\mathcal{E}_1 > O_{\text{п}}$; II — $\mathcal{E}_2 = O_{\text{п}}$; III — $\mathcal{E}_3 + B_{\text{п}} > O_{\text{п}}$; IV — $\mathcal{E}_4 + B_{\text{п}} < O_{\text{п}}$; $\mathcal{E}$ — допускаемая интенсивность смыва почвы, т/га; $B_{\text{п}}$ — ежегодный безвозвратный вынос с урожаями элементов пищи растений, т/га; $O_{\text{п}}$ — ежегодное обогащение почвы в процессе почвообразования, т/га; P_0 — современный уровень потенциального плодородия почвы (количество воды).

Необходимость определения величины $O_{\text{п}}$ и $B_{\text{п}}$ возникает при разработке мероприятий по предотвращению явлений ирригационной эрозии почвы.

Судя по имеющимся недостаточным и частично ориентировочным (предположительным) данным, можно заключить, что скорость почвообразования для условий Армении (каштановые почвы) можно принять равной 4...5 т/га в год. Учитывая необходимость соблюдения условий повышения плодородия почвы, при которых $O_{\text{п}} > \mathcal{E}_1 + B_{\text{п}}$, допустимый предел эрозии $\mathcal{E}_{\text{пр}}$ должен быть меньше скорости почвообразования $O_{\text{п}}$ минимум в 2 раза.

Исходя из приведенных соображений, допустимый предел смыва почвы можно принять не более 2...2,5 т/га в год.

УДК 628.36

ТЕРРАСИРОВАНИЕ ЭРОДИРОВАННЫХ СКЛОНОВ ПОД МНОГОЛЕТНИЕ НАСАЖДЕНИЯ И ПУТИ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ ПОЧВ ПОЛОТНА ТЕРРАС В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР

К. С. РАГИМОВ

*Научно-исследовательский сектор эрозии
МСХ Азербайджанской ССР*

В настоящее время в Азербайджанской ССР под плодовые сады и виноградники в широких масштабах осваиваются склоновые земли. Исследованиями установлено, что виноград и плодовые культуры, выращенные на склоновых землях, получают наиболее качественными, меньше страдают от ранних весенних заморозков и грибковых заболеваний, чем произрастающие на равнине. Однако огромные массивы склоновых земель подвержены водной и ветровой эрозиям.

При их освоении применяемые агротехнические мероприятия должны отвечать требованиям эффективной борьбы с эрозией почв. В результате проведенных многочисленных опытов в различных горных и предгорных районах Азербайджана установлено, что одним из самых эффективных противоэрозионных мероприятий на сильно покатых и крутых склонах (более 10°) является террасирование.

Автором были исследованы следующие вопросы, связанные с террасированием склонов: методы сооружения террас; установление наиболее эффективного и рационального поперечного уклона полотна, ширина его; окультуривание почвы полотна террас; террасирование на склонах различной экспозиции; наиболее рациональные расстояния посадки винограда и яблонь от выемочного откоса; густота и способы посадки виноградных кустов; применение системы удобрений и др.

На основании проведенных исследований установлено, что на склонах крутизной до 18° сооружение террас необходимо проводить плантажным методом; на склонах до 14° террасы можно сооружать напашным методом. Оба эти метода более производительны по сравнению с бульдозерным. Кроме того, обходятся они намного дешевле, террасы получаются более качественными и урожай на них высокие. Так, в 1968 г. на территории совхоза «Гюнашли» Шемахинского района на террасах, подготовленных плантажным методом, на третьем году плодоношения виноградника (посадка 1961 г.) урожай составлял 68,9 ц/га, а на террасах, подготовленных бульдозерным методом, — 22,9 ц/га; в 1969 г. — на четвертом году плодоношения виноградника — урожай соответственно составлял 78,5 и 17,8 ц/га, а в 1970 г. — на пятом году плодоношения виноградника — соответственно 89,0 и 34,9 ц/га.

На склонах крутизной более 18° сооружение террас плантажным и напашным методами невозможно. Поэтому на таких склонах сооружение террас проводят только бульдозером.

Террасирование склонов крутизной более 25° под виноградные и склонов более 30° под плодовые сады нерентабельно, так как резко увеличиваются глубина выемки и длина насыпного откоса, что приводит к увеличению межтеррасной неиспользуемой площади и уменьшению коэффициента выхода полезной площади полотна на склоне.

Для широкого применения сельскохозяйственных машин и орудий при обработке почвы и уходе за растениями важное значение имеет установление рациональной ширины полотна террас. Ширина полотна террас в основном зависит от крутизны склона, толщины мелкоземистого слоя почвы и поперечного уклона полотна. Определенную роль играют виды и сорта сель-

скохозяйственных культур, а также виды сельскохозяйственных машин, предназначенных для обработки почвы.

В результате исследований установлено, что на склонах крутизной до 12° целесообразно сооружение террас с шириной полотна 5,5...5,8 м для посадки трехрядного виноградника. На склонах $12...25^\circ$ более эффективно сооружение террас с шириной полотна 3,8...4 м — для посадки двухрядного виноградника и 5...5,5 м — для однорядной посадки семечковых плодовых культур. Ширина междурядий виноградных кустов 2,25...2,5 м (в зависимости от сорта).

Установление рационального расстояния посадки виноградных рядков и плодовых деревьев на полотне террас от выемочного откоса имеет важное значение.

Оптимальное расстояние от выемочного откоса, на котором целесообразно проводить посадку первого ряда виноградных кустов, — 80 см, а для семечковых плодовых деревьев — 3,5...4 м. Так, на территории совхоза им. В. И. Ленина Шемахинского района в 1969 г. в первый год плодоношения виноградника (посадка 1964 г.) на террасах при посадке рядков виноградных кустов на расстоянии 60 см от выемочного откоса урожай винограда составлял 52,8 ц/га, при посадке на 80 см — 76,1 ц/га и при расстоянии 100 см — 56,5 ц/га; число плодоносящих кустов соответственно составляло 73,90 и 90%.

Установление оптимального поперечного уклона полотна террас имеет немаловажное значение в деле накопления влаги, предотвращения стока и смыва почвы.

На основании проведенных исследований по изучению поперечного уклона полотна террас можно отметить, что в условиях Азербайджана сооружение террас с горизонтальным профилем полотна более эффективно и рентабельно, чем с поперечным уклоном. Так, в 1969 г. на террасах с горизонтальным профилем полотна — на втором году плодоношения виноградника — урожай составил 97,6 ц/га, при обратном поперечном уклоне полотна — 77,2 ц/га и с уклоном полотна по склону — 72,6 ц/га; число плодоносящих кустов соответственно составляло 92,5; 81,2 и 71,3%.

На террасах наиболее слабы насыпные откосы, подвергающиеся смыву и размыву. Для закрепления их сразу после нарезки террас целесообразно сеять мно-

голетные травы, особенно там, где склоны до нарезки террас имели редкий покров естественных трав. Также можно рекомендовать посадку ягодников.

При сооружении террас происходит сильное перемещение верхнего, наиболее плодородного, слоя почв из выемочной части полотна в насыпную. В некоторых случаях при сравнительно небольшой мощности пахотного слоя на поверхности полотна наблюдается выход материнской породы. Поэтому в выемочной части полотна террас растения развиваются очень слабо, позднее вступают в плодоношение и дают более низкий урожай, чем в насыпной части полотна. Однако с течением времени в результате длительной обработки почвы эта разница постепенно сглаживается. Так, в 1968 г. на террасах — на первом году плодоношения винограда — урожай на выемочной части полотна составлял 26,4 ц/га, в насыпной — 102,2 ц/га. В 1969 г. — на втором году плодоношения — соответственно 50,9 и 144,3 ц/га.

Следовательно, при освоении склонов путем террасирования их существенным вопросом является разработка мероприятий, способствующих ускорению процессов окультуривания почв полотна террас и повышения их плодородия. С этой целью изучали влияние посева многолетних трав и глубокого рыхления почвы полотна террас, а также минеральных и органических удобрений на плодородие почвы.

В результате проведенных исследований за 1971—1975 гг. установлено, что глубокое рыхление почвы полотна террас улучшает водно-физические свойства и питательный режим почвы, ускоряет процесс окультуривания, что способствует повышению урожая винограда.

