МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА
«САНИИРИ»

ТРУДЫ САНИИРИ

Выпуск 135

Новая техника в эксплуатации оросительных систем Средней Азии

ТАШКЕНТ — 1972

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИИ им. В. Д. ЖУРИНА
«САНИИРИ»

ТРУДЫ САНИИРИ

Выпуск 135

Новая техника в эксплуатации оросительных систем Средней Азии

ТАШКЕНТ — 1972

УДК 631.3 + 626.81 (575)

В сборнике отражены результаты научно-исследовательских работ по механизации и технике полива, выполненных в последние годы институтами САНИИРИ и КазНИИВХ.

В работах САНИИРИ содержатся сведения о поливной технике, применяемой в хлопководческих районах Узбекистана (новые мелиоративные машины, дальнеструйные дождевальные агрегаты, электронасосы и др., а также системы телемеханики и телеавтоматики на объектах гидромелиорации).

Работы КазНИИВХ отражают сведения о поливной технике, применяемой для полива сахарной свеклы и плодоводства Казахстана (импульсные дождевальные агрегаты, подземные выдвижные гидранты, гидроавтоматические устройства телеуправления водораспределением и агрегаты для проведения комбинированных поливов.

Научные рекомендации, приведенные в статьях, могут быть использованы проектными институтами и в практике эксплуатации поливной техники.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Ф. Н. Наджимов (отв. ред. САНИИРИ), Х. А. Ханов (отв. ред. ТуркменНИИГиМ), З. Беркалиев (отв. ред. КазНИИВХ), Р. А. Алимов, Х. А. Аскаров, К. И. Белоцерковский, Г. Г. Валентини, И. И. Горошков, Х. С. Карешев (КазНИИВХ), С. И. Кеберле, Н. Т. Лактаев, А. М. Мухамедов, У. Ю. Пулатов (зам. отв. ред.), А. А. Рачинский (зам. отв. ред.), И. Б. Хамадов, А. М. Шарко (КазНИИВХ), Х. И. Якубов.

Х.ЯКУБОВ, Л.КОРЕЛИС,
А.АБИРОВ.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА ПРИМЕРЕ СТАРОЙ ЗОНЫ ОРОШЕНИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ.

В условиях аридной зоны засоленные земли обычно развиты в естественно недренированных или слабодренированных районах, оптимальная дренированность в которых создается путем строительства искусственного дренажа. С этой целью в последние годы в отечественной практике мелиорации засоленных земель широко стали применять вертикальный дренаж.

Перспективными районами его внедрения в Узбекистане являются Голодная и Каршинская степи, Бухарская, Ферганская и Сурхандарьинская области (общая площадь I,5 млн. га). Только в пределах старой зоны орошения Голодной степи на площади около 350 тыс.га земель намечается строительство более II00 высокодебитных скважин с общим расходом системы 70-75 $м^3$/сек.

Бурные темпы развития этого типа дренажа требуют особого внимания к вопросам его эксплуатации. Вертикальный дренаж - наиболее совершенная и в то же время технически наиболее сложная система сооружений, эксплуатация которой требует подготовки высококвалифицированных кадров, знающих принципы работы комплекса электронасосного оборудования и создания мощной базы для осуществления своевременного ремонта этих механизмов. Но, если в Узбекистане накоплен определенный опыт проектирования и строительства вертикального дренажа, то по вопросам эксплуатации его еще недостаточно.

Эксплуатацию системы вертикального дренажа необходимо строго направить на решение главной задачи мелиорации засоленных земель - рассоление почво-грунтовой толщи

и опреснение верхнего слоя грунтовых вод. При рассолении почво-грунтов работу дренажа делят на два периода: мелиоративный (переходный), в котором наблюдается опреснение 3-3,5 метровой толщи почво-грунтов и верхней части грунтовых вод; эксплуатационный, когда происходит дальнейшее постепенное рассоление грунтов и грунтовых вод верхней части четвертичных отложений, т.е. покровного мелкозема. Это достигается путем строгого соблюдения режима откачек и проведения комплекса агро- и гидротехнических мероприятий, предусмотренных в проектном задании.

Оба периода отличаются друг от друга только своим режимом откачек, т.е. мощностью дренирования и продолжительностью работы скважин(причем, эксплуатационный период является продолжением мелиоративного). Режим откачки вертикального дренажа в старой зоне орошения Голодной степи определялся исходя из анализа существующего и перспективного (проектного) водно-солевого баланса территории с учетом ее литолого-гидрогеологических условий.

Водно-солевой баланс северо-восточной части Голодной степи по состоянию на 1962г. (принятый как характерный год, близкий по климатическим условиям к среднемноголетнему), по данным САНИИРИ, складывался отрицательно (по типу медленного рассоления земель), а северо-западной части - положительно (по типу накопления солей)(табл.1). Величина суммарного испарения в северо-восточной части изменялась в пределах 75-80%, а северо-западной части - 85-90%, а отток по коллекторно-дренажной сети соответственно составляет 20-25 и 2,7-5% от всего поступления поверхностных вод.

В соответствии с этим вынос солей на землях северо-восточной части Голодной степи, где было построено 60-65% проектной протяженности (14-18 пог.м/га), горизонтального дренажа, составлял 3,5-5,0 т/га. При таком темпе выноса легкорастворимых солей рассоление 3-5 метрового слоя почво-грунтов, в котором сосредоточен основной их запас (до 700-900 т/га), возможен только через 50-60 лет, что подтверж-

Таблица I.

Водно-солевой баланс отдельных массивов старой зоны орошения Голодной степи за 1962г. (исходное положение).

Статьи баланса	массивы, тыс. га		
	северо-восточная часть. 159: КЗИ=0,57	Пахтааральский - 74 : КЗИ = 0,66	Кировский и Джетысайский 97,5 : КЗИ=0,64
I. Водный баланс, $м^3$/га			
Приход:			
I) атмосферные осадки	2500	2326	2326
2) водоподача	7121,5	3845,0	4050,0
3) потери на фильтрацию	1716,0	2580,0	3615,0
4) подземный приток	1308,0	343,0	439,0
ИТОГО	12645,5	9094,0	10430,0
Расход:			
I) испарение и транспирация	8970,0	9080,0	8558,0
2) отвод по КДС	3564,5	404,0	283,0
3) подземный отток	-	-	978,0
ИТОГО	12534,0	9484,0	9819,0
Изменение запасов гр.вод	+111,5	-390,0	-611,0
II. Солевой баланс, т/га			
Приход:			
I) с оросительной водой	8,8	5,1	6,1
2) с подземным притоком	1,9	1,7	1,2
ИТОГО	10,7	6,8	7,3
Расход:			
I) отвод по КДС	14,2	1,6	1,3
2) с подземным отток	-	-	2,1
ИТОГО	14,2	1,6	3,4
РАЗНИЦА	- 3,5	+ 5,2	+ 3,9

дается данными солевой с"емки Узгипроводхоза по Шурузякскому массиву.

Таблица 2.

Динамика засоленных земель Шурузякского массива.

Степень засоления	1952		1958		1966	
	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Слабозасоленные	32,0	47,0	39,9	58,4	40,9	60,0
Среднезасоленные	7,6	II,I	II,2	I6,4	I3,6	I9,9
Сильнозасоленные	I3,6	I9,8	II,7	I7,I	9,6	I4,0
Солончаки	I5,0	2I,8	5,5	8,I	2,6	3,8
Озера и болота	0,2	0,3	0,I	0,I	I,7	2,3
ИТОГО	68,4	I00	68,4	I00	68,4	I00

Отсюда ясно видно, что часть площади, переходящей от одной категории земель по степени засоления к другой за I958–I966гг. изменяется в пределах от I до 4,3% (табл.2), хотя к I966 году на Шурузякском массиве уже было построено 22 пог.м/га открытой коллекторно-дренажной сети, из которой около 50% имели проектную глубину.

Такое положение об"ясняется главным образом недостаточной дренированностью покровного мелкозема и напорностью подземных вод.

Напор подземных вод на большей части Голодной степи устанавливается на 0,5–I,0м и только вблизи крупных каналов, а также на отдельных массивах северо-западной части, где низкие значения коэффициента земельного использования (КЗИ $<$ 0,5), он вскрывается несколько ниже уровня грунтовых

вод. В этих условиях горизонтальный дренаж не может полностью снять напор, т.е. восходящие токи подземных вод, которые являются основной причиной накопления запасов солей в покровных мелкоземах, а только несколько его ослабляют.

На тех массивах северо-западной части Голодной степи, где протяженность горизонтального дренажа меньше I0-I5 пог.м/га, наблюдается накопление запасов солей (табл.I) даже при КЗИ=0,6-0,65. Таким образом, к I962-I964гг. площадь земель, охваченных вторичным засолением, составляла 40-60% по отдельным массивам и 50,3% по всей старой зоне орошения Голодной степи (табл.3).

Таблица 3.

Некоторые показатели, характеризующие мелиоративное состояние староорошаемой зоны Голодной степи на I962-I966гг.

Показатели	массивы			
	северо-восточная часть	Пахтааральский район	Кировский и Джетысайский районы	ИТОГО
Общая площадь, тыс.га	2I0	74,05	97,5	38I,55
Среднегодовой уровень,гр.вод, м	I,5-2,5	I,5-2,0	2,0-2,5	
Минерализация грунтовых вод,г/л	3-I0 местами до I5	3-I5	3-I4	
Величина подземного притока, $м^3$/га в год	500-300	500-I000	300-500	
Процент засоленных площадей по отношению к общей площади	57,0	44	40	50,3
Минерализация подземных вод, г/л	I,2-7,5	4-7	3-I0	

На этих землях урожайность сельхозкультур, как правило, на 20-25% ниже, чем на мелиоративно благополучных территориях. За счет засоления земель Сырдарьинская область ежегодно не добирала более 100 тыс. тонн хлопка-сырца. Следовательно, если восходящие токи подземных вод и недостаточная дренированность покровного мелкозема являются причиной накопления солей в почво-грунтах, то задачу мелиорации таких земель лучше всего решать при помощи вертикального дренажа, который путем отбора воды из нижнего хорошо проницаемого водоносного пласта создает необходимую дренированность в покровных отложениях.

Проектная мощность вертикального дренажа определялась исходя из условий создания отрицательного водно-солевого баланса территории. Для этой цели в проекте предусматривался промывной режим орошения сельхозкультур с увеличением искусственной дренированности территории.

Общая водоподача на территории, включая и атмосферные осадки, изменяется по массивам в пределах от 13,2 до 15,6 тыс.м^3/га, что в 1,5-2 раза превышает величину суммарного испарения, которая при прогнозных режимах грунтовых вод колеблется в пределах от 6,06 до 7,8 тыс.м^3/га (табл.4). В осенне-зимний период проектом предусматривается промывка земель средней нормой 2000-2500 м^3/га на всю валовую площадь, что дает возможность увеличить норму промывок засоленных земель (50,3% от общей площади территории) до 4,5-5 тыс.м^3/га, а выборочно - до 8-10 тыс.м^3/га.

Отток грунтовых вод из покровного мелкозема в первый хорошоводопроницаемый пласт (дренажный модуль) изменяется по массивам от 5962 до 6800 м^3/га, что составляет около 50% от величины поверхностного притока воды. Такой дренажный модуль обеспечивается при разности напора между уровнем грунтовых и подземных вод, равной 0,45-0,75м для северо-восточной и 0,60-0,65м - для северо-западной части Голодной степи. При этом в северо-западной части Голодной степи предполагается в вегетационный период удерживать уро-

Таблица 4.

Прогнозный водно-солевой баланс отдельных массивов старооросшаемой зоны Голодной степи (проектное положение Узгипроводхоза и Ташкентского отделения "Союзгипрорис"а").