Так, влажность почвы в слое 0...70 см в среднем за 1972—1975 гг. на контроле (без глубокого рыхления) составляла 15,4%, а при глубоком рыхлении — 18,1%.

Объемная масса почвы (среднее по полотну террас) в слое 0...70 см в 1973 г. на контроле равна 1,34, а при глубоком рыхлении с внесением 50 т/га навоза — 1,24; общая скважность почвы соответственно равна 46,3 и 50,4%.

Глубокое рыхление полотна террас способствует улучшению питательного режима почвы. Так, содержание общего гумуса (среднее в слое 0...60 см) составля-

ло: до глубокого рыхления в 1970 г.—1,05%, после глубокого рыхления с внесением 50 т/га навоза: в 1971 г.—1,23%, в 1972 г.—1,46, в 1974 г.—1,91%.

Содержание подвижного фосфора в 1970 г. составляло 7,1 мг/кг, после глубокого рыхления с внесением 50 т/га навоза: в 1971 г.—16,2 мг/кг, в 1972 г.—32,1, в 1974 г.—32,3 мг/кг.

Содержание обменного калия в 1970 г. составляло 136,2 мг/кг, после глубокого рыхления с внесением 50 т/га навоза: в 1971 г.—205,5 мг/кг, в 1972 г.—230,3, в 1974 г.—258 мг/кг.

Таким образом, глубокое рыхление способствует улучшению водно-физических свойств почвы, питательного режима ее и ускоряет процесс окультуривания почвы полотна террас. Особенно заметное улучшение отмечается при глубоком рыхлении почвы с внесением навоза. Глубокое рыхление способствовало увеличению урожая винограда в среднем за 5 лет до 42 ц/га с полезной площади полотна террас. Особенно заметное увеличение урожая винограда отмечается при глубоком рыхлении с внесением навоза.

Ежегодное проведение глубокого рыхления неэффективно. При ежегодном проведении рыхления, начиная с третьего года, наблюдается даже снижение урожая винограда по сравнению с контролем на 3...5 ц/га.

На основании проведенных многолетних полевых и лабораторных исследований можно сделать заключение, что в богарных условиях Азербайджанской ССР в целях повышения плодородия и ускорения процесса окультуривания почвы полотна террас под виноградниками необходимо через 3...4 года проводить трехстрочное глубокое рыхление (центральные лапы на глубину 50 см) с внесением 50 т/га навоза.

Исследования автора показали, что для ускорения процесса окультуривания и повышения плодородия почвы полотна террас целесообразно под виноградники до посадки (2...3 года) и под плодовые культуры во время посадки проводить посев многолетних трав. При двухлетнем стоянии эспарцета на полотне террас в слое 0...40 см накапливается до 31...41 ц/га корневой массы, которая способствует повышению содержания валового гумуса до 0,45%, азота до 0,03% и улучшает водно-физические свойства почвы.

Применение удобрений, особенно органических, является также одним из основных факторов, способствующих ускорению процесса окультуривания почв полотно террас. Внесение 100 т/га навоза увеличивает содержание (в слое 0...60 см) валового гумуса в почве на 0,09...0,14% и азота на 0,029...0,040%. Самая высокая эффективность отмечается при совместном внесении органических и минеральных удобрений. Так, при внесении 75 т/га навоза и минеральных удобрений $N_{100}P_{150}K_{100}$ приживаемость саженцев составила 92%, годовой прирост побегов — 42 см, на контроле соответственно 76% и 29 см.

Хорошо себя оправдал дифференцированный способ внесения удобрений, при котором в выемочную часть полотна вносится в 2 раза большая доза (100 т/га навоза), чем в насыпную (50 т/га навоза).

Особенно заметный эффект наблюдается при добавочном внесении в посадочную яму 2 кг навоза, 15 г аммиачной селитры, 40 г суперфосфата и 13 г калийной соли на фоне органических удобрений (50 т/га навоза). При этом по сравнению с контролем средний годовой прирост лозы увеличивается на 18,2 см, а приживаемость саженцев — на 12%.

Подкормка виноградника на террасах органическими и минеральными удобрениями является также весьма эффективным мероприятием. При внесении $N_{150}P_{150}K_{120}$ кг/га удобрений на фоне органических удобрений 30 т/га навоза урожай винограда (посадка 1963 г.) составил 90,1 ц/га, на контроле — 47,9 ц/га.

Внесение удобрений на полотно террас заметно сказывается и на качестве винограда. Содержание сахара увеличивается на 1...1,2% по сравнению с контролем, где оно составляло 20,3%, кислотность снижается на 0,3...0,7 г/л, а выход сусла увеличивается на 0,4...1,2%. Применение органических и минеральных удобрений экономически весьма эффективно, поэтому необходимо широко рекомендовать внесение удобрений при террасировании горных склонов.

Работы, проведенные в течение ряда лет в различных районах Азербайджана, свидетельствуют о целесообразности и высокой экологической эффективности применения террасирования эродированных малопродуктивных склонов под виноградники.

ИРРИГАЦИОННАЯ ЭРОЗИЯ В АЛАЗАНО-АГРИЧАЙСКОЙ ДОЛИНЕ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ССР) И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ БОРЬБЫ С НЕЮ

Х. М. МУСТАФАЕВ, С. М. НУРУЛЛАЕВ

*МСХ Азербайджанской ССР, научно-исследовательский
сектор эрозии*

В Азербайджанской ССР увеличение производства и повышение урожайности сельскохозяйственных культур неразрывно связаны с внедрением комплекса зональных противоэрозионных мероприятий.

В настоящее время эрозия почв, приводящая к потере плодородия почвы и резкому снижению урожайности сельскохозяйственных культур, развита повсеместно (более 50% площади республики).

Вследствие развития эрозионных процессов площадь высокопродуктивных сельскохозяйственных земель постепенно уменьшается, а количество бросовых земель увеличивается.

В связи с этим в условиях Азербайджана рациональное использование земельных ресурсов и защита почв от эрозии в каждом хозяйстве имеют большое народнохозяйственное значение.

Азербайджанская ССР — горная страна. Она характеризуется сложными природными условиями. Крупные физико-географические области — Большой и Малый Кавказ, Кура-Араксинская низменность и зона Талышских гор — сильно отличаются друг от друга по геологическому строению, климату, почвенному и растительному покровам, уклонам местности, которые варьируют от 1 до 40° и более. Глубина местных базисов эрозии составляет 10...1000 м и более. Сильнорасчлененный горный рельеф создает потенциальную опасность возникновения и развития эрозионных явлений.

В зависимости от естественноисторических факторов и хозяйственной деятельности человека развиваются различные типы эрозии.

В низменной и предгорной частях республики сельское хозяйство ведется с помощью орошения. На оро-

шаемых землях выращивается около 80% сельскохозяйственной продукции, производимой в республике, в том числе хлопчатник, табак.

Кроме водной и ветровой эрозии, в условиях неспланированного широковолнистого рельефа полей наблюдается развитие ирригационной эрозии, которая особенно проявляется при неправильном режиме поливов пропашных и густопокровных культур.

Алазано-Агричайская долина характеризуется благоприятными природными условиями для выращивания пропашных и технических культур. Район включает предгорья южного склона Главного Кавказского хребта и Алазано-Агричайскую котловину. Здесь развиты многоотраслевые хозяйства.

Благодатный климат, обилие солнечных дней в году, плодородные почвы создают благоприятные условия для выращивания наиболее ценных сельскохозяйственных культур — табака, зерновых, овощных, кормовых, плодовых и др. Многие ценные культуры выращивают в условиях орошения, например табак. Однако отсутствие планировки земель, несоблюдение норм и техники поливов ведут к интенсивному развитию ирригационной эрозии.

В Алазано-Агричайской долине сельскохозяйственные культуры выращивают на аллювиальных почвах. По механическому составу эти почвы легко- и средне-суглинистые. Содержание физической глины составляет 30...44%. Гумуса в них содержится всего 2% (табл. 1). В результате проведения одного бороздкового полива изменяется механический состав почв (табл. 2). Так, до полива в верхней части участка содержание физической глины под посевом табака составляет 31%, после полива — 24,56%, а в нижней части — 53...39,2%. Такая же закономерность обнаружена под другими культурами, которые были размещены на различных частях склона; после полива физическая глина вымывается из почвы верхней части склона и накапливается в нижней. Таким образом, в целом механический состав почвы утяжеляется по направлению от верхней к нижней части склона.