Статьи баланса	массив, тыс. га			
	северо-восточная часть. КЗИ=0,76	Шурузякский 68,4 КЗИ=0,83	Пахтаральский КЗИ=0,8	Кировский и Джетысайский 97,5 КЗИ=0,8
I. Водный баланс, м³/га				
Приход:				
I) атмосферные осадки	2718,0	2718	2390	2390
2) водоподача	7471	8276	5350	7394
3) потери на фильтрацию	1698	1769	6167	4984
4) подземный приток	1324	1600	-	889
ИТОГО	13211	14363	13907	15657
Расход:				
I) испарение и транспирация	6060	6560	6800	7800
2) отвод по КДС	1189	1815	700	957
3) отвод вертикальным дренажем	5962	5988	6400	6800
ИТОГО	13211	14363	13900	15557
II. Солевой баланс, т/га				
Приход:				
I) с оросительной водой	7,5	8,3	4,0	5,9
2) с фильтрационными водами	1,7	1,8	4,3	3,9
3) с подземным притоком	0,5	0,9	-	1,2
ИТОГО	9,7	11,0	8,3	11,0
Вынос:				
I) отвод по КДС	4,8	7,3	2,1	2,9
2) подземными водами	-	-	-	-
3) вертикальным дренажем	28,0	24,5	32,0	34,1
ИТОГО	32,8	31,8	34,1	37,0
Разность между приходом и выносом	-23,1	-20,8	-25,8	-26,0

вень грунтовых вод на глубине 2,5–3,0 м, осенью немного ниже, а в зимне-весенний период промывки допускается под"ем его до 0,5–I,0м от поверхности земли.

Такой режим подачи воды на орошение и промывки на фоне вертикального дренажа создает отрицательный солевой баланс. Вынос солей из покровного мелкозема колеблется по массивам от 20,8 до 26, а из зоны аэрации от I6 до I9 т/га. Продолжительность мелиоративного периода, определенная в проектах (в зависимости от исходного засоления зоны аэрации),- 3–5 лет (в мелиоративный период скважина должна работать в северо-восточной части II, а в северо-западной - 9–I0 месяцев в году). Коэффициент полезной работы системы не должен быть ниже 0,85 с кратковременной остановкой на проведение профилактических, текущих и капитальных ремонтов. В эксплуатационный период дренажный модуль несколько ниже, чем в мелиоративный и составляет 5,0–5,5 тыс.$м^3$/га в год, а вынос солей из покровного мелкозема - 8–I3 т/га в год. Режим орошения в это время отличается от предыдущего незначительным сокращением водоподачи (на I500–2000 $м^3$/га). В соответствии с этим система вертикального дренажа в эксплуатационный период должна работать в северо-восточной части 9–I0 месяцев, а в северо-западной части - 7–8 месяцев в году, т.е. коэффициент работы скважин должен быть равен 0,7–0,75.

Удовлетворение такого проектного режима откачек в мелиоративный и эксплуатационный периоды является главным условием эксплуатации вертикального дренажа. Только поддержанием такого строгого режима работы системы можно добиться полного опреснения покровного мелкозема в проектный срок работы скважин и создания более выгодного типа почвообразования.

Увеличение продолжительности мелиоративного периода работы дренажа особенно опасно, если учесть ограниченность срока службы скважин, который, по данным Б.М.МАСЛОВА и Е.А.НЕСТЕРОВА (2), для условий Калифорнии принимается в

пределах от 10 до 20 лет.

Возможность рассоления почво-грунтов и грунтовых вод на глубину до 3-5м в течение 4-5-летней работы системы подтверждается результатами наших исследований в совхозах "Пахтаарал" и "Социализм". Здесь до пуска скважин в эксплуатацию водно-солевой баланс складывался положительно. Накопление солей достигало по совхозам 5-10 и до 20 т/га соответственно. После пуска систем в эксплуатацию на территории наблюдается отрицательный водно-солевой баланс. Величина оттока грунтовых вод из покровного мелкозема в каптируемый водоносный горизонт за 1965-1971гг. составила по совхозу "Социализм" 5,5-6,0, а по "Пахтааралу" - 1,8-4,5 тыс. $м^3$/га в год. Такой дренажный модуль достигнут при коэффициенте полезной работы системы 0,55-0,70.

Вынос солей варьирует по этим совхозам соответственно в пределах 25,3-47 и 12,5-24 т/га. На участках, где проводилась усиленная осенне-зимняя промывка нормой 7-10 тыс. $м^3$/га, количество выносимых солей достигало 75-120 т/га. Рассолением была охвачена 1,6-2,5 метровая толща почво-грунтов. Повторная осенне-зимняя промывка до 5 тыс. в сочетании с промывным режимом орошения до 4,5-6,0 тыс.$м^3$/га при поддержании уровня грунтовых вод в вегетационный период на глубине около 2,5-3,0м от поверхности земли позволяет опреснить почво-грунты до проектной глубины за короткий срок (табл.5).

Таблица 5.

Срок рассоления 3-метровой толщи почво-грунтов в зависимости от исходного засоления земель.

Показатели	запасы солей в 3-метровом слое, т/га			
	до 150	150-250	250-300	350-500
Количество солей, подлежащих удалению, т/га	до 30	30-100	100-200	200-350
Рассоляющий расход, $м^3$/га	до 4,0	4-10	10-15	15-20
Срок рассоления, годы	до 2	2-3	3-4	4-7

Получить такое быстрое рассоление земель возможно не только на балансовых участках, но и на больших территориях. В качестве примера служит совхоз "Пахтаарал", где до пуска скважин вертикального дренажа, в I962-I966гг.,площадь земель пятнистого засоления по отделениям измерялась от I8 до 35%. В настоящее время, после 5-6-летней эксплуатации систем при промывном режиме орошения (водоподача на 25-30% больше суммарного испарения), на территории совхоза полностью ликвидировано пятнистое засоление земель и во всех отделениях создан одинаковый мелиоративный фон.

При этом рассолением охвачена не только зона аэрации, но и покровный мелкозем мощностью до 20-25м (рис.I), который дал возможность получить высокий урожай сельхозкультур во всех отделениях; средняя урожайность хлопчатника в I970-I97Iгг. составляла 3I,5-34,5 ц/га, тогда как до строительства вертикального дренажа она была I0-I2 ц/га.

Улучшение мелиоративного состояния земель наблюдается также и по всей старой зоне орошения Голодной степи, где на I сентября I97Iг. построено около 532 скважин, что составляет 46,I% проектной мощности вертикального дренажа. Из них в эксплуатации находится около 370 скважин, или 32%.

За последние 3 года (I969-I97Iгг.) в результате интенсивного действия вертикального дренажа наблюдается повсеместное снижение уровня грунтовых вод в старой зоне орошения (в вегетационный период он колеблется в пределах I,8-2,7м, осенью от 3,5 до 5,0м). Так,например, если среднегодовая величина залегания зеркала грунтовых вод на землях Шурузякского и Сардобинского массива до I969г. составляла I,5-I,8м, то затем увеличивается до 2,2-2,5м. В каптируемом пласте положение уровня воды на 0,25-0,35м ниже уровня грунтовых вод обеспечивает повсеместные нисходящие фильтрационные токи из покровных мелкоземов в водоносный пласт величиной от 0,07-0,I л/сек га. Тогда как в предыдущие годы на этих массивах наблюдались восходящие

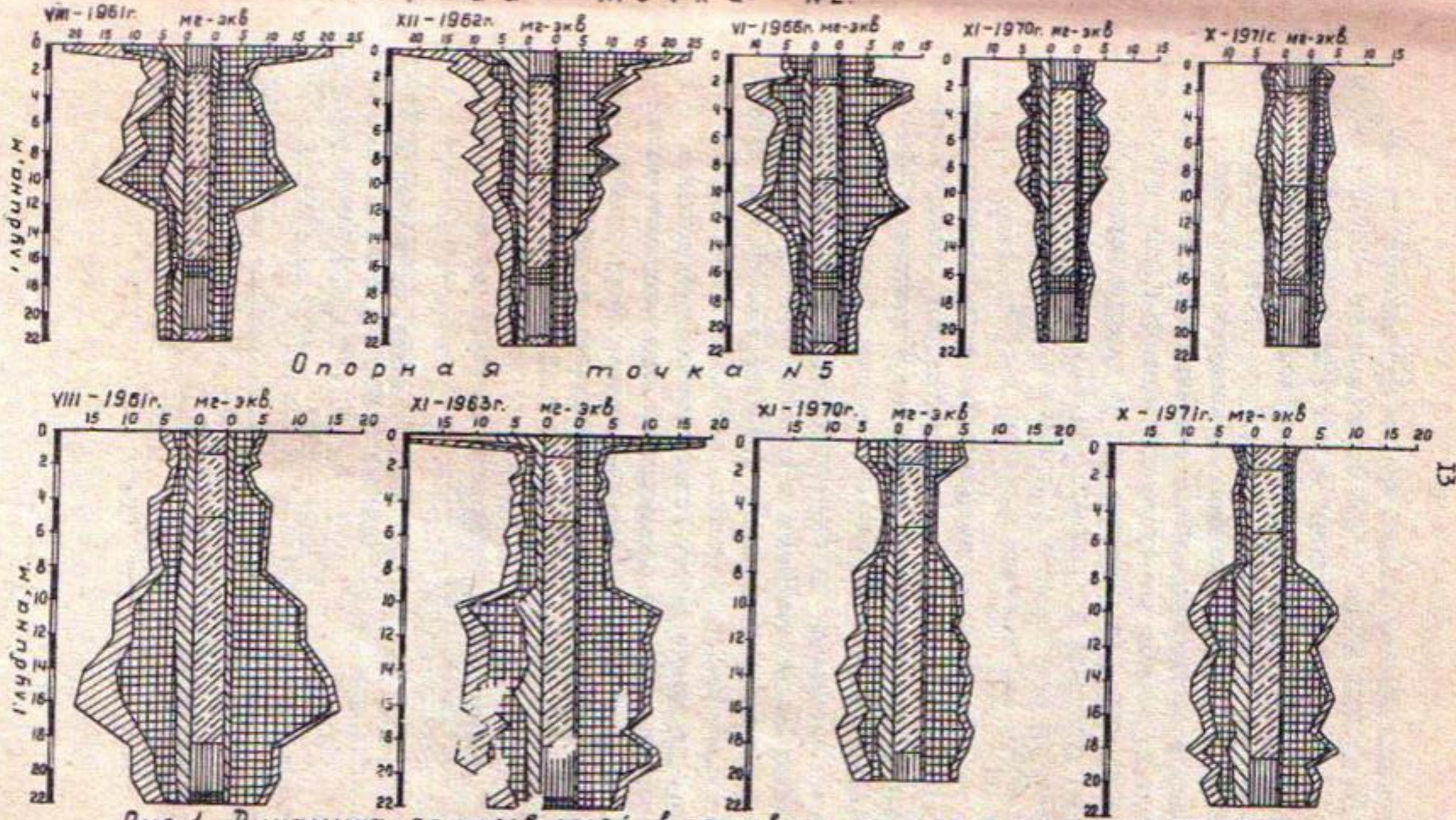


Рис. 1. Динамика запасов солей в покровном мелкоземе орошаемого поля.

токи, величина которых изменялась для Шурузякского массива от I000 до I500 м³/га, а для Сардобинского - 500-550 м³/га. Несмотря на то,что в отдельных частях этих массивов в прошлые годы шло прогрессивное накопление солей, вынос их из рассматриваемых территорий в I969-I97Iгг. достиг 7-9 т/га против 3-5 т/га до пуска скважин в эксплуатацию. Резко увеличилось и соотношение об"ема откачиваемых вод в общем стоке воды по коллекторно-дренажной сети. Так, если в I966-I968гг. об"ем откачиваемых вод из скважин вертикального дренажа колебался в пределах 7-I4,5% в устьевом стоке по коллекторам Шурузякского и Сардобинского массивов, то в I969-I97Iгг. эта величина достигает 35-55%.

Однако до настоящего времени не достигнут прогнозный водно-солевой режим почво-грунтов, т.е. темпы рассоления земель намного отстают от проектной величины (7-9 т/га против 20-26 т/га в год).

Например, до I969г. коэффициент полезной работы отдельных систем изменялся в пределах 0,44-0,7 от проектного коэффициента использования времени, т.е. простой скважин составляет 30-54%. И только, начиная с I969г., после некоторого улучшения работы Голодностепского Управления мелиоративной службы по организации службы эксплуатации и создания базы по ремонту насосно-силового оборудования наблюдается улучшение работы вертикального дренажа, что дало возможность довести КПР до 0,7-0,85 (табл.6).