Под влиянием ирригационной эрозии из почвы уносится вниз по уклону наиболее тонкий, обогащенный гумусом и другими питательными элементами материал. В связи с этим почвы верхней части склона обед-

Таблица 1. Некоторые физические и химические показатели аллювиальных почв

Место закладки	№ разреза	Глубина, см	Гигроскопическая влага, %	Содержание фракций, %		Гумус, %	Азот общий	Питательные вещества, мг/кг почвы		Поглощенные основания, м-экв. на 100 г почвы	
				<0,001	<0,01			P ₂ O ₄	K ₂ O	Ca	Mg
Закатальский район, колхоз «Коммунизм селу»	100	0...28	1,51	20,40	42,24	2,08	0,224	58,04	47,0	14,10	2,82
		28...52	1,68	15,28	38,08	1,67	0,210	23,00	37,4	13,16	2,72
		53...76	1,45	26,40	44,00	2,08	0,210	13,00	37,4	10,34	2,82
	128	0...21	1,92	16,00	30,40	1,60	0,182	61,00	69,8	7,52	5,87
		21...43	1,65	17,00	50,40	2,00	0,182	19,80	24,1	6,58	4,70
		43...75	1,13	17,60	38,60	0,53	0,168	9,60	12,0	10,34	4,70
	130	75...100	1,47	17,60	40,00	1,60	0,126	9,00	19,2	10,34	5,60
		0...29	4,27	8,00	23,92	1,31	0,087	33,40	60,2	9,40	7,05
		29...55	4,32	16,80	30,80	1,00	0,058	11,00	42,1	9,40	6,11
		55...78	3,61	12,80	43,20	0,90	0,044	7,20	42,1	—	7,05
	78...102	3,81	2,80	30,80	0,60	Не опр.	6,20	24,1	—	7,05	

Таблица 2. Влияние бороздкового полива на механический состав и некоторые химические показатели почв

Название почв	Расход воды и способ полива	Часть склона, уклон	Срок определения	№ разреза	Глубина, см	Содержание фракций, %		Гумус, %	Азот общий, %	Поглощенные основания, м-экв. на 100 г почвы	
						<0,001	<0,01			Ca	Mg
Аллювиальные луговые	Нормированный расход воды, бороздковый	Верхняя, 3°	До полива	101	0...10	14,0	30,96	1,16	0,09	12,12	3,76
			После полива	101, а	0...10	12,8	24,56	0,83	0,06	11,28	3,76
		Средняя, 2°	До полива	102	0...10	17,6	45,20	1,85	0,20	14,10	4,70
			После полива	102, а	0...10	14,0	38,40	1,67	0,13	12,12	3,76
		Нижняя, 1°	До полива	103	0...10	18,0	53,44	2,87	0,29	18,80	4,70
			После полива	103, а	0...10	14,8	39,20	0,83	0,06	11,28	3,76

няются элементами зольного питания, ухудшаются их водно-физические свойства, снижается плодородие.

Наблюдения показали, что в верхней части склона табак, кукуруза и другие сельскохозяйственные культуры малорослые, имеют небольшое количество листьев, початков и т. д. В нижней части склона, наоборот, растения имеют более высокий рост и хорошее развитие.

Характер развития ирригационной эрозии изучали методом закладки временных стоковых площадок на посевах различных сельскохозяйственных культур, расположенных в Алазано-Агричайской долине. Испытывали влияние нормы расхода воды и длины борозды на образование твердого стока и вынос основных питательных веществ (табл. 3). Так, при расходе воды 0,1 л/с смыв почвы составляет 1,50 т/га, при расходе воды 0,2 л/с — 4,96 т/га. Жидкий сток соответственно равен 90 и 160 м³/га.

Таблица 3. Влияние расхода воды на твердый сток и вынос питательных веществ

Культура	Крутизна склона	Способ полива	Расход воды, л/с	Твердый сток, кг/га	Вынос питательных веществ, кг/га	
					гумус с твердым стоком	калий с жидким стоком
Табак	5°	Бороздовый	0,1	1 500	24,0	1,71
	5°		0,2	4 960	99,2	3,2
	5°		0,4	6 300	237,2	25,2
	5°		0,8	20 700	414,4	46,4
Кукуруза	5°	>	Напуском	5 800	151,0	61,0
	5°		0,4	1 700	37,0	38,0
	5°		0,8	3 400	88,4	38,0
Озимая пшеница	3°	По полосам	Напуском	2 200	43,0	131,0
	3°		0,4	830	16,0	10,0
	3°		0,8	2 200	48,0	45,0
Люцерна	5°	>	Напуском	1 960	39,0	15,0
	5°		0,4	411	8,0	29,0
	5°		0,8	1 420	28,0	13,0

Изучение влияния длины борозды на сток и смыв почвы показало, что увеличение длины борозды при одинаковом расходе воды соответственно увеличивает жидкий и твердый сток.

Так, при одном поливе и расходе воды 0,6 л/с при длине борозды 10 м жидкий сток составляет 274 м³/га, твердый сток — 8,54 т/га. При длине борозды 20 м жидкий сток равен 409 м³/га, твердый сток — 13,25 т/га, при длине борозды 30 м соответственно 480 м³/га и 19,30 т/га.

Установлено, что при посадке табака поперек склона смыв почвы заметно уменьшается.

Как показывают анализы химического состава воды и смытой при поливе почвы, в связи с повышением расхода воды вынос гумуса, калия и других питательных элементов значительно увеличивается. Так, если при расходе воды 0,8 л/с (полив табака) с твердым стоком смывается 414 кг/га гумуса, то при расходе воды 0,1 л/с количество смытого гумуса составляет только 24 кг/га. Такая закономерность потерь гумуса наблюдается при поливе и других культур.

Развитие ирригационной эрозии на посадках табака и других культур сказывается на их урожайности. Урожайность табака при расходе воды 0,1 л/с составила 35 ц/га, при расходе воды 0,8 л/с — 17 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Влияние расхода воды на урожайность различных сельскохозяйственных культур

Культура	Сорт	Расход воды, л/с	Средняя урожайность, ц/га
Табак	Иммунный	0,1	35
		0,2	28
		0,4	22
		0,8	17
		Напуском	31
Кукуруза	Краснодарская	0,4	54
		0,8	38
		Напуском	17
Озимая пшеница	Кавказ	0,4	23
		0,8	19
		Напуском	23
Люцерна	АзНИХИ 262	0,4	100
		0,8	67

Борьбу с ирригационной эрозией в Алазано-Агричайской долине следует осуществлять в двух направлениях: повышение сопротивляемости почвы смыву путем окультуривания эродированных земель и создание водопрочной структуры и высокой водопроницаемости.

Для этого необходимо вести правильное чередование посевов пропашных с многолетними травами, а также применять полимеры.

Авторами установлено, что возделывание однолетней люцерны на почвах, подверженных ирригационной эрозии, заметно повышает содержание гумуса как в смытой, так и в несмытой частях склона; в пахотном горизонте склона соответственно увеличивается и содержание азота.

Значительно увеличивается содержание водопрочных агрегатов почвы по сравнению со старовспашкой. Если на старовспашке количество водопрочных агрегатов размером более 1 мм составляло в верхнем горизонте 31,20%, то по пласту однолетней люцерны оно было равно 71,20%.

По пласту люцерны скорость движения воды по сухой борозде значительно уменьшилась.

Вынос твердого стока в пласту однолетней люцерны в 3...5 раз меньше, чем на фоне старовспашки.

Исследования, проведенные авторами, показали, что применение структурообразователей (латекс, полимер К-4) способствует повышению сопротивляемости почвенных частиц и уменьшению ирригационной эрозии.

При применении латекса из расчета 300 кг/га жидкий сток с делянки уменьшился на 2,3%, при внесении латекса из расчета 500 кг/га — на 7%. В связи с уменьшением жидкого стока происходит сокращение твердого стока на 8,8% при внесении латекса из расчета 300 кг/га и на 8,6% при внесении латекса из расчета 500 кг/га. Общий смыв почвы составил на контрольном варианте 23,18 т/га, при внесении латекса 300 кг/га — 20,83 т/га, при внесении латекса 500 кг/га — 20,90 т/га.