Таблица 6.

Среднегодовой коэффициент полезной работы системы за I966-I970гг.

Об"ект	Количество скважин, введенных в эксплуатацию, шт. КПР по годам				
	I966	I967	I968	I969	I970
Северо-восточная часть (УзССР)	56	88	I36	I52	20I
	0,44	0,67	0,74	0,82	0,86
Северо-западная часть (УзССР)	50	50	I02	I3I	I64
	0,58	0,54	0,58	0,76	0,78

Низкая эксплуатационная характеристика систем вертикального дренажа в первые годы его работы определяется рядом технических причин.

I. Неудовлетворительная работа насосно-силового оборудования.

В настоящее время скважины вертикального дренажа, в основном, оборудованы насосами марки ЭЦНВ-I2-250-30, ЭЦВ-I2-375-30, ЭЦВ-I0-I20-30.

К этим насосам пред"являются жесткие требования: они должны обладать высоким коэффициентом полезного действия и удобством монтажа и демонтажа, быть устойчивыми к пескованию скважин. При этом"безотказность" работы насосного оборудования должна составлять до 60 тыс.часов.
В отношении эксплуатации эти насосы являются достаточно надежными, т.к. они обладают высоким кпд,и их монтаж и демонтаж нетрудоемки. Главным недостатком является небольшой срок их службы, который составляет в среднем 3,0-3,5 тыс.часов. При этом простой для ремонта насосно-силового оборудования изменяется в пределах 49-55% от общего простоя скважин вертикального дренажа (табл.7).

Основными причинами сокращения продолжительности работы погружных насосов являются: недостаточная тепловая стойкость обмотки электродвигателя, слабая герметизация электродвигателя, способствующая проникновению абразивных частиц внутрь полости, недостаточная отработка проточной части насоса, приводящая к быстрому ее износу, низкая износостойкость применяемых материалов против повышенных скоростей и абразивного износа, и, наконец, низкая устойчивость против пескования скважин. По условиям эксплуатации насосы этого типа удовлетворительно работают в скважинах, где мутность откачиваемых вод меньше 0,0I%.

Между тем,на многих скважинах, построенных в I960-I966гг., содержание песка в откачиваемой воде в начальный период их работы и после каждой остановки и пуска насоса достигает 2,5-3%. Но со временем это количество

Таблица 7.

Продолжительность простоев скважин вертикального дренажа за период 1965–1971гг. в совхозе "Пахтаарал" при календарной работе - 292 суток в году.

Годы	Продолжительность работы скважин по проекту скв/сутки/год	Причина простоев скважин Z сутки Z год: из-за отсутствия эл.энергии	по просьбе хозяйств	ремонт насосно-силового оборудования	забит фильтр	нет под"езда	итого простоев
1965	9636 x)	530	1320	2890	212	318	5300
	100 xx)	5,5	14	30	2	3,5	55
	- xxx)	10	25	55	4	6	100
1966	9636	424	1030	2040	193	154	3854
	100	4,5	11	21	2	1,5	40
	-	11	27	53	5	4	100
1967	11388	444	1365	2730	421	159	5235
	100	4	12	24	3,5	1,5	46
	-	11	26	52	8	3	100
1968	20114	1014	2716	5386	896	439	10451
	100	5	13,5	27	4,5	2	52
	-	10	26	51	9	4	100
1969	21024	754	2383	4553	691	453	8734
	100	3,5	11,5	21,5	3,5	1,7	40,7
	-	9	27	52	8	4	100
1971	21608	589	726	2404	1089	121	4929
	100	2,6	3,5	11,1	5,0	0,8	23,0
	-	12	15	49	22	5	100

Примечание: x) - величины календарных сроков работы и число суток простоев;
xx) - время простоев скважин от календарного срока работы, %;
xxx) - процент простоев от общего числа суток нерабочего времени, вызванных различными причинами.

в воде резко уменьшается, а продолжительность выноса твердых частиц после каждой остановки и пуска насосов составляет 3-10 минут (табл.8).

Высокий вынос песка на скважинах, построенных в 1960-1967гг. об"ясняется грубым нарушением условия подбора фракционного состава гравийной обсыпки и проведения строительных откачек. В эти годы, несмотря на рекомендации САНИИРИ, при строительстве скважин в качестве гравийной обсыпки использовался гравийный материал, в котором 70-75% составляли частицы крупнее 5 мм, что обуславливало образование крупнопористого фильтра и усиление выноса песка.

Анализ данных опыта строительства и эксплуатации более 300 скважин, построенных в различных гидрогеологических условиях Средней Азии, показывает, что для формирования устойчивого фильтра наилучшим материалом является разнозернистый окатанный гравий из естественного карьера с фракциями 1-10мм для тонкозернистого, 1-20 мм для мелкозернистого и среднезернистого и 1-30 мм для гравелистого песка (в составе обсыпки должно быть не менее 50-60% фракций 1-5 мм для тонкозернистого и 2-10 для мелкозернистого и среднезернистого песков).

В последние годы строители используют гравийно-песчаную смесь лучшего качества. Для обсыпки применяется гравий размером от 1 до 20 мм, хотя распределение отдельных фракций в нем далеко не соответствует рекомендациям САНИИРИ и проектных организаций. Но даже такой состав обсыпки позволил резко снизить содержание песка в откачиваемой воде и продолжительность его выноса (совхоз "Джетысай") (табл.8).

Усиленное пескование скважин очень часто происходит из-за нарушения условия проведения режима строительных откачек, по которым для формирования устойчивого гравийного фильтра необходимо довести величину откачиваемой воды до максимального дебита скважин, на 20-25% превышающего эксплуатационный дебит. На практике строительную откачку обычно заканчивают до достижения проектного (эксплуатацион-

Таблица 8.

Содержание песка в откачиваемой воде и продолжительность его выноса в период эксплуатации скважин Пахтааральской системы вертикального дренажа

Наименование хозяйств	№№ скваж.	Вынос песка откачиваемой водой в %% от веса после запуска насоса: в мом пуска 5 мин	10 мин	20 мин	40 мин	I час	2 часа	3 часа	6 час.	12 часов	24 часа
Совхоз "Пахтаарал" I965-I966гг.	39x)	I,3I2	0,27I	0,I4I	0,077	0,036	0,0I4	0,0I5	0,005	0,002	0,00I	0,00I
	46x)	0,24I	0,I69	0,487	0,079	0,I09	0,088	0,024	0,009	0,0II	-	-
	50xx)	I,9I0	0,775	0,580	0,368	0,368	0,I5I	0,059	0,077	0,0I8	0,020	0,052
	56xx)	0,I05	0,I85	0,I93	0,I24	0,032	0,058	0,024	0,032	0,032	0,0I6	-
	47xx)	I,48	I,50	I,80	-	I,48	I,40	I,02	-	0,42	-	-
Совхоз "Джетысай" (отд."Амангельды")	Ixxx)	-	0,I3	0,08	0,05	0,0I	следы					
	2xxx)	-	0,20	0,I9	0,05	0,02	0,0I	следы				
	6xxx)	0,2II	0,2I	0,08I	0,0I	следы						
	8xxx)	0,0029	0,0029	следы								
	I2xxx)	-	0,05I	-	0,03	следы						
	I3xxx)	0,06I	0,05	0,03	следы							
	I8xxx)	0,0I3	0,0I3	следы								

Примечания: x) - долго эксплуатируемые скважины;
xx) - скважины с некачественными фильтровыми гравийными обсыпками;
xxx) - скважины с качественными гравийными обсыпками.

Таблица 9.

Пределы измерения содержания различных фракций гравия, предлагаемого институтом для обсыпки (при ее толщине 250-300мм)

Название водоносных грунтов	Диаметр фракций, мм содержание, %					
	20-I0	I0-7	7-5	5-3	3-2	2-I
Тонкозернистый песок	-	20-I3	I5-I0	20-I7	I5,0	30-35
Мелко- и среднезернистый песок	27	I3-20	I3-I5	I7-20	I4-I5	I6-25
Крупнозернистый и гравелистый песок	40-27	I5-I3	I0-I3	I5-I7	I0-I4	I0-I6

и о г о) дебита скважин. Это об"ясняется отсутствием мощного водопод"емного оборудования, необходимого для строительной откачки. Поэтому ее лучше всего проводить при помощи эрлифтной установки там, где глубина скважин позволяет получить дебит больше проектного. При недостаточной глубине скважин, где эрлифтной установкой нельзя получить высокий дебит, формирование гравийного фильтра необходимо продолжать пескоустойчивым насосом, разработанным специально для этой цели. Частые отключения скважин в процессе их эксплуатации не только влияют на снижение КПР системы, но и ускоряют износ насосно-силового оборудования и приводят к зависанию скважин, т.к. после каждой остановки и пуска насосов в работу при их полной производительности усиливается процесс пескования скважин, вызванный гидравлическим ударом, происходящим в прифильтровой зоне каптируемого пласта в результате резкой остановки насосов.

На опытно-производственных участках в совхозах "Пахтаарал" и "Социализм" число отключений скважин от общей

электросистемы в десятки и сотни раз больше, чем оно предусмотрено по режиму эксплуатации вертикального дренажа. Это происходит, с одной стороны, из-за отсутствия контроля над работой районной электросети, в ведении которой находится высоковольтная часть линии электропередач (9-12%), а с другой - по необоснованным просьбам хозяйств (15-25%).

Следует отметить, что такое положение в эксплуатации систем не только ускоряет процесс пескования скважин и образования просадочных явлений в устьях, но и приводит к заилению нижней части фильтрового каркаса.
В Голодной степи заилением фильтрового каркаса охвачено более 50% скважин, а глубина песчаного заноса изменяет от 4-5м до 15м, т.е. до половины длины фильтра. Такое положение резко снижает дебит и удельный дебит скважин (табл.10). Это обстоятельство вызывает необходимость ежегодных прокачек скважин с помощью эрлифтной установки. В США ежегодная профилактическая эрлифтная прочистка скважин от занесенного песка в фильтровую часть является обязательным условием эксплуатации вертикального дренажа (Анатольевский, 1967г.). Ежегодную профилактическую очистку скважин необходимо широко внести в отечественную практику эксплуатации вертикального дренажа. Это позволяет увеличить в 1,5-2 раза дебит и удельный дебит (табл.10), а также продолжительность работы скважин за счет снятия солей и коррозии на стенках отверстий фильтрового каркаса.

Еще одним недостатком проектирования и строительства скважин, затрудняющим процесс эксплуатации вертикального дренажа, является их близкое расположение к оросительным каналам, проходящим в земляных руслах. При необходимости такого расположения скважин необходимо предусмотреть антифильтрационные мероприятия хотя бы на участке длиной 100-150м. Иначе фильтрационные токи усиливают контактный размыв прифильтровой зоны покровного мелкозема, обуславливая тем самым проявление просадки устья скважин и деформаций гравийной обсыпки. Кроме того, близкое расположение скважины к оросителям является основной причиной затопления устья

Таблица I0.

Данные по заилению и очистке скважин вертикального дренажа с помощью эрлифтных установок.

Хозяйство	№№ скв	Эксплуатационный характеристики скважин перед очисткой: де-бит л/сек	уд. де-бит л/сек	Вынос песка в %% по весу после пуска насоса через мин.: 3 мин	5 мин	I0 мин	20 мин	40 мин	60 мин	Глубина заиления м	Продолжительность очистки, сутки	Эксплуатационные характеристики скважин после очистки: де-бит л/сек	уд. де-бит л/сек	Вынос песка в %% по весу после пуска насоса через мин.: 3	5	I0	20	40	60
Колхоз "Ленинский путь"	II	38	4,25	I,3I	I,08	0,7I	0,23	0,09	0,08	II	I2 x)	6I	6,I	I,I6	0,I2	0,I0	0,007	следы	
	I2	50	7,0	0,2I	I,07	0,I9	0,08	след	-	I0,7	9 x)	78	9,0	0,54	0,I7	0,09	0,04	следы	
Колхоз "Узбекистан"	46	42	5,25	0,23	0,57	0,40	0,II	0,07	0,0I	II	9 x)	65	8,65	0,I6	0,07	0,025	0,02	следы	
Колхоз "Октябрь"	78	I8	2,54	0,8I	0,46	0,I5	след	-	-	II,0	I,5	37	4,6	0,5I	0,27	0,07	следы	-	-
Колхоз "Первомаец"	20	25	3,5	0,6I	0,28	0,09	след	-	-	8,5	I,5	42	5,45	0,2I	0,05	следы			
	I9	2I	2,73	0,43	0,20	0,02	след	-	-	I3,5	I,5	60	7,5	следы					
Колхоз "Социализм"	I5	35	3,3	I,28	0,82	0,I5	след	-	-	7,0	6,0 x)	насос не установлен							
Колхоз "XXI партсъезд"	37	24	2,47	0,75	0,27	0,09	-	-	-	I4,0	I2,0 x)	45	4,5	0,40	0,07	0,009	-	-	-

Примечание: x) - на этих скважинах общее время, затраченное на очистку скважин, составляет I,5-2,0 суток, а остальное время эрлифтная установка работала вхолостую из-за отсутствия крана для под"ема труб.