Препарат К-4 вносили на поверхность почвы из расчета 300 и 500 кг/га. Опыты показали, что внесение полимера К-4 из расчета 300 кг/га менее эффективно, чем из расчета 500 кг/га.

При внесении полимера К-4 в дозе 500 кг/га жидкий сток уменьшился на 4,9%, коэффициент стока — на 6,7%.

Важнейшими условиями предупреждения ирригационной эрозии почв при бороздковом поливе в условиях Алазано-Агричайской долины являются тщательная планировка поверхности полей, правильный подбор эле-

ментов техники полива, точная дозировка воды в борозде с помощью сифонных трубок, гибких шлангов и др.

УДК 631.432.2 : 624.131.23 (575.3)

ПРОСАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ ТАДЖИКИСТАНА

А. Х. ХАЛИКОВ, кандидат сельскохозяйственных наук

Х. О. ОЛИМОВ

Таджикский научно-исследовательский институт почвоведения

И. П. МОЧАЛОВ, кандидат технических наук

*Всесоюзный научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации*

Перспективы развития ирригации в Таджикистане связаны с освоением склоновых участков, сложенных в большинстве случаев лессовыми грунтами, легко размываемыми и потенциально способными к проявлению просадочных деформаций.

Геоморфологические и литолого-генетические условия этих массивов определяют возможность при ирригации проявления и интенсивного развития ряда других инженерно-геологических процессов: ирригационной эрозии, нарушения устойчивости склонов, оползневых явлений, химической и механической суффозии, проявления карста. Этим процессам в известной степени будут благоприятствовать просадочные явления и сейсмическое воздействие, определяющее образование сейсмических трещин. Сейсмическому воздействию способствуют: резкое падение прочности структурных связей при увлажнении; просадка и связанное с этим перераспределение напряжений в массиве грунта; анизотропия по водопроницаемости; возникновение растягивающих напряжений при увлажнении в процессе просадочных деформаций.

В большинстве случаев покровные отложения склоновых участков представлены лессовыми грунтами эолового, эолово-делювиального и пролювиального происхождения различной мощности.

Исследования динамики увлажнения под орошаемыми полями и площадных просадочных деформаций

проводили в течение пяти лет на четырех опытно-производственных участках Яванской долины с характерным для рассматриваемого региона литолого-генетическим комплексом. Общая площадь всех участков около 6 га.

Цель натурных исследований — получение характеристики проявления площадных просадочных деформаций (величины и неравномерности) в зависимости от условий и объемов водоподачи.

Грунты зоны аэрации участков характеризуются следующими свойствами. Гранулометрический состав определяется значительным диапазоном изменения глинистой фракции, содержание которой меняется от 7 до 30%, но в подавляющем большинстве находится в пределах 7...15%. Преобладают в грунтах пылеватые частицы (0,05...0,02), содержание которых колеблется в пределах 65...95%, при этом крупная пыль составляет 60...65%. Средняя величина числа пластичности равна 9%, влажность на пределе раскатывания — в среднем 21%.

Содержание солей в вертикальном разрезе неодинаково. До глубины 10 м содержание водорастворимых солей не превышает 0,1%, а с глубиной 11 м возрастает. В составе водорастворимых солей преобладают сульфаты кальция и магния.

До глубины 20 м объемная масса скелета грунта изменяется в пределах 1,20...1,35 г/см³, а пористость составляет 50...56%. Глубже 20 м объемная масса скелета увеличивается от 1,36 до 1,60 г/см³, а пористость уменьшается до 43,5%. Естественная влажность в пределах верхней 18—20-метровой толщи изменяется в пределах 4...7%.

Структура порового пространства зоны аэрации характеризуется наличием значительного объема «активной» пористости (до 20% от объема общей пористости), которая определяет активность переноса свободной влаги. Коэффициент фильтрации по данным лабораторных определений изменяется от 1 до 0,1 м/сут на глубине 0...20 м и 0,1...0,08 м/сут до глубины 30 м.

Основной особенностью грунтов является их существенная просадочность. По данным Таджикгипроводхоза, при замачивании котлованов просадки достигали 1,5...2 м. Максимальные значения относительной просадочности при природном давлении составляют

5...8%, а при дополнительной нагрузке 0,2 МПа — 10...12%.

Подлессовые суглинки характеризуются высокой плотностью, пористость не превышает 40%. Эти суглинки могут явиться относительным водоупором при ирригационном освоении территории.

Опытные объекты располагались на массивах орошения, характеризующихся различной мощностью просадочной толщи, а именно: под первым участком она составляла 30 м, под вторым — до 40, под третьим — 20, под четвертым — 10...12 м.

Объем водоподачи на опытно-производственных участках при проведении исследований контролировался посредством треугольного и трапецеидального водосливов, установленных в начале и конце опытного поля.

Наблюдение за изменением влажности грунта в период поливов осуществлялось путем систематического разбуривания основания опытных полей до глубины 6 м в трех точках каждого опытного поля (по краям и в середине) до и после производства полива.

Наблюдение за динамикой влажности грунта зоны аэрации под опытно-производственными участками проводилось радиометрированием по закрепленным радиометрическим скважинам.

Величины проявленных площадных деформаций в течение исследований определялись путем проведения нивелировочной и мензульной съемок поверхности опытных участков в начале и конце каждого вегетационного периода.

При определении объемов и условий водоподачи предполагалось получение различной интенсивности промачивания, при этом менялись оросительные и поливные нормы и число поливов, обеспечивалось равномерное распределение поданной воды по площади опытно-производственного участка. Объемы водоподачи за вегетационные периоды колебались в пределах 4000...18 000 м³/га (нетто), число поливов соответственно 2...5 (рис. 1).

Интенсивность промачивания при данных условиях водоподачи, определяемая по приращению влажности грунта в сравнении с естественной, по результатам систематического радиометрирования, достигала в среднем 5 м в год (рис. 2).

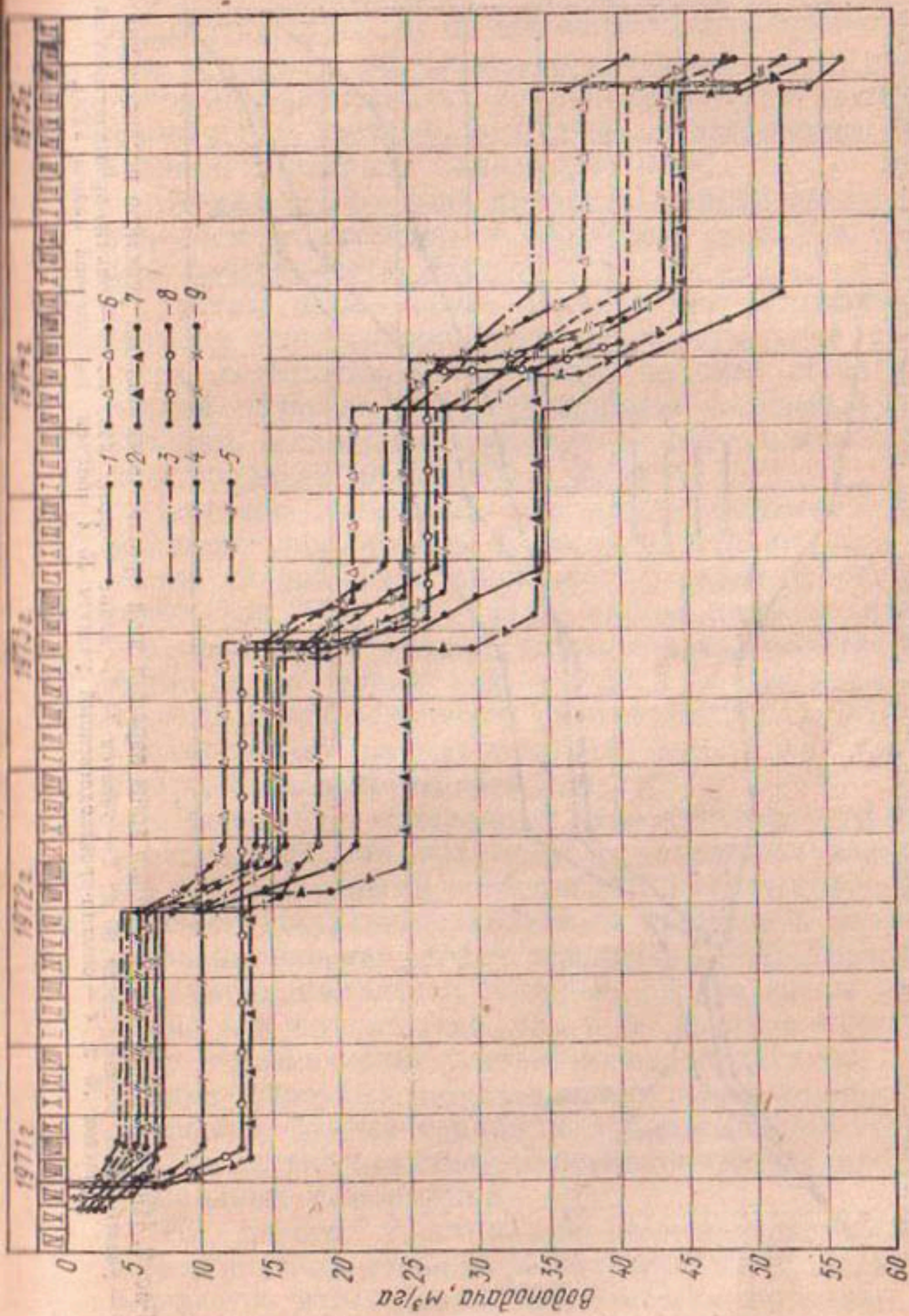


Рис. 1. Характеристика водопдачи на опытно-производственных участках:
 участок № 1 (длина борозд 80 м): 1 — поливной трубопровод; 2 — ок-арык; участок № 1
 (длина борозд 120 м): 3 — поливной трубопровод; 4 — ок-арык; 5 — поливной трубопровод; 6 — ок-арык; 7, 8, 9 — опытно-произ-
 водственные участки соответственно № 2, 3, 4.

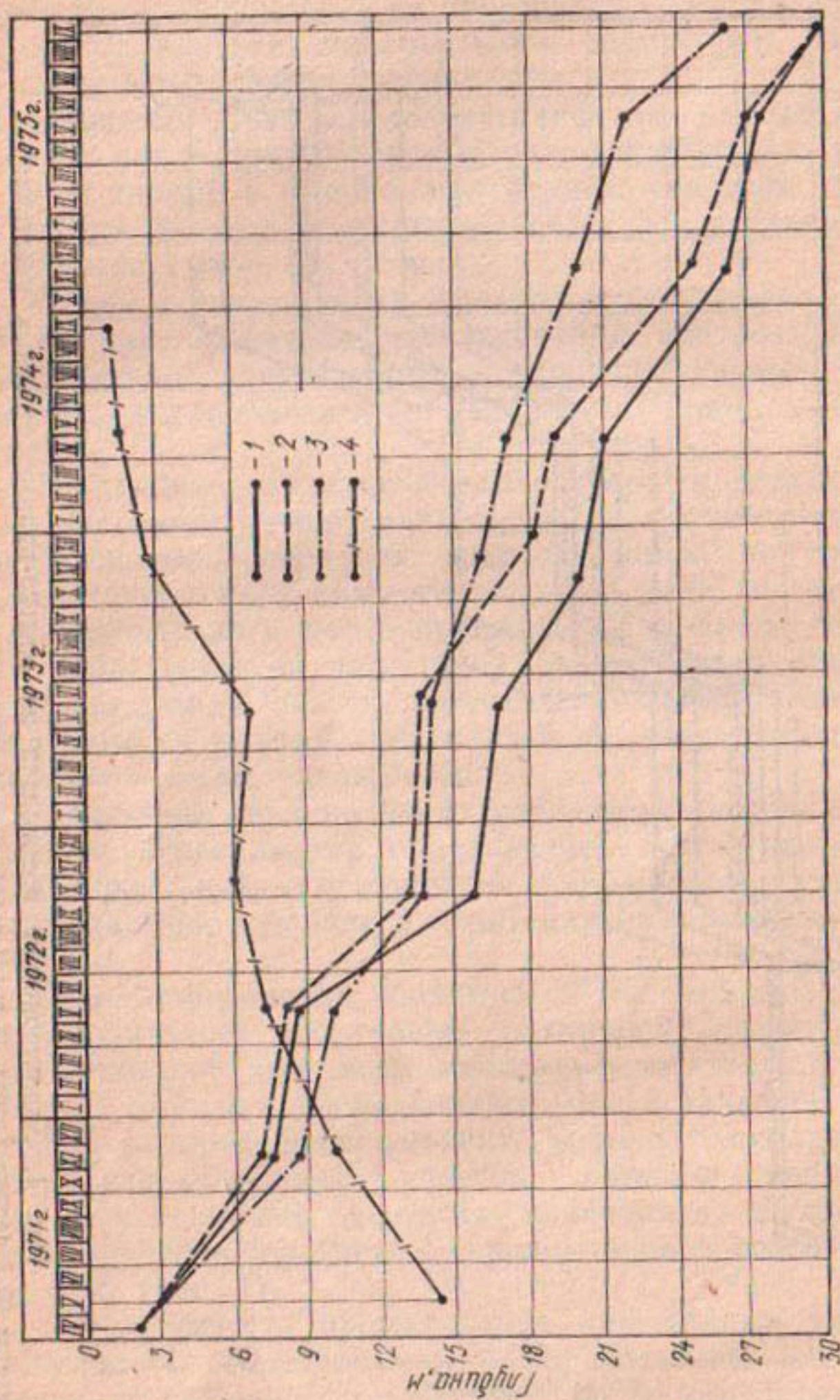


Рис. 2. Интенсивность промачивания зоны аэрации под орошаемыми полями участков исследований:
 1 — участок № 1, длина борозд 80 м; 2 — участок № 1, длина борозд 120 м; 3 — опытно-производственный
 участок № 2; 4 — опытно-производственный участок № 4 (подъем капиллярной каймы УГВ).

При этом в пределах формировавшегося поля влажности можно выделить три зоны. Первая зона — зона активного влагообмена — расположена в верхнем слое мощностью до 3...4 м. Влажность почвогрунта в этой зоне в течение вегетационного периода, в зависимости от числа поливов и их нормы, меняется в пределах от влажности, близкой к полной влагоемкости ПВ, до влажности разрыва капилляров ВРК.

Вторая зона — зона транзита — характеризуется увеличением во времени, ее влажность близка к наименьшей влагоемкости НВ.

Третья зона — зона аккумуляции — смещается во времени вниз; приращение влажности в ее пределах сверх естественной происходит за счет стекания свободной воды по микротрещинам и вертикальным каналам. Влажность почвогрунта в этой зоне находится в пределах между НВ и ВРК.

Питание грунтовых вод оросительными водами в условиях мощной зоны аэрации наступает после достижения второй зоны капиллярной каймы уровня грунтовых вод. При этом наблюдается лишь незначительное увеличение влажности в пределах самой транзитной зоны, в то время как основной объем воды, поступающей в эту зону, идет на пополнение грунтовых вод. Интенсивность их подъема (см. рис. 2, участок № 4) в этом случае превышает 2 м в год.

Проявление площадных просадочных деформаций определяется как объемами и условиями водоподачи, так и структурными особенностями грунтов орошаемого массива. Наличие ослабленных участков в верхних горизонтах массива, ходов землероев, микротрещин, вертикальных каналов, которые распределены неравномерно как по площади, так и по глубине массива, наряду с различными условиями водоподачи по площади (длине борозды) обуславливает неравномерность увлажнения (промачивания и водонасыщения грунта) и как следствие величину и неравномерность проявления площадных деформаций.

На первом участке, где производилось в течение вегетационного периода не менее четырех поливов, наблюдается относительно равномерное по годам проявление деформаций. Исключение составляют деформации участков № 4 и № 5 в 1973 г., когда было допущено образование площадок затопления, что обусло-

вило повышение интенсивности промачивания и неравномерность деформации. В большей степени неравномерность деформаций проявляется на участках № 2 и № 3, где оросительная норма по годам подавалась в два полива. Незначительные деформации на участке № 4 обуславливаются малой мощностью зоны аэрации и повышенным водонасыщением грунта в ее пределах на момент начала эксперимента.