скважин. Во избежание этого явления устья скважин должны быть приподняты на 0,5-I,0м выше, чем поверхность окружающей территории.

2. Другими наиболее ощутимыми причинами снижения коэффициента полезной работы системы, и тем самым отступления от проектного режима эксплуатации являются, во-первых, отсутствие заинтересованности Управлений мелиоративных служб в подготовке и проведении комплекса агромероприятий по рассолению земель для получения высокой урожайности с/х культур, а также контроля за оплату работы системы; во-вторых, слабая оснащенность базы необходимым оборудованием и недостаток запчастей для своевременного проведения текущего и кап.ремонта системы вертикального дренажа, в третьих, недостаток квалифицированных кадров, знающих весь комплекс оборудования систем, и,наконец, последнее - отсутствие ответственности хозяйств за сохранность всего комплекса сооружений на скважинах.

В настоящее время для организации нормальной эксплуатации систем вертикального дренажа старая зона Голодной степи разделена на несколько участков: Гулистанский, Сырдарьинский, Ворошиловский в Узбекской и Пахтааральский, Джетысайский и Кировский в Казахской частях. Эксплуатация скважин, расположенных в пределах каждого участка, осуществляется бригадами электриков, слесарей и мотористов, которые проводят профилактические и текущие ремонты насосно-силового оборудования, а также следят за работой скважин. Капитальный ремонт насосно-силового оборудования осуществляется в мастерских, созданных при УМС. Наблюдение за состоянием работы скважин проводится мотористами (на I человека - 6-8 скважин) один раз в день.

К диспетчеризации системы, необходимой для правильной организации эксплуатации систем, повышения оперативности обслуживания каждой скважины, поддержания рациональных режимов откачек и контроля эффективности работы вертикального дренажа в настоящее время только приступают в совхозе "Пахтаарал".

Такое положение сильно затрудняет нормальную эксплуатацию скважин, разбросанных по всей старой зоне орошения Голодной степи. Следует отметить, что УМС связано с хозяйствами только формально и оно удовлетворяет их просьбу по увеличению количества работающих скважин в вегетационный период, если откачиваемая вода пригодна для орошения. И, наоборот, если она непригодна, то остановку работы скважин производят для того, чтобы не снизить грунтовые воды слишком глубоко. Процент простоев, вызванных по просьбе хозяйств, составляет по совхозу "Пахтаарал" 20-25% от общего времени остановок скважин. По другим хозяйствам (особенно по Казахской части Голодной степи) достигает до 35-50%. При этом их мотивировки, что снижение уровня грунтовых вод в вегетационный период до 2,5-3,0м будет вызывать увеличение оросительных норм, не обоснованы. Так, в совхозе "Пахтаарал" при поддержании уровня грунтовых вод в летний период в пределах 2,5-3,0м орошение хлопчатника производится двумя-тремя поливами с оросительной нормой 3,0-3,5 тыс.м^3/га нетто. Такой режим орошения в совхозе достигнут в результате осенне-зимних промывок нормой до 4,0 тыс.м^3/га. После проведения их в зоне аэрации происходит накопление определенного запаса влаги.

В отношении обеспечения проектного режима откачек действия УМС до сих пор никем не контролируются, т.к. выполненная ими работа оплачивается по госбюджету ММиВХ или той организацией, в ведении которой находится Управление мелиоративной службы. Хозяйство в свою очередь при существующем порядке организации работ не несет никакой ответственности за нарушение технологического процесса эксплуатации дренажа.

Между тем рассоление почво-грунтов на проектную мощность в течение мелиоративного периода (4-7 лет) зависит, в основном, от согласованной работы этих двух организаций: одна из которых (УМСы создают необходимую дренированность территории),а другая (хозяйство) проводит

рассолительные мероприятия. Следовательно, за режим эксплуатации (откачек) они должны отвечать совместно. Для этого режим работы скважин, составленный проектными и научно-исследовательскими институтами для отдельных инженерно-мелиоративных районов, должен осуществляться на местах с участием всех заинтересованных организаций и вноситься на утверждение НТС ММиВХ, сельского хозяйства и совхозов республик. Утвержденный ими режим работы систем вертикального дренажа является обязательным документом для УМС соответствующих областей и для всех хозяйств. В соответствии с этим заданием они (хозяйства и УМС) обязаны организовать эксплуатацию вертикального дренажа.

По данным Голодностепского управления мелиоративных систем, фактические затраты на эксплуатацию вертикального дренажа при КПР системой, равной 0,5-0,75, и отсутствии автоматики и телемеханики изменяются в пределах 29-35 руб/га, или на одну скважину 3,4-4,9 тыс.руб. в год (табл.II). Причем, затраты на электроэнергию (стоимость I квт - 0,02 руб) составляют 35-45%, на содержание штатов, под"емных механизмов и транспорта - 40-42%, а капитальные ремонты по договорам и другими подрядными организациями - I8-25%.

Стоимость одного кубического метра откачиваемой воды составляет 0,32-0,39 коп. Но следует оговорить, что при использовании откачиваемых вод на орошение показатели эксплуатационных затрат должны быть значительно меньше по сравнению в данными, приведенными в таблице II.

Кроме того, значительное уменьшение затрат на эксплуатацию можно достичь путем улучшения качества строительства, введением в действие автоматики и телемеханики во все технологические процессы вертикального дренажа, и, наконец, правильным расположением скважин на площади. В этом отношении снятие сосредоточенного подземного притока со стороны и фильтрации из крупных каналов рядовым расположением колодцев вертикального дренажа

дает возможность уменьшить нагрузку на каждую скважину, сократить протяженность линии электропередач, дорог и водосборных каналов, и тем самым, снизить затраты на эксплуатацию системы.

Выводы и предложения.

I. Результаты исследований, полученные как на опытно-производственных участках, так и на больших массивах, показывают высокую мелиоративную эффективность вертикального дренажа в определенных природно-хозяйственных условиях. Вместе с тем эти результаты вскрывают ряд существенных недостатков при его эксплуатации.

2. Для улучшения эксплуатации систем вертикального дренажа необходимо: всемерно улучшать технологические процессы строительства высокодебитных скважин и особенно качество гравийной обсыпки путем создания заводов централизованного изготовления фильтра с учетом различных природных условий республик; создать в отдельных областях и ускорить начатое строительство централизованных ремонтных баз насосно-силового и другого электрического оборудования; разработать проекты эксплуатации систем вертикального дренажа с указанием об"емов работ по ремонту наземного комплекса сооружений, в том числе и водоучитывающей аппаратуры.

В проектах эксплуатации вертикального дренажа следует определить об"ем откачиваемой воды, возможность использования ее для орошения с обязательным включением в планы водопользования:

разработанные режимы откачек (научно-исследовательскими и проектными институтами) должны быть рассмотрены на совместных заседаниях Научно-технического Совета Министерства (водного, совхозов и сельского хозяйства), утверждены в этих инстанциях и являться обязательным для выполнения хозяйствами - землепользователями и Управлениями мелиоративной службы.

Таблица II.

Ежегодные эксплуатационные показатели скважин вертикального дренажа по северо-восточной части Голодной степи.

Показатель	Годы					
	I966	I967	I968	I969	I970	I97I
Общая стоимость эксплуатации вертикального дренажа, тыс.руб.	303,3	366,0	737,8	927,4	I589,4	965,54
в т.ч. за оплату электроэнергии, тыс.руб.	II2,3	I46,5	224,3	338,I	485,94	362,48
Оплата насосов, тыс.руб	I,5	I,4	I05,6	I88,4	273,93	25I,35
Подрядный способ ремонта насосно-силового оборудования, тыс.руб.	46,7	64,0	I38,3	I04,4	573,57	225,03
Содержание штатов, транспорта и прочее, тыс.руб.	I42,8	I54,I	269,6	296,5	255,98	I26,68
Средняя стоимость эксплуатации, I скв, руб.	34I0	3490	3975	39I0	490I,I	468I,2
Количество скважин, находящихся в эксплуатации на конец года, шт	-	I37	228	283	365	-
Количество скважин с круглогодичным циклом эксплуатации, шт.	89	I05	I85,6	237,I	324,3	206
Стоимость I $м^3$ откачиваемой воды, коп.	0,39	0,33	0,35	0,33	0,36	0,32

Примечание: данные взяты из отчета за I97Iг. УМС Сырдарьинской области ММиВХ УзССР

3. Обязать эксплуатирующие организации проводить ежегодные прокачки скважин в целях очистки их от заиления, зарастания и закупорки фильтров.

4. Усилить службу эксплуатации вертикального дренажа квалифицированными специалистами со средним специальным техническим образованием, создав для этой цели при техникумах системы ММиВХ республики специальные факультеты по эксплуатации скважин.

Литература

I. АНАТОЛЬЕВСКИЙ П.А. и другие. Эксплуатация и ремонт водяных скважин. Недра, 1964.

2. МАСЛОВ В.С., НЕСТРОВ Е.А. Вопросы орошения и осушения в США. Изд-во "Колос", Москва, 1967.

Г.В.ЕРЕМЕНКО, И.А.ЕНГУЛАТОВ,
Г.Е.БАТУРИН, М.С.МЕРКИШИНСКИЙ

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ.

Закрытый горизонтальный дренаж представляет собой гидромелиоративное сооружение для отвода излишней, чаще всего минерализованной, грунтовой воды. К основным его элементам относятся подземная трубчатая линия, укладываемая в фильтрующей обсыпке; устьевые сооружения, предназначенные для сопряжения закрытой дренажной линии с открытыми водоприемниками; смотровые и контрольные колодцы для наблюдений, очистки или защиты трубчатой линии от загрязнений и наддренной полосы.

Таким образом, в задачу эксплуатации этого сложного механизма входит поддержание в хорошем техническом состоянии как отдельных составных частей, так и всего комплекса сооружений. Эксплуатацию необходимо организовывать по детальным проектам (раздел "Организация службы эксплуатации") с момента начала строительства и продолжать в течение всего последующего периода. В проекте должны быть предусмотрены все специфические особенности, присущие отдельным этапам эксплуатации (период строительства, мелиоративный и эксплуатационный периоды сельскохозяйственного использования земель).

Исследования САНИИРИ, проведенные в Ферганской области, на новых и староорошаемых землях Голодной степи, а также в условиях Хорезма, указывают на возможность ухудшения технического состояния закрытого дренажа по ряду причин: проектные и конструкторские недоработки, отсутствие должного контроля в процессе строительства и эксплуатации закрытого дренажа на орошаемых землях, недостаточная квалификация инженерно-технических кадров, неподготовленность трудяки-

ков полей к сельскохозяйственному производству в условиях новой техники орошения и дренирования. Эти недостатки особ отчетливо проявились в первые годы эксплуатации закрытого дренажа при освоении земель в Голодной степи.

Проведенные Голодностепстроем, Дренажстроем, Средазгипроводхлопком и САНИИРИ наблюдения за техническим состоянием сети, за изменениями его в процессе эксплуатации, а также вскрытие закрытых горизонтальных дрен (как в новой, так и в старой зонах орошения) позволили выявить причины разрушений и деформаций конструктивных элементов дренажа и разработать ряд конкретных мер по усовершенствованию конструкций,с точки зрения их эксплуатационной устойчивости. (фракционный состав фильтровой обсыпки и ее параметры, скважность дренажных труб и их наилучшее соединение, вопросы освоения наддренных полос и др.). Наряду с этим значительно повысилось и качество строительных работ, а также была внедрена механизированная очистка трубчатых линий. Указанные мероприятия значительно улучшили работу закрытого дренажа, построенного в более поздние сроки.