При подготовке к освоению под орошение приадырных и адырных территорий Таджикистана, покровные отложения которых в большинстве случаев представлены просадочными грунтами, необходимо дополнительно учитывать ряд специфических условий, определяющих их поведение при искусственном увлажнении. К таким условиям следует отнести:

- повышенное воздействие физического выветривания, характеризующееся наличием ослабленных участков, площадь которых увеличивается с увеличением крутизны склона и будет определять повышенную проницаемость, суффозионную неустойчивость и размываемость грунтов;

- неравномерность по высоте склона просадочных свойств грунтов;

- наличие погребенных уплотненных и дренирующих горизонтов, имеющих уклоны к основанию склона, по которым может происходить перемещение оросительной воды в сторону дневной поверхности;

- изрезанность рельефа, крутизна и экспозиция склона.

Отмеченные обстоятельства будут определять более неблагоприятные условия увлажнения и проявления площадных просадочных деформаций, кроме того, эти деформации будут способствовать проявлению и развитию других неблагоприятных процессов: ирригационной эрозии, суффозии, нарушению устойчивости склона, которые весьма затруднят освоение массива.

Поэтому обоснование ирригационного освоения таких массивов должно обязательно сопровождаться типизацией склоновых участков по литолого-генетическим и геоморфологическим комплексам.

Каждому из выделенных типов должны соответствовать определенные требования по объемам, условиям водоподачи и технике полива.

НОВАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ

Г. Е. ФОМИН, кандидат технических наук

*Всесоюзное научно-производственное объединение
по механизации орошения «Радуга»*

В настоящее время нашли широкое распространение закрытые оросительные системы, преимущество которых общеизвестно. Периодичность в работе трубопроводов, аэрация воды, сосредоточенный водозабор создают условия для частого возникновения в закрытых оросительных сетях гидравлических ударов, которые остаются основной причиной аварий трубопроводов.

Полевыми исследованиями ВНИИМиТП в 1973—1976 гг. на Суворовской, Каховской, Поволжской и других оросительных системах установлено, что в среднем от гидравлических ударов ежегодно разрушается до 3% асбестоцементных и 1,5% чугунных труб и их соединений. Динамическое повышение давлений в трубопроводах при переходных гидравлических режимах и гидравлических ударах достигает 1,5—2 значений установленного рабочего давления. Эти данные согласуются с результатами исследований УкрНИИГиМ, ВолжНИИГиМ и других институтов.

В сложных оросительных системах с разветвленной внутрихозяйственной сетью и большими геодезическими перепадами местности возникают значительные отклонения от оптимальных условий работы трубопроводной сети и самих дождевальных машин и поливного оборудования.

Например, исследованиями на Каховской оросительной системе установлено, что 56,8% сменного времени дождевальные машины «Фрегат» работают на пониженных (0,5—0,69 МПа) напорах на гидрантах, 36,5% — на повышенных напорах (0,71—1,05 МПа) и лишь 6,7% времени машины работают в оптимальном для них режиме (0,70 МПа).

Особую опасность представляют гидравлические удары и статические повышения давлений в оросительных сетях с большой протяженностью водопроводящих трубопроводов при сложном рельефе, когда образуется

большой противоток в результате аварийных и технологических остановок насосных станций и из-за скопления воздушных объемов в изломах трубопроводов.

Таким образом, для надежной и экономичной работы закрытых оросительных систем и улучшения условий их эксплуатации необходимо создавать такие условия, которые исключали бы возможность повышения давления, опасного для целостности трубопроводов и дождевальных машин и нарушающего заданный режим полива. В значительной степени такие условия работы достигаются применением комплекса запорной, регулирующей и предохранительной арматуры, разработка которой ведется в ВНПО «Радуга», ВНИИ «ВОДГЕО», УкрНИИГиМ, ГрузНИИГиМ и на ряде предприятий других ведомств.

В настоящее время выпускается промышленностью разработанная ВНПО «Радуга» арматура: мелиоративная задвижка-обратный клапан ЗКМ-200, дисковый затвор Ду-200 с редуктором, противоударное устройство КЗГ-120. Начат выпуск предохранительно-сбросного устройства ПСУ-100. Находятся в стадии разработки и испытания опытные образцы регулятора давления на базе дискового затвора.

Задвижка-обратный клапан мелиоративная ЗКМ-200 совмещает в одном корпусе запорный орган и обратный клапан, предназначена для установки на напорных линиях насосных станций, в узлах ответвлений разводящей оросительной сети в качестве ремонтных задвижек и для образования технологических участков на водопроводящих трубопроводах при больших перепадах высот.

В конструкцию ЗКМ-200 входит сварной корпус с наклонной перегородкой, эксцентрично прикрепленный к крышке корпуса, клапан и рычажно-винтовой механизм привода. Кинематическая схема рычажно-винтового механизма обеспечивает плавное снижение скорости закрытия клапана, что предотвращает возникновение гидравлического удара в сети. Привод механизма клапана снабжен устройством для пропуска воды в обратном направлении для опорожнения трубопровода в межполивной период.

В отличие от широко применяемых в оросительных системах задвижек типа «Лудло» задвижка-обратный клапан ЗКМ-200 унифицирована, имеет в 2 раза мень-

шую массу, удобна в техническом обслуживании (механизм привода смонтирован на внутренней поверхности крышки корпуса), требует незначительного усилия на открытие и закрытие, не подвергается размораживанию, имеет малое местное гидравлическое сопротивление.

Техническая характеристика ЗКМ-200

Герметичность	III класс
Условный проход, мм	200
Условное давление, МПа	1,2
Усилие на закрытие, Н	150
Габариты, мм:	
длина	525
ширина	347
высота	635

Дисковый затвор Ду-200 с редуктором предназначен для перекрытия и регулирования потока оросительной воды в трубопроводах. Дисковый затвор Ду-200 компактный, легкоуправляемый в работе, имеет указатель с четырьмя делениями, позволяющий фиксировать площадь проходного сечения. В конструкцию Ду-200 входит литой корпус, резиновое уплотнение по корпусу, поворотный диск и червячный редуктор для поворота диска в корпусе. Кинематическая схема червячного редуктора обеспечивает плавное открытие и закрытие поворотного диска, что снижает возможность возникновения гидравлического удара в оросительном трубопроводе.

Дисковый затвор Ду-200 с редуктором может устанавливаться в колодцах и бесколодезным способом.

Техническая характеристика затвора Ду-200 мм

Герметичность	III класс
Условный проход, мм	200
Условное давление, МПа	1,6
Усилие на открытие, Н	150
Габариты, мм:	
длина	160
ширина	260
высота	410
Масса, кг	23,3

Дисковый затвор Ду-200 с гидроприводом предназначен для установки в качестве запорного и регулирующего органа на трубопроводах оросительных систем, главным образом в блоке внешней защиты дож-

девальной машины «Фрегат» взамен применяемой задвижки с гидроприводом.

При использовании поворотного затвора в качестве запорного органа системы аварийной электрической защиты «Фрегата» работа гидравлического привода осуществляется следующим образом: затвор устанавливают на подводящем трубопроводе перед неподвижной опорой, электрогидрореле осуществляет реверсивное переключение гидропривода, полости которого соединены с напорным трубопроводом закрытой сети.

Применение новой системы внешней электрозащиты «Фрегата» на основе дископоворотного затвора ДУ-200 с гидроприводом экономит металл в 5 раз, расширяет диапазон эффективного регулирования в 3 раза, исключает возможность гидравлического удара в трубопроводах и самой дождевальной машине, улучшает компоновку узла защиты и условия ее эксплуатации.

Техническая характеристика затвора с гидроприводом

Условный проход, мм	200
Условное давление, МПа:	
минимальное	0,3
максимальное	1,2
Максимальный вращающий момент, Н	30
Габариты, мм:	
длина	470
ширина	230
высота	400
Масса, кг	26

Противоударное устройство КЗГ-120 предназначено для защиты трубопроводов оросительных систем от гидравлического удара, начинающегося с волны как повышенного, так и пониженного давления. Его также можно кратковременно использовать в качестве ограничителя максимально допустимого статического напора в сети. В корпус КЗГ-120 вмонтирован вантуз с отверстием 35 мм для автоматического впуска и выпуска воздуха из трубопроводной сети.

Противоударное устройство КЗГ-120 при динамическом повышении напора в трубопроводе оросительной сети снимает избыточное давление кратковременным выбросом воды. При плавном повышении напора в сети до максимально допустимого КЗГ-120 автоматически переключается в режим работы предохранительного клапана.

Устанавливается КЗГ-120 на поверхности, в любой точке оросительной сети, предусмотренной проектом.

Техническая характеристика КЗГ-120

Рабочее давление, МПа	0,1...1,2
Пределы регулирования давления при работе в режиме предохранительного клапана, МПа	0,6...1,6
Настройка клапана на необходимое давление	Автоматическая
Расход воды в трубопроводе, л/с	60...120
Масса клапана, кг	31
Габариты, мм	600×560×520

Предохранительно-сбросное устройство ПСУ-100 предназначено для защиты трубопроводов оросительной сети от повышенных давлений, вызванных техническими или технологическими остановками отдельных дождевальных машин при их групповой работе. Установлено может быть на обводной линии у насосной станции, имеющей насосы с крутой характеристикой, при давлениях до 1,2 МПа.

Разработано три типоразмера предохранительно-сбросного устройства на диаметр условного прохода 80, 100 и 150 мм. ПСУ-100 оборудовано управляющим датчиком давления, унифицированным по всем типоразмерам. При установке на сети предохранительно-сбросное устройство комплектуется с дальнеструйным дождевальным аппаратом (марки ДД-30, ДД-50 или ДД-80), который служит для равномерного распределения сбрасываемой воды на прилегающую к нему площадь без образования стока и размыва почвы.

При установке предохранительно-сбросного устройства ПСУ-100 на обводной линии насосной станции на сбросе воды в водоисточник необходимость в комплектации дальнеструйным аппаратом отпадает.

Управление ПСУ-100 гидравлическое, включается в работу автоматически.

Предохранительное сбросное устройство ПСУ-100 может быть применено на оросительных системах в качестве ограничителя статического давления.

Анализируя возможность применения разработанных типов запорной, предохранительной и регуливающей арматуры для оросительных систем в сложных геодезических условиях, имеющих разветвленную сеть и

Техническая характеристика ПСУ

	Типоразмер I	Типоразмер II	Типоразмер III
Условный проход, мм	80	100	150
Настройка регулирующего клапана	Ручная	Ручная	Ручная
Пределы регулирования, МПа	0,6...0,9	0,6...0,9	0,6...0,9
Объем сброса, осуществляемого дождевальным аппаратом времени, л/с	30	50	80
Габариты (с дождевальным аппаратом), мм:			
длина	1250	1300	1550
ширина	450	500	650
высота	300	350	400
Масса, кг:			
без дождевального аппарата	21	22	29
с дождевальным аппаратом	36	39	49

длинные водопроводящие трубопроводы, можно сделать следующие выводы:

рационально применять задвижку-обратный клапан ЗКМ-200 в качестве автоматического запорного органа при обратном токе поливной воды в трубах, вызываемом технологическими и аварийными остановками насосных станций, для уменьшения величины гидравлического удара, ликвидации опасности разрыва сплошности потока и для разделения оросительной сети на ремонтные участки;

целесообразно применять вместо серийно выпускаемой арматуры дисковый поворотный затвор Ду-200 с редуктором, который имеет значительно меньшую массу и рассчитан на более высокое рабочее давление (до 1,6 МПа);

противоударное устройство КЗГ-120 и предохранительное-сбросное устройство ПСУ-100 необходимо для: локализации гидравлических ударов в местах их возникновения у тупиков, в местах установки обратных клапанов, резких вертикальных изгибов трассы трубопроводов и т. д. (КЗГ-120);

автоматического сброса поливной воды при статических и динамических перегрузках трубопроводов, возникающих при технологических и аварийных остановках поливных машин и оборудования, с целью повысить надежность работы оросительных сетей и создать в них оптимальные гидравлические режимы (ПСУ-100).

СОДЕРЖАНИЕ

Районирование орошаемых земель в Армянской ССР по применению целесообразных способов и техники полива. <i>Е. С. Акопов</i>	3
Техника дождевания в горных условиях. <i>Д. М. Кервалишвили</i>	16
Дождевание сельскохозяйственных культур на склоновых землях. <i>Н. И. Рычков</i>	21
Орошение дождевальной машиной «Фрегат» участков со сложным рельефом. <i>А. В. Угрюмов, В. Г. Луцкий, А. И. Рязанцев</i>	28
Двухступенчатая гидروимпульсная система управления многозонным стационарным дождеванием для орошения на склоновых землях. <i>А. И. Козлов, Е. П. Олефир, Г. А. Пареев</i>	33
Технические средства импульсного дождевания горных склонов. <i>В. Ф. Носенко, А. М. Шарко, И. М. Гониади, А. В. Боровенников</i>	41
Технология самотечного полива в горных условиях. <i>В. М. Буачидзе</i>	56
Исследование техники полива в предгорных районах Таджикистана. <i>Г. Ю. Шейкин, В. И. Канардов, В. Б. Гордеев, Н. П. Митянин</i>	61
Проектирование оросительной сети на склонах. <i>А. Г. Назарян</i>	66
Орошение земель на склонах предгорных районов Ферганской долины. <i>В. А. Сурин</i>	73
Опыт применения закрытой оросительной сети на пологих склонах адыров в Узбекской ССР. <i>О. С. Садыков</i>	82
Агрегат для самотечного полива в горных условиях. <i>М. Л. Толчинский</i>	85
Приемы улучшения бороздкового полива на склоновых землях. <i>Н. К. Нурматов, А. Г. Гуломджанов</i>	88
Система капельного орошения интенсивных садов и виноградников в Украинской ССР. <i>И. П. Орел, Д. Н. Семаш</i>	94
О расчете параметров капельниц. <i>И. А. Матсон</i>	99

О допустимом пределе смыва почвы при поливах. Е. С. Акопов	104
Террасирование эродированных склонов под многолетние на- саждения и пути окультуривания почв полотна террас в условиях Азербайджанской ССР. К. С. Рагимов	108
Ирригационная эрозия в Алазано-Агричайской долине (Азер- байджанская ССР) и научные основы борьбы с нею. Х. М. Мустафаев, С. М. Нуруллаев	114
Просадочные явления при орошении в предгорных районах Таджикистана. А. Х. Халиков, Х. О. Олимов, И. П. Мо- чалов	120
Новая арматура для оросительных сетей при сложном релье- фе. Г. Е. Фомин	127
Рефераты статей, опубликованных в сборнике «Орошение в горных условиях», 1981	135

РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В СБОРНИКЕ «ОРОШЕНИЕ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ», 1981

УДК 631.674.0

Акопов Е. С. РАЙОНИРОВАНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В АРМЯНСКОЙ ССР ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СПОСОБОВ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 3.

Описаны требования, предъявляемые к экономически целесообразным способам и технике полива. Показаны условия и структура поливных участков в сельскохозяйственных зонах республики, районирование орошаемых земель по применению наиболее целесообразных способов и рациональных элементов техники полива; основные недостатки систем орошения, применяемых способов и техники полива; основные климатические характеристики по зонам и их влияние на полив. Предложены мероприятия по борьбе с ирригационной эрозией почв.

Таблиц 6.

УДК 631.347

Кервалишвили Д. М. ТЕХНИКА ДОЖДЕВАНИЯ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 16.

Рассмотрена наиболее приемлемая стационарная система дождевания в горных условиях; обоснованы и приведены рабочие параметры рекомендуемых дождевальных аппаратов. Изложены основные требования и особенности дождевания на больших уклонах.

Таблица 1. Иллюстрация 1.

УДК 631.674.5

Рычков Н. И. ДОЖДЕВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 21.

Описаны способы орошения склоновых земель, рекомендована техника полива для орошения сельскохозяйственных культур.

Таблиц 2.

УДК 631.347:631.674.5

Угрюмов А. В., Луцкий В. Г., Рязанцев А. И. **ОРОШЕНИЕ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНОЙ «ФРЕГАТ» УЧАСТКОВ СО СЛОЖНЫМ РЕЛЬЕФОМ.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 28.

Рассмотрена новая модификация дождевальной машины «Фрегат» для полива сельскохозяйственных культур на землях со сложным рельефом. Дана краткая техническая характеристика, эксплуатационно-технологическая оценка машины. Приведены результаты исследований.