Однако, задача эксплуатации не ограничивается лишь поддержанием систем в рабочем состоянии. Значительное внимание должно быть уделено уточнению проектных решений и изысканию средств для устранения их недостатков. Опыт эксплуатации дренажных систем на орошаемых землях показывает, что устойчивость конструкций закрытого дренажа (предотвращающие обрушения обратной засыпки и заиления трубчатых линий) в период эксплуатации во многом зависит от материала фильтра, качества труб и их укладки, состояния сооружений и наддренной полосы, а также от специфических особенностей природно-хозяйственных условий об"екта. Остановимся на некоторых из них.

I. Устьевые сооружения дрен должны непрерывно обеспечивать свободное истечение дренажного стока. Это условие может выполняться путем поддержания открытых коллекторов,

служащих водоприемниками, в удовлетворительном техническом состоянии. В противном случае (при подпоре со стороны водоприемника) происходит уменьшение дренажного стока и заиление дренажных линий.

Обследования САНИИРИ, проведенные в течение ряда лет в условиях новой зоны орошения, показали, что подпоры в отдельных дренах доходят до значительных величин - 0,2 - 0,5м над верхней кромкой устьевой трубы. Наблюдаются также случаи, когда устья закрытых дрен находятся ниже дна водоприемника. Аналогичная картина имеет место на Ферганском и Хорезмском опытных участках закрытого дренажа. Одной из причин, приводящих к снижению рабочей глубины открытых коллекторов-водоприемников закрытых дрен, является возведение на них временных земляных перемычек для под"ема уровня грунтовых вод в целях субирригации. Использование пресных грунтовых вод для подпитывания влагой корнеобитаемого слоя возражений не вызывает. Однако, проблема субирригации в каждом случае должна решаться путем инженерных устройств, позволяющих соответствующее маневрирование горизонтами воды без ущерба для систем закрытого дренажа. Небрежная очистка водоприемников подчас приводит к разрушениям устьевых сооружений и выходу дренажа из строя. В этом отношении значительной помехой является непрерывное уширение коллекторов, как следствие повторяющихся очисток. Например, водоприемник закрытого дренажа Ферганского опытного участка (средний Кзылтабинский коллектор) в результате пятикратной очистки уширился по дну на 4-5м. В силу указанных обстоятельств все устьевые сооружения участка за 10-летнюю работу закрытого дренажа выведены из строя и требуют восстановления. Не следует прибегать к жесткому соединению трубчатой линии с устьевым сооружением, так как просадка сооружения может привести к выходу дренажа из рабочего состояния. В целях увеличения срока службы устьевых сооружений, в условиях оплывающих грунтов, немаловажное значение имеет выбор механизмов для очистки открытых коллекторов-водоприемников. В этих условиях широкое применение могут найти

землесосы, которые создают незначительные перепады в горизонтах воды.

2. Для эксплуатации закрытого горизонтального дренажа и сопряжения дренажных линий рекомендуется строительство контрольно-смотровых колодцев через 200-300м, с выходом оголовков над поверхностью земли на 0,3 - 0,8м. Они необходимы для наблюдений за работой дренажных линий, отстаивания мутной воды, попадающей в дренаж, и предохранения дренажных линий от заиления, осуществления промывок и очисток дренажных труб. Наряду с этим, колодцы являются препятствием для механизации сельскохозяйственных работ и очагами замусоривания трубчатых линий (при ненормальном уходе и дефектах строительства). Нередки случаи, когда сельскохозяйственные машины, задевая колодцы, опрокидывают или сдвигают верхние звенья, нарушая их герметичность. Наблюдения показывают, что колодцы необходимы только в первые два-три года работы дрен, когда происходит формирование фильтровой обсыпки и дренируемого пласта в данных гидрогеологических условиях. В этот период наблюдается наиболее усиленный вынос частиц фильтра грунта в дренажные трубы. В дальнейшем этот процесс стабилизируется, что создает возможность снимать верхние звенья промежуточных смотровых колодцев и устраивать их с герметическими крышками ниже поверхности земли на 0,5 - 0,7м. Для профилактических промывок трубчатых линий необходимо оставлять колодцы надземными только в концевых и узловых участках дрен. В случае ухудшения работоспособности дрен место аварии можно установить скважинами, заложенными по оси трубчатой линии.

Закрытый дренаж функционирует нормально при следующих условиях в контрольно-смотровых колодцах:

- свободный приток и отток дренажной воды наблюдается при безнапорном режиме и заметное кругообразное завихрение воды при напорном режиме работы дренажных труб;

- отсутствие просадок нижних (опорных) плит и срезов торцевых концов дренажных труб на входе и выходе,

а также перекосов стволов смотровых колодцев в вертикальной плоскости;

- правильное сочленение дренажных труб в смотровых колодцах;

- герметичность колодцев, предотвращающая попадание инфильтрационной воды;

- предотвращение замусоривания и своевременная очистка отстойников от наносов, недопуская слой заиления более половины глубины отстойника.

3. Принципиально важным является вопрос освоения наддренной полосы.

Наблюдения показывают, что часто дрены заиляются и выходят из строя из-за проведения на наддренных полосах поливов и прохождения оросителя (без антифильтрационного устройства) над трассой или вблизи от оси дрены. Деформация и заиление происходят за счет повышенных скоростей нисходящих инфильтрационных токов оросительной воды по профилю обратной засыпки. Отсутствие искусственного или естественного, причем равномерного, самоуплотнения обратной засыпки приводит к увеличению скоростей инфильтрации.

Уплотнение является эффективным (с точки зрения предотвращения прямого попадания инфильтрационной воды в дрену), когда оно происходит равномерно по всему профилю и по длине дрены без образования трещин. Случаи замочек наддренной полосы нормой 800-1200 $м^3$/га прямого попадания инфильтрационной воды в дрену не вызывают. Когда поливная вода застаивается значительное время на наддренной полосе (как правило - в конце борозд) и при прохождении над трассой дрены оросителя без антифильтрационного устройства, наблюдается прямая инфильтрация оросительной воды в дрену, которая кольматирует фильтр, заиляет трубчатые линии и вызывает деформацию обратной засыпки. Ухудшают фильтрационную устойчивость обратной засыпки также норы и ходы сообщений землероев, создавая условия для увеличения нисходящих инфильтрационных скоростей воды по ходам вплоть до суффозионных и прямых токов оросительной воды.

Ходы и норы землероев наиболее часто встречаются на дренах, земли обслуживания которых неокультуриваются в течение длительного периода. Поэтому с целью забивки грунтом и уплотнения ходов землероев необходимо проводить глубокую вспашку и тщательную планировку наддренных полос и близлежащих земель, подлежащих освоению.

Физические свойства почво-грунтов обратной засыпки и состояние наддренных полос в значительной мере предопределяют возможность их освоения сельскохозяйственными культурами. Водопроницаемость почво-грунтов обратной засыпки должна быть одинакова, или не более, чем на 15% ниже грунтов естественного сложения. В качестве ориентировочных данных можно использовать результаты наших исследований в новой зоне орошения земель Голодной степи, которые показали, что вертикальные коэффициенты фильтрации обратной засыпки во многом зависят от способа и условий строительства и составляют 3-5 м/сутки и более - при строительстве дрен с использованием траншейного многоковшового экскаватора на целинных неокультуренных землях; 1,5 - 2,5м/сутки - при строительстве дренажа с использованием экскаватора "Драглайн" в сухих условиях (глубокое, более 4,0 м положение уровня грунтовых вод); 0,4 - 0,6 м/сутки - при строительстве дренажа с использованием того же экскаватора во влажной среде (уровень грунтовых вод выше дна заложения дрен); 0,2 - 0,3 м/сутки - через 1-3 года работы дрен без освоения наддренных полос.
В условиях высокого положения уровня грунтовых вод, за счет капиллярного подпитывания со стороны окружающей орошаемой территории и природных факторов, происходит естественное самоуплотнение профиля обратной засыпки. В этих условиях вертикальный коэффициент фильтрации толщи обратной засыпки через 1-3 года после строительства дрены достигает тех же величин, что и почво-грунты с ненарушенной структурой, появляется возможность освоения наддренных полос.

Правильная организация и производство сельскохозяйственных работ обязательны. Особое внимание необходимо уделять первым поливам, которые следует проводить в дневное

время и нормами, не превышающими I,2 тыс. $м^3$/га. В случае образования над дреной провалов или суффозионных воронок следует сразу же прекращать водоподачу и ликвидировать места повреждений. Процесс уплотнения грунтов обратной засыпки в ряде случаев можно ускорить подпором уровня грунтовых вод и накопления их в траншее путем перегораживания дренажного стока в устьевой части.

Самоуплотнение обратной засыпки закрытых дрен, построенных на целинных, плохо окультивированных землях, при глубоком залегании уровня грунтовых вод, происходит крайне медленно, более 2-3 лет. Наряду с этим отмечается неравномерность в уплотнении как по профилю, так и по длине. В теле засыпки образуются просадки и тоннели, часто прикрытые сверху слабой оболочкой грунта толщиной 0,2-0,5м. Эти явления чаще всего наблюдаются на дренах, построенных дреноукладчиком с помощью траншейного экскаватора, который сильно разрушает почво-грунты, превращая их в пылеватую смесь. В этих условиях эффективным оказался способ уплотнения обратной засыпки методом "комбинированной замочки", разработанный САНИИРИ и Средазгипроводхлопком.

После окончания строительства в дрену, один конец которой наглухо закрыт, через колодец подается оросительная вода. Как только заполнится трубчатая линия и вода по капиллярам почвы поднимется на высоту 0,3-0,4 м над фильтровой обсыпкой, начинается подача воды и сверху, на поверхность наддренной полосы. Таким образом промачивается и уплотняется весь профиль обратной засыпки . В зависимости от категории и влажности грунтов расходуется около 2-3 $м^3$/пог.м воды. Стоимость уплотнения погонного метра дрены замочной составляет 0,42-0,46 руб.

Некачественное строительство и отсутствие жесткого контроля при производстве работ приводят к разрушению отдельных звеньев труб, нарушению прямолинейности, к обратным уклонам и чрезмерно большим стыковым зазорам. В результате этих помех могут образовываться наддренные провальные

воронки, которые следует засыпать (путем тщательного уплотнения) лишь после устранения причин их появления. В ряде случаев поиски места повреждения трубчатых линий - сложная задача. В этом отношении представляют интерес исследования на участке закрытого дренажа в Хорезме, где техническое состояние дренажной линии устанавливалось путем использования радиоактивных изотопов, которые запускались в выходные трубы смотровых колодцев. Время прохождения изотопа по длине дрен регистрировалось с помощью коротажных датчиков СРП-2К, установленных в специально пробуренные скважины по оси дрены. Результаты замеров показывают, что при постоянной площади рабочей полости нормально работающей дрены скорость движения воды в ней линейно возрастает по мере приближения к устью. Если закономерность нарушается, то это легко обнаруживается на участках заиленных дрен, где уменьшение площади рабочей полости дрены приводит к увеличению скорости воды. На отдельных участках закрытые дрены не имеют свободного истечения стока из-за подпоров, создаваемых завышенными горизонтами воды в водоприемнике и смотровых колодцах, что в нашем случае на подпертых участках снижало скорости в 2 и более раз. Точность определения местонахождения заиленных и подпертых участков дрен зависит от частоты размещения коротажных датчиков.

5. Из условий работы закрытого дренажа представляет интерес случай напорного режима.

Напорным режимом работы характеризуется Ферганский дренаж, где под влиянием оросительных и промывных норм 10-15 тыс. $м^3$/га грунтовые воды в течение 5-7 месяцев в году нависают над трубчатой линией. Такой режим работы трубчатых линий, уложенных на глубине 2,8 - 3,2м

- показал незаиляемость и эффективное использование пропускной способности дренажных линий;

- поддерживает уровень грунтовых вод в период вегетационных поливов в середине междудрений на глубине 1,5 - 2,2м, что примерно соответствует норме осушения, ре-

комендуемой для этих условий;-обеспечивает нормальное увлажнение почв при поливах через борозду и удлинение межполивных периодов до 25-30 суток за счет капиллярного увлажнения корнеобитаемого слоя (субирригация);

- предохраняет фильтр и трубы от прямых токов оросительный воды;

- уменьшает возможность выноса питательных элементов удобрений с дренажным стоком;

- способствует хорошему самоуплотнению грунта обратной засыпки.

Таким образом, многолетние исследования за работой закрытого дренажа, проведенные САНИИРИ в различных природно-хозяйственных условиях, позволяют придти к следующим выводам:

I. Эксплуатация закрытых систем должна организовываться по детальным проектам с начала строительства и продолжаться в течение всего последующего периода. Причем, эти проекты должны предусматривать все специфические особенности, присущие отдельным этапам эксплуатации. В целях усиления контроля за ходом строительства, временная эксплуатация закрытого дренажа должна быть вверена органам, подчиненным заказчику, а при переустройстве существующей открытой сети Управлению мелиоративных систем.

2. Возможности освоения наддренных полос предопределяют физические свойства почво-грунтов обратной засыпки закрытых дрен. В условиях Ферганы и Хорезма освоение наддренных полос следует осуществлять на второй, а в условиях Голодной степи на третий год после окончания строительства дренажа.

3. Контрольно-наблюдательные колодцы являются необходимой составной частью закрытых систем (особенно в начальный период эксплуатации) и отказываться от них не следует. После стабилизации работы дрен - на 2-3 год после сельскохозяйственного освоения окружающей территории - эти колодцы должны переводиться в подземелье.

4. Эксплуатация открытых коллекторов, служащих водоприемниками для закрытых дрен, должна быть значительно усилена за счет более частых очисток и наблюдений, ликвидации поверхностных сбросов и перегораживающих сооружений, устраиваемых для целей субирригации. Обследования показали, что на существующих системах закрытого дренажа имеются все условия для устройства водоприемников закрытого типа.

5. При эксплуатации закрытых дренажных систем, в целях поисков мест повреждений трубчатых линий, могут найти широкое применение радиоактивные изотопы. Для этого в эксплуатационных органах должны быть созданы радиометрические группы, оснащенные необходимыми материалами и приборами.

6. В каждом конкретном случае особенности природно-хозяйственных условий могут оказать существенное влияние на расчетно-конструктивные элементы и характер эксплуатации закрытых систем.

Б.И.БЕЛЕСКОВ, Л.А.ГЕХТЕР,
С.И.КЕБЕРЛЕ, А.С.КОНДАКОВ,
В.В.ПЕРЕПЕЛКИНА

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИФОННЫХ ВОДОВЫПУСКОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ УЗБЕКИСТАНА

В Узбекистане построены и эксплуатируются пять крупных насосных станций. В прилагаемой таблице I приведены их основные параметры.

Все станции имеют сифонные водовыпуски, которые получили широкое распространение потому, что прекращение обратного тока воды в трубопроводе при остановке насоса осуществляется вводом воздуха через клапан срыва вакуума (КСВ), а при работе насоса он подает воду на существующую отметку уровня воды в отводящем канале.

На большинстве станций каждый насос подает воду по отдельному трубопроводу с сифонным водовыпуском. На насосной станции Хамза-I в два трубопровода подается вода от 9 насосов. В этом случае условия включения сифона значительно затрудняются.

Эксплуатация сифонов пока еще имеет существенные недостатки.
Так, период временной эксплуатации в некоторых случаях затягивается до 4 лет; после ввода насосной станции в постоянную эксплуатацию остаются дефекты проекта, как например, устройство компенсаторов в вакуумной зоне трубопровода и дефекты строительства - некачественный бетон в стенах сифона, в результате чего в последний просачивается воздух, что вызывает дополнительные потери напора.

Отсутствие рационального очертания сифона и надежной конструкции клапана срыва вакуума в нем также отражаются на нормальной эксплуатации сифонных водовыпусков.

Таблица I.

№№ пп	Станция	сумм. подача м³/сек	напор м	число агрегатов	число нитокгрубопров.	диаметр трубопровода м	мощность квт	марка насоса	тип станции	тип водопуска	тип клапана на срыва вакуума	год пуска
I.	Алатская	36	8,5	7	7	2,0	5000	ОП-5-II0	станционарные	сифонный	эл.механ. Гидропроекта	I962
2.	Каракульская	36	6,0	6	6	2,0	4500	ОП6-II0Э ОП5-II0Э				I962
3.	Хамзинская	64	48,5	9	2	3,6	45000	56В-I7			эл.механ. Узгипроводхоза	I966
4.	Куюмазарская	I00	I8	6	6	2,8	30000	ОП-II-I93 ОП-I0-I85			-"-	I966
5.	Шерабадская	I00	26,7-28,7	6	6	2,6	45000	ОП-I0-I85			эл.механ. Гидропроекта	I970

В работах, посвященных первому вопросу, основное внимание уделяется определению минимальной скорости включения сифона, величина которой и функциональная зависимость, по мнению различных авторов, разные (I,3-7).

Результаты исследований трудно сравнивать между собой - все они получены на сифонных водовыпусках, имеющих различные продольные и поперечные очертания. Какие-либо критерии, позволяющие сопоставлять гидравлические, конструктивные и эксплуатационные показатели работы сифонных водовыпусков, в литературе отсутствуют.

На основании исследований сифонных водовыпусков некоторых насосных станций Узбекистана мы предлагаем следующие критерии оценки работы сифона.

I. Минимальный расход включения - наименьшая подача насоса, при которой сифон заряжается полным сечением.

2. Потери напора в сифоне (без учета разницы скоростных напоров) - пьезометрическое давление в напорном трубопроводе перед сифоном (на расстоянии(4÷5) d от оси гребня) относительно горизонта воды в отводящем машинном канале. Именовать их рекомендуется так:

h_0 - потери напора при разреженном сифоне;

h'_n - потери напора при неполной зарядке сифона;

$h_{мин.вкл.}$ потери напора при минимальной расходе включения;

h''_n - потери напора при подачах насоса больших минимального расхода включения.

3. Оптимальная зона работы сифона, под которой понимается диапазон подач насоса, в пределах которого $h_n = k\, h_{мин.вкл.}$ (k определяется режимом работы станции).

Нами проведены эксперименты с сифонным водовыпуском круглого поперечного сечения ($d_{сиф} = d_{пр.да}$). Проверялось включение сифона при различных подачах насоса, горизонтах воды в машинном канале ($0{,}1d$; $2d$; $4d$),

углах наклона восходящей ($75°, 45°, 15°$) и нисходящей ($90°, 45°$) ветвей. Отсчет горизонта воды в напорном бассейне ведется от гребня сифона вниз к горизонту воды. Опыты проведены на воде, имеющей температуру 22°С и выстоявшейся в открытом бассейне в течение 3–4 суток , вода в сифон подавалась насосом по напорному трубопроводу длиной $\ell = 20\,d$. Подача насоса менялась от I л/сек до 8 л/сек, горизонты воды в напорном бассейне - в пределах $4\,d$. Результаты опытов представлены в безразмерных параметрах: расход $\frac{Q}{\sqrt{g}\,d^{2.5}}$, потери напора h_w/h_0 , горизонты воды H/d , где Q - подача насоса, g - ускорение силы тяжести, H - превышение гребня сифона над горизонтом воды в напорном бассейне.

Анализ результатов опытов, представленных на рис.I, где по оси абсцисс отложены подачи насоса, а по оси ординат - относительные потери напора в сифоне, позволяет сказать, что:

а) все кривые несимметричны - в левой ветви кривой (при неполной зарядке сифона) градиент потерь напора много больше, чем в правой;

б) с увеличением подачи насоса снижаются потери напора за счет более полной зарядки сифона;

в) при минимальном расходе включения потери напора в сифоне минимальные;

г) минимум выражен не явно, т.е. существует диапазон подач насоса, при которых потери напора в сифоне практически одинаковы - оптимальная зона работы сифона;

д) минимальный расход включения сифона не зависит от положения горизонта воды в напорном бассейне;

е) с уменьшением угла наклона восходящей ветви сифона возрастает значение минимального расхода включения - минимум кривой смещается вправо по оси абсцисс;

ж) в левой ветви кривой потери напора в сифоне зависят от углов наклона нисходящей и восходящей ветвей и положения горизонта воды в напорном бассейне;

з) в правой ветви кривой сифон работает полным сечением и потери напора в нем возрастают с увеличением подач насоса;

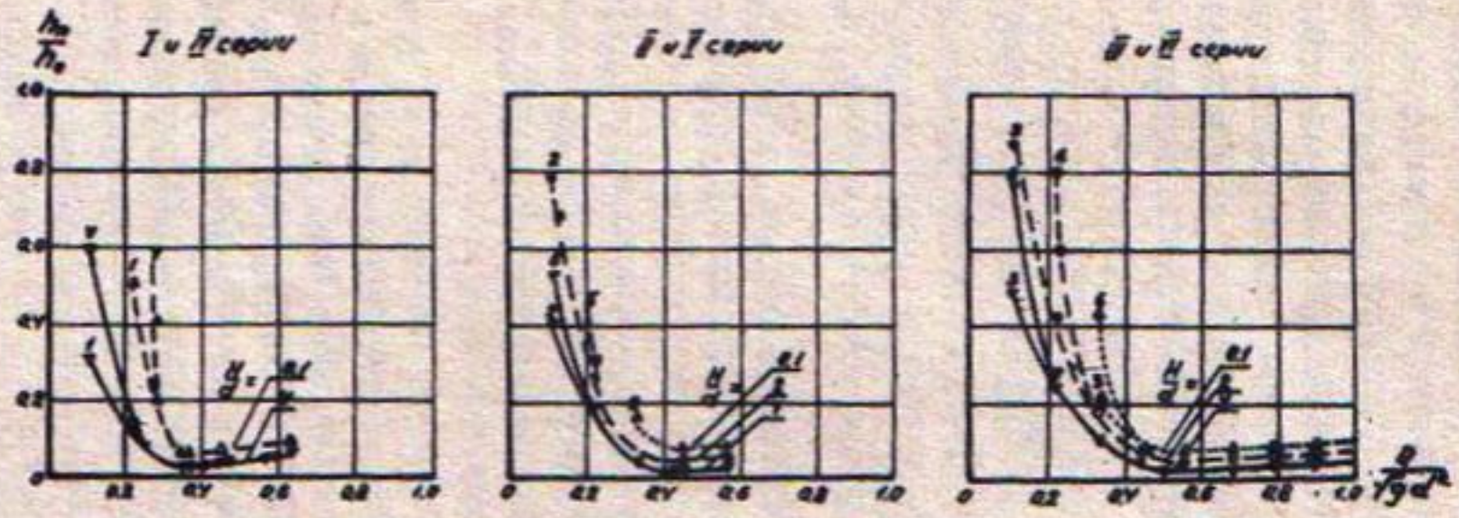


Рис. I. Кривые зависимости $\frac{h_n}{h_0} = f\left(\frac{Q}{\sqrt{g}\,d^{2.5}}, \alpha, \beta, \frac{n}{d}\right)$

Номер кривой означает серию опытов: I-(α =75°, β =90°); 2-(α =45°, β =90°); 3-(α =15°, β =90°); 4-(α =75°, β =45°); 5-(α =45°, β =45°); 6- (α =15°, β =45°).

и) оптимальная зона работы сифона при $k = 2$ находится в пределах

$$0.8\, Q_{мин.\,вкл.} < Q < 1.2\, Q_{мин.\,вкл.}$$

Таким образом, минимальный расход включения сифона зависит от угла наклона его восходящей ветви и может определяться по формуле:

$$Q_{мин.\,вкл.} = \sqrt{g}\, d^{2.5} \left(0.53 - 0.17 \frac{\alpha}{\alpha_{90°}}\right),$$

где $\alpha_{90°}$ - угол нормали к горизонту.