Иллюстрация 1.

УДК 626.820.1:631.674.5

Козлов А. И., Олефир Е. П., Параев Г. А. **ДВУХСТУПЕНЧАТАЯ ГИДРОИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МНОГОЗОННЫМ СТАЦИОНАРНЫМ ДОЖДЕВАНИЕМ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 33.

Дан анализ путей, повышающих надежность автоматизированных стационарных дождевальных систем с гидроимпульсным управлением. Предложена двухступенчатая гидроимпульсная система управления многозонным стационарным дождеванием. Рассмотрен принцип работы системы и ее элементов, а также преимущество по сравнению с однозонной системой.

Таблица 1. Иллюстраций 2.

УДК 631.347

Носенко В. Ф., Шарко А. М., Боровенников А. В., Гониади И. М. **ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ ГОРНЫХ СКЛОНОВ.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 41.

Дано описание серийно выпускаемого оборудования синхронного импульсного дождевания КСИД-10, являющегося модулем (блок-участком) для создания оросительных систем различной площади. Показаны опыт использования оборудования и эффективность его при орошении чайных плантаций на горных склонах. Приведены возможные варианты технических решений систем импульсного дождевания в зависимости от местоположения водосточника по отношению к орошаемому массиву.

Иллюстраций 9.

УДК 631.674.1

Буачидзе В. М. **ТЕХНОЛОГИЯ САМОТЕЧНОГО ПОЛИВА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 56.

На основании исследований предложен наиболее рациональный метод бороздкового полива на больших уклонах — контурное орошение. Приведены формулы для определения элементов техники полива при контурном орошении.

УДК 631.67

Шейнкун Г. Ю., Канардов В. И., Гордеев В. Б., Митянин Н. П. **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИКИ ПОЛИВА В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ ТАДЖИКИСТАНА.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 61.

Рассмотрены способы орошения для повышенных уклонов, схемы размещения сети для полива садов и виноградников. Описан перспективный способ орошения на крутых склонах — капельный.

УДК 626.820.001.2

Назарян А. Г. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА СКЛОНАХ.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 66.

Предложены принципиальная схема и конструкция оросительной сети для полива земель на крутых склонах. Описана технология орошения.

Иллюстраций 4.

УДК 631.6:626.8

Сури́н В. А. ОРОШЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ НА СКЛОНАХ ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНОВ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 73.

Рассмотрены способы и приемы совершенствования поверхностных самотечных поливов по бороздам на больших уклонах и крутых склонах: планировка поверхности, направление борозд, полив по уплотненным бороздам, оптимальные длины борозд и поливные струи, совершенная внутрихозяйственная сеть и эффективность ее внедрения.

Таблиц 3.

УДК 626.820.1

Сады́ков О. С. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ НА ПОЛОГИХ СКЛОНАХ АДЫРОВ В УЗБЕКСКОЙ ССР.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 82.

Показаны недостатки существующих оросительных систем и техники полива на адырных массивах. Описаны опыт применения и исследования на этих землях закрытой оросительной сети.

УДК 631.347:631.674.1

Толчи́нский М. Л. АГРЕГАТ ДЛЯ САМОТЕЧНОГО ПОЛИВА В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 85.

Приведены агротехнические требования горной модификации. Показаны технические характеристики и порядок работы ППА.

Таблица 1.

Линия отреза

УДК 633.511.626.83

Нурматов Н. К., Гуломджанов А. Г. ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ БОРОЗДКОВОГО ПОЛИВА НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 88.

Изложены существующие приемы улучшения бороздкового полива и результаты исследования полива склоновых земель с крутизной 1,5...12° по микробороздам, выполненным специальными катками, имеющими зигзагообразные выступы. Даны оптимальные значения ширины катка и коэффициента извилистости зигзагообразных выступов применительно к пропашным культурам, садов и виноградников. Дан анализ технико-экономических показателей.

Таблиц 4. Иллюстраций 2.

УДК 631.674.6

Орел И. П., Сёмаш Д. Н. СИСТЕМА КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ САДОВ И ВИНОГРАДНИКОВ НА УКРАИНЕ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 94.

Даны разработки технологии монтажа систем капельного орошения с поверхностным и подпочвенным расположением поливных трубопроводов. Проведены опыты по изучению эффективности капельного орошения при поливе садов и виноградников.

Таблица 1.

УДК 631.674.6.001.2

Матсон И. А. О РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ КАПЕЛЬНИЦ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 99.

Дана классификация капельниц. Приведены формулы расчета параметров капельниц.

Таблица 1. Иллюстрация 1.

УДК 631.674.0

Акопов Е. С. О ДОПУСТИМОМ ПРЕДЕЛЕ СМЫВА ПОЧВЫ ПРИ ПОЛИВАХ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 104.

Дан анализ результатов многочисленных опытов по смыву почвы при поливе. В результате исследований установлен допустимый предел смыва почвы.

Таблица 1. Иллюстрация 1.

УДК 628.36

Рагимов К. С. ТЕРРАСИРОВАНИЕ ЭРОДИРОВАННЫХ СКЛОНОВ ПОД МНОГОЛЕТНИЕ НАСАЖДЕНИЯ И ПУТИ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ ПОЧВ ПОЛОТНА ТЕРРАС В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ССР.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 108.

Рассмотрены способы террасирования эродированных склонов, приведены результаты исследований почвы полотна террас. Доказано, что для ускорения процесса окультуривания и повышения плодородия почвы полотна террас до и во время посадки плодовых культур необходимо проводить посев многолетних трав. Изложены результаты исследований по определению рентабельности и целесообразности применения террасирования эродированных малопродуктивных склонов в условиях Азербайджанской ССР.

УДК 628.36

Мустафаев Х. М., Нуруллаев С. М. ИРРИГАЦИОННАЯ ЭРОЗИЯ В АЛАЗАНО-АГРИЧАЙСКОЙ ДОЛИНЕ (АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ ССР) И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ БОРЬБЫ С НЕЮ.— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 114.

Описаны природные условия Алазано-Агричайской долины. Рассмотрено влияние ирригационной эрозии на урожайность сельскохозяйственных культур. Проведены исследования по применению структурообразователей для уменьшения почвенной эрозии.

Таблиц 4.

Длина отреза

УДК 631.432.2:624.131.23(575.3)

Халиков А. Х., Мочалов И. П., Олимов Х. О. **ПРОСАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ОРОШЕНИИ В ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ ТАДЖИКИСТАНА.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. М., 1981, с. 120.

Приведены результаты многолетних исследований по площадным деформациям и динамике влажности зоны аэрации при орошении в предгорных районах Таджикистана. Проявление площадных деформаций обусловлено условиями вододачи и структурными особенностями почвогрунтов орошаемого массива. Выделены три характерные зоны с различной степенью водонасыщения.

При подготовке к освоению под орошение приадырных и адырных территорий Таджикистана, покровные отложения которых в большинстве случаев представлены просадочными грунтами, предложено учитывать ряд специфических условий, определяющих их поведение при искусственном увлажнении.

Иллюстраций 2.

УДК 621.646:626—820

Фомин Г. Е. **НОВАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПРИ СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ.**— В кн.: Орошение в горных условиях/Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. 1981, с. 127.

Рассмотрен и рекомендован комплекс запорной, регулирующей и предохранительной арматуры для оросительных систем в сложных геодезических условиях, имеющих разветвленную сеть и длинные трубопроводы. Приведены технические данные.

ОРОШЕНИЕ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Заведующая редакцией *В. П. Орлова*

Редактор *Н. А. Саваренская*

Художественный редактор *А. И. Бершачевская*

Технические редакторы *Л. А. Бычкова, Е. В. Соломович*

Корректор *В. М. Русинова*

ИБ № 2586

Сдано в набор 17.02.81. Подписано к печати 24.06.81. Т-09405.
Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 3. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Усл. печ. л. 7,56. Усл. кр.-отт. 7,77. Уч.-изд.
л. 7,79. Изд. № 81. Доп. тираж 500 экз. Заказ № 3801. Цена
60 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос»,
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Типография им. Смирнова Смоленского облуправления изда-
тельств, полиграфии и книжной торговли, г. Смоленск,
пр. им. Ю. Гагарина, 2.