Потери напора в сифоне при неполной его зарядке предлагается определять по формуле

$$\frac{h_п}{h_0} = \vartheta \frac{(Q_{мин.\,вкл.} - Q)^2}{g d^5 \sqrt{H/d}\left[5(\beta/\beta_{90°})^2 - \frac{\alpha}{\alpha_{90°}}\right]} + \left(\frac{h_п}{h_0}\right)_{мин.\,вкл.}$$

Значение ϑ необходимо уточнять по мере накопления данных натурных исследований.

В последние годы САНИИРИ занимался изучением эксплуатации сифонов на Кукмазарской и Хамзинской насосных станциях. На Кукмазарской насосной станции насосы часто выходили из строя, и, по данным гидрометрических постов, не давали проектной производительности. Для проверки их работы в эксплуатационных условиях институтами ВНИИГидромаш, УралГидромаш, Уралэлектротяжмаш и САНИИРИ под руководством ВНИИГидромаша были проведены комплексные испытания станции.

В задачу испытаний сифонного водовыпуска входила проверка влияния работы сифона на изменение напора, производительности насоса и мощности электродвигателя, для чего необходимо было определить потери в сифоне и положение кривой поверхности воды в нем:

а) при работе насоса с открытыми клапанами срыва вакуума и различных подачах насоса;

б) то же после закрытия клапанов;

в) при просачивании воздуха в сифон через уплотнение клапанов срыва вакуума и смотровых люков;

г) при возможно полном устранении просачивания воздуха.

Кроме того, намечалось фиксировать изменение давления и уровня воды в сифоне при пуске насоса, закрытии и открытии клапана срыва вакуума, остановке насоса.

Испытывались первый и четвертый агрегаты с насосами ОП-10-185 и ОП-11-193 соответственно. Для освещения вопросов исследования были установлены (рис.2а) самописцы уровня, пьезометры, индуктивные датчики пульсации давления потока, реостатные датчики-уровнемеры (2).

Испытания проводились при различных расходах и напорах насоса.

Сифоны включались в работу полным сечением при расходе, равном 20-21 $м^3$/сек (рис.3). Кривая зависимости потерь в сифоне от расхода имеет не явно выраженный минимум при минимальном расходе включения. В целом же кривая $h_{потерь} = f(Q)$ довольно пологая и потери в сифоне при всех рабочих расходах невелики. Эта зона работы названа нами о п т и м а л ь н о й .

Клапаны срыва вакуума (КСВ) не обеспечивали при испытаниях полной герметичности внутренней полости сифона. Из-за подсоса воздуха через неплотно прижатые тарелки клапанов потери в сифоне составляли I,73м (на рис.3-4, точки "б") против 3,8 (4, кривая "а") при открытом КСВ. После полной герметизации КСВ потери снизились до 0,I-0,2м в зависимости от расхода (рис.4, кривая "в").

На рис.4приведены графики подачи насоса и мощности электродвигателя при разряженном и заряженном сифоне при различных углах разворота лопастей. Включение сифона и снижение напорной линии в трубопроводе вследствие этого включения, увеличивало подачу на I,2 - 2,8 $м^3$/сек в зависимости от напора. Одновременно с этим происходило снижение мощности электродвигателя на 700-900 квт также в зависимости от напора.

В 1970 году Кумазарская насосная станция перекачала ΣW= I230 млн.$м^3$ воды. Расчет показывает (табл.2), что при работе с открытыми КСВ на перекачку одного и

Таблица 2.

Расчет стоимости под"ема воды Кукмазарской насосной станцией в 1970г. при трех режимах работы сифонного водовыпуска

№№ пп	Режим работы сифона	Угол разворота лопастей	напор м	подача $м^3$/сек	мощность эл.двигателя	число часов работы	стоим. 1квт/часа рубл	к-во перекачив. воды млн.$м^3$	стоим. 1$м^3$ перекачив. воды	расход на эл. энерг. тыс. руб.
1.	Разряжен	-4	19,48	15,22	4170	22000	0,01	1230	0,000745	916
2.	Недозаряжен (обычное состояние)	-"-	16,95	16			-"-	-"-		- 820
3.	Заряжен полностью	-"-	15,22	18	3710	19000	-"-	-"-	0,000572	704

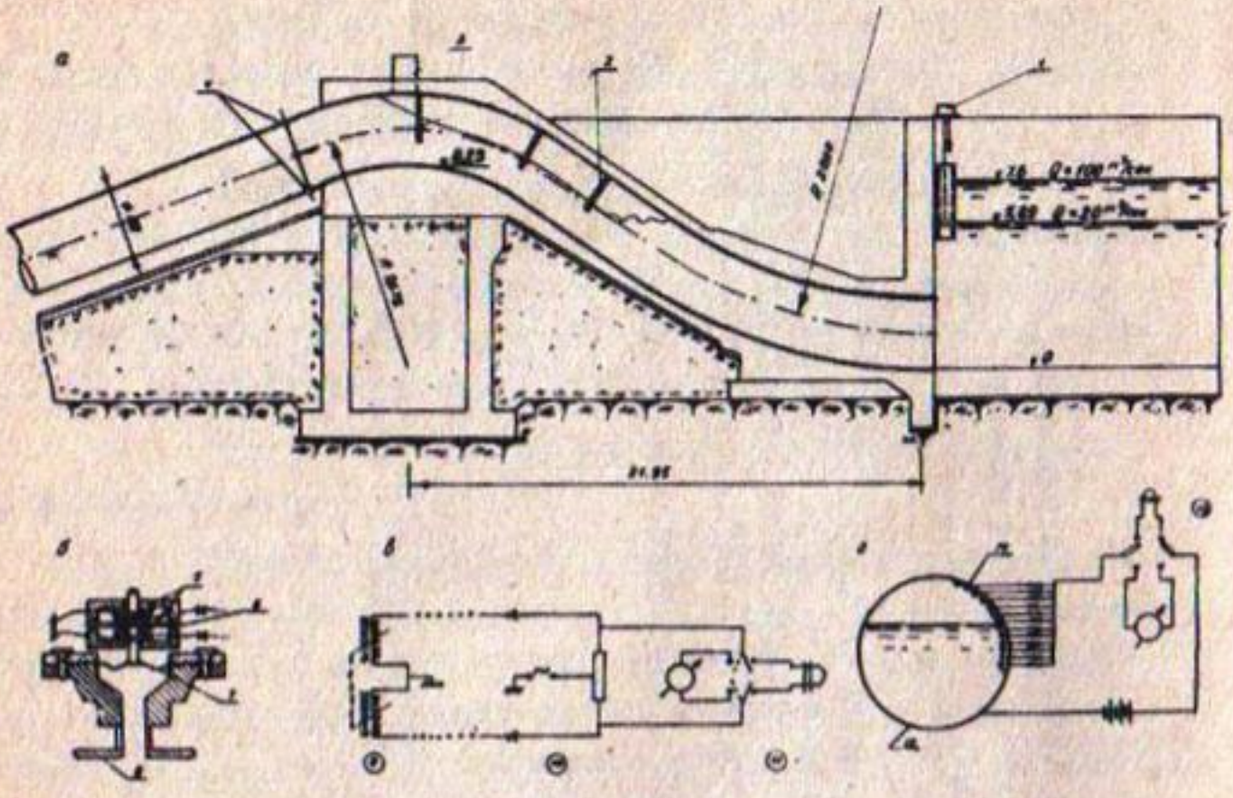


Рис.2. Сифонный водовыпуск Кукмазарской насосной станции и измерительная аппаратура:

а - сифонный водовыпуск (I-самописец уровня воды, 2-датчики-уровнемеры, 3-клапан срыва вакуума, 4-датчики пульсации давления).

б - датчик пульсации давления (5-индуктивные катушки, 6-якорь, 7-мембрана, 8-трубопровод).

в - электрическая схема включения датчика пульсации давления (9-датчик, I0-балансировочное устройство, II-осциллограф).

г - принципиальная схема датчика-уровнемера (I2-трубопровод, I3-осциллограф, I4-датчик).

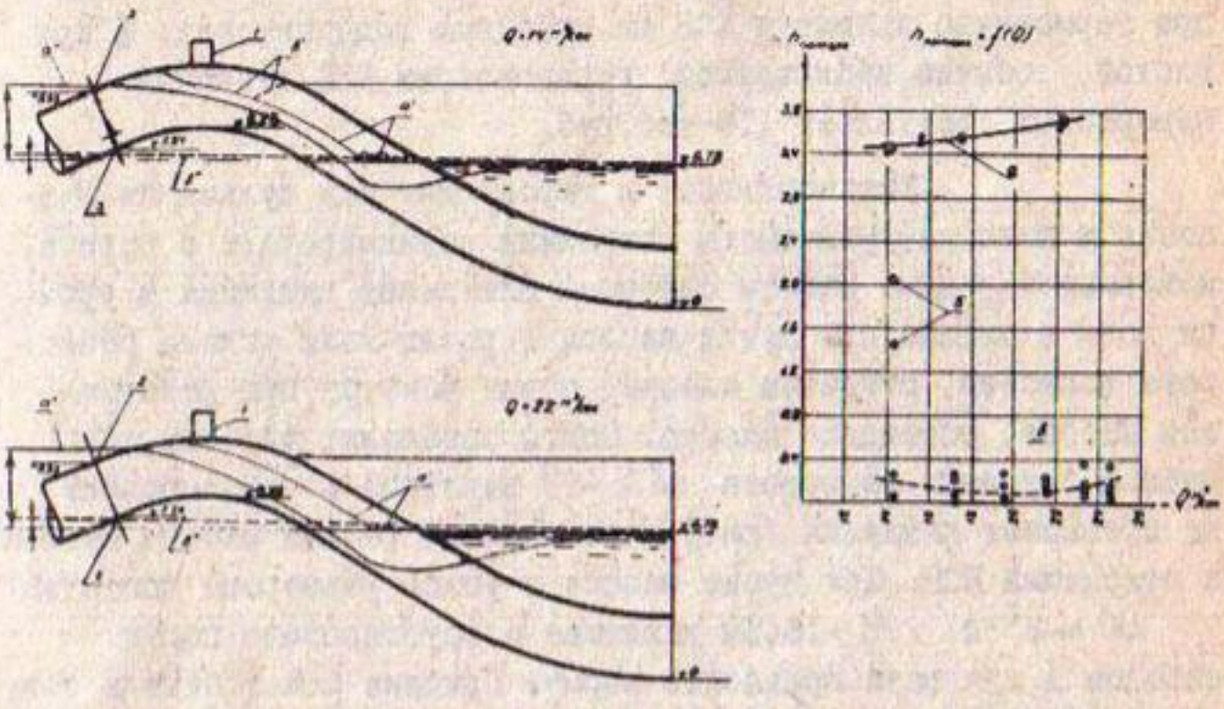


Рис.3. Включение сифонного водовыпуска и график потерь в сифоне.

(I-клапан срыва вакуума, 2-верхний датчик давления, 3-нижний датчик давления).

Условные обозначения:

а - потери
а' - водосливная поверхность } в сифоне при
а" - давление } открытом КСВ

б - потери в сифоне при закрытом КСВ (через оплотнение клапана в сифон поступает воздух).

в - потери
в' - водосливная поверхность } в сифоне при
в" - давление } закрытом КСВ

• - показания верхнего датчика
о - показания нижнего датчика

КСВ - клапан срыва вакуума.

того же количества воды на электроэнергию затрачивается на 212 тыс.руб. в год больше по сравнению с работой станции при герметично закрытых КСВ на сифонных водовыпусках, а при плохой (обычно наблюдаемой) герметизации КСВ денежный перерасход составляет 116 тыс.руб.

Установленные в сифоне датчики пульсации давления и датчики-уровнемеры позволили зафиксировать и неустановившиеся режимы работы сифона - изменение давления и уровня воды в сифоне при пуске насоса с различными углами разворота лопастей, открытии клапана срыва вакуума при работающем насосе, остановке насоса. Опыты показали, что при пуске насоса с углами разворота $\alpha > -8^0$ давление в трубопроводе не превышает давления при установившемся режиме работы насоса с открытыми КСВ. При пуске насоса с углом разворота лопастей $\alpha = -8^0$ и $H_г = 16{,}5$м давление в трубопроводе перед сифоном в два раза превысило норму. Причина может быть в том, что рабочая точка насоса находилась в неустойчивой зоне работы сифона. Пуск насосов при угле разворота $\alpha = -8^0$ на Кукмазарской станции нежелателен.

Включение сифона и ликвидация подсоса воздуха в него приводит к уменьшению пульсации давления в сифоне, но в некоторых случаях (при малых геометрических напорах) - к обратному. Причина, повидимому, заключается в переходе рабочей точки насоса (в результате снижения напора из-за включения сифона) в кавитационную зону характеристики. Подобные явления наблюдаются на Кукмазарской и Шерабадской насосных станциях при работе насосов с малыми геометрическими напорами. При работе насосов с углами разворота $\alpha = 0$ и $\alpha = +3$ пульсация давления в трубопроводе увеличивается. На этих же режимах работы наблюдается и повышенная вибрация насоса. При открытии КСВ в трубопроводе происходит мгновенное (в течение долей секунды) изменение давления с разностью, равной примерно трем метрам водного столба. Градиент изменения давления в трубопроводе перед сифоном составляет примерно 30 м вод.ст./сек. Такие резкие скачки давления неблагоприятно сказываются на работе и прочности

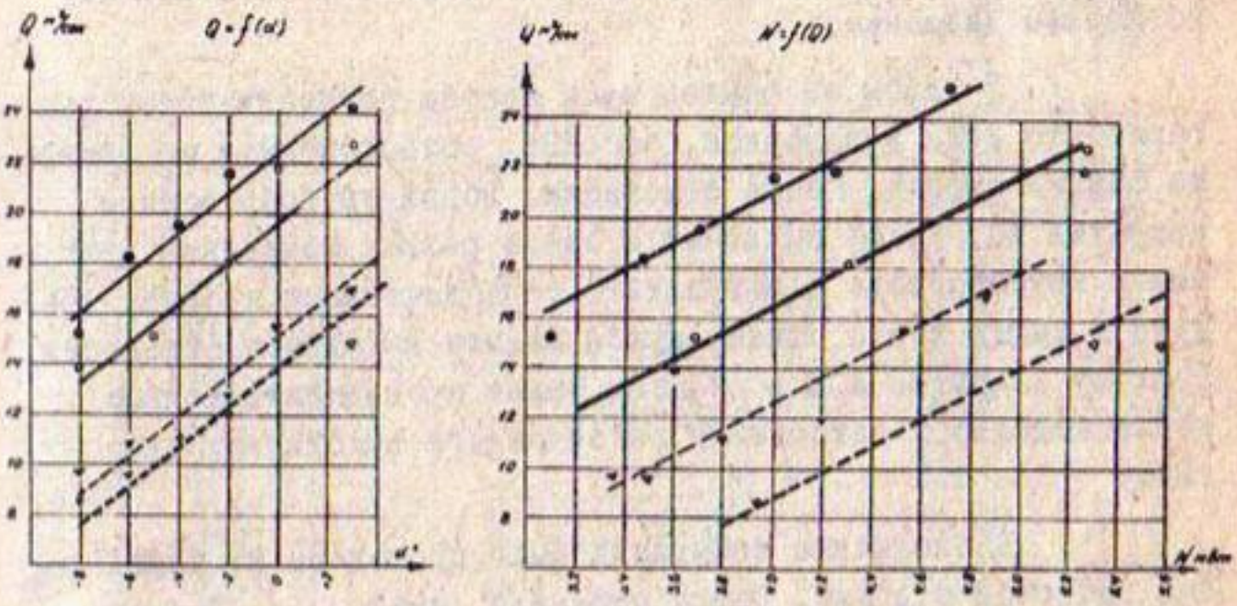


Рис.4. Графики подачи насоса и мощности электродвигателя.

Условные обозначения:

——————— КСВ закрыт
——————— КСВ открыт
$H_г$ = 16,1 - 16,5 м

– – – – – – КСВ закрыт
– – – – – – КСВ открыт
$H_г$ = 17,1 - 17,8 м

Q – подача насоса
α – угол разворота лопастей насоса
N – мощность электродвигателя
$H_г$ – геометрическая высота качания
КСВ – клапан срыва вакуума

Примечания: при построении графиков использованы материалы натурных измерений, проведенных заводом "Уралэлектротяжмаш".

насоса, поэтому открытие КСВ при работающем насосе (в качестве, например, контрольной проверки) нужно производить реже. При открытии КСВ и остановке насоса пульсация давления в сифоне имеет вид затухающей синусоиды и через 35 сек. после остановки насоса в трубопроводе устанавливается атмосферное давление.

В одном из опытов пуск насоса осуществляется при горизонте воды в напорном бассейне, расположенном на отметке шелыги сифона. После заполнения водой трубопровода и закрытия КСВ насос выключился из-за резких изменений давления в трубопроводе в результате периодического прорыва воздуха в сифон через обнажающуюся шелыгу выходного отверстия. Поэтому закрытие КСВ в сифонах можно производить только после надежного затопления водой шелыги выходного отверстия.

Аналогичные испытания были проведены на Хамаинской насосной станции. Опыты показали, что:

I) сифонные водовыпуски насосной станции включаются в работу полным сечением при работе четырех-пяти насосов на один трубопровод (при условии, что через температурные компенсаторы и клапаны срыва вакуума воздух в сифон не поступает). Потери напора в сифоне при этом составляют 0,I м (рис.5, кривая "в");

2) при работе двух насосов на трубопровод потери составляют I,0 м, что приводит к уменьшению подачи каждого насоса на 200 л/сек (рис.5);

3) работа станции с открытыми КСВ на сифонах приводит к увеличению напора до 3,3 ÷ 4,4 м при работе от одного до пяти насосов и уменьшению подачи насосов на 0,6 ÷ 3,3 $м^3$/сек;

4) при ликвидации подсоса воздуха через температурные компенсаторы потери уменьшаются на 0,2 ÷ 0,3 м вод.ст., что в масштабе всей станции приводит к увеличению производительности на 400 ÷ 600 л/сек;

5) при низких горизонтах воды шелыга выходного

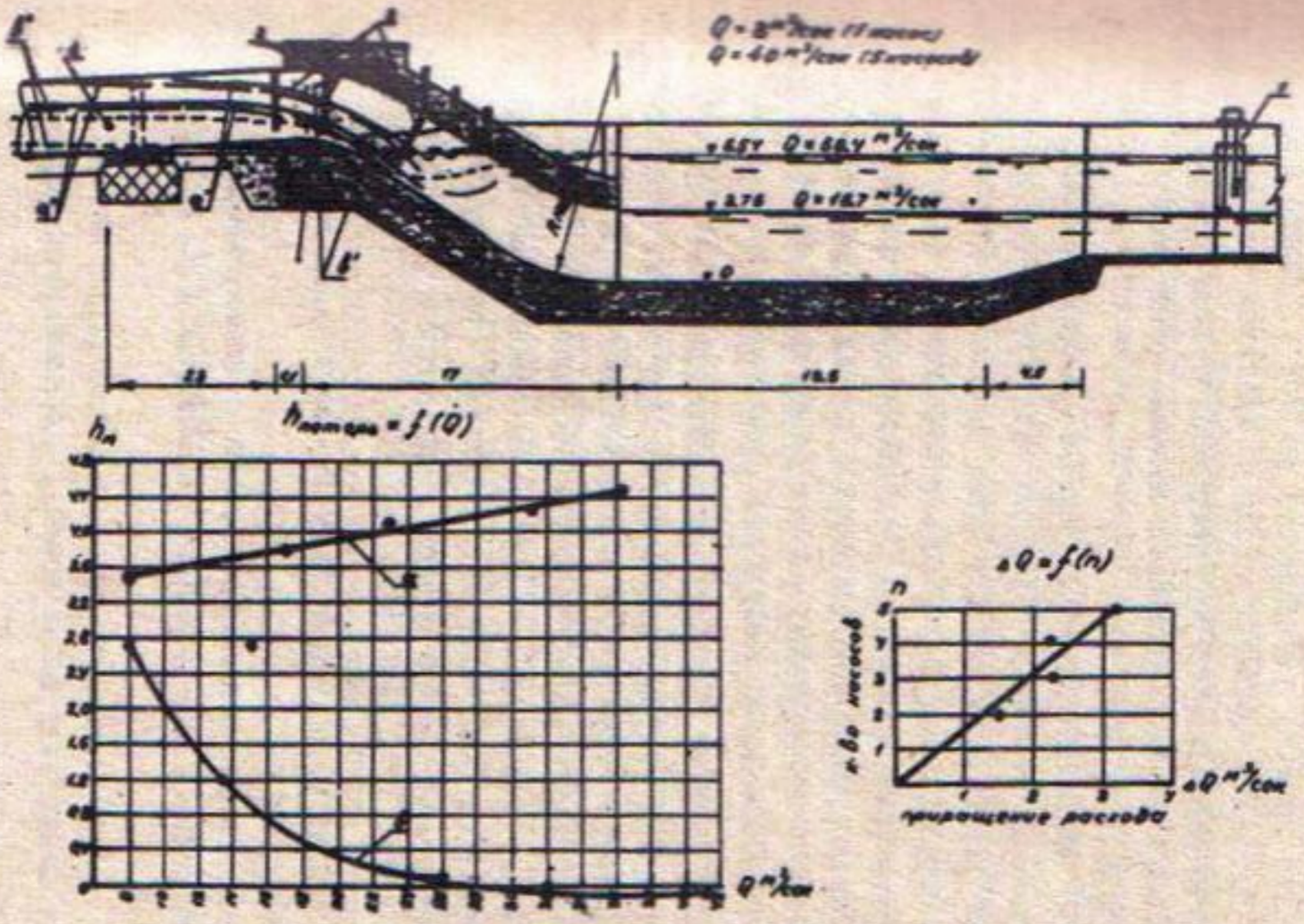


Рис.5. Сифонный водовыпуск Хамзинской насосной станции.

(I-самописец уровня воды; 2-датчики-уровнемеры; 3-КСВ; 4-датчик пульсации давления).

Условные обозначения: а - потери напора, а - поверхность воды, а - давление при открытом КСВ; в - потери напора; в - поверхность воды; в - давление при заряженном сифоне.

сечения сифона не затапливается, а т.к. напорный бассейн мал, то возникает отогнанный гидравлический прыжок, в результате чего шелыга обнажается и при более высоких горизонтах воды. Перепад горизонтов воды у сифона и в канале при открытых КСВ больше метра, после закрытия клапанов и включения сифона перепад уменьшается до 0,2 м. Опыты проводились при высоких горизонтах воды в напорном бассейне, при низких же горизонтах из-за уменьшения объема воды и ухудшения условий гашения возможен большой спад воды у выхода из сифона.

7) клапаны срыва вакуума на обеих станциях работают в тяжелых условиях - резкие суточные и сезонные перепады температуры, частые песчаные бури. Все это неблагоприятно сказывается на работе механизмов и состоянии резинового уплотнения клапанов. На Куммазарской насосной станции клапаны находятся на открытом воздухе и защищены лишь металлическими колпаками, на Хамзинской насосной станции в настоящее время построено помещение для клапанов.

Длительный опыт эксплуатации электромеханических клапанов срыва вакуума показывает, что они не обеспечивают необходимую герметичность и надежность в работе. Поэтому ведется поиск новых конструкций клапанов срыва вакуума, надежно защищающих сифон от проникновения в него воздуха и гарантирующих быстрый и надежный срыв вакуума после остановки насоса при разных горизонтах и расходах воды.

САНИИРИ проведены натурные испытания на Саятской насосной станции:

I) гидравлического клапана с электромеханическим переключателем (предложенного МАМЫШЕВЫМ Т.И. и БЕЛЕСКОВЫМ Б.И.) и

2) аэрационной трубы на восходящей части трубопровода перед вакуумной зоной (предложенной ГЕХТМАНОМ Я.А.).

Гидравлический клапан (рис.6) обеспечивает полную герметичность, а электромеханический переключатель сокращает время отключения сифона при остановке насоса до нескольких секунд (4–5 сек.). Аэрационная труба работает надежно, но выключение сифона происходит позднее - за 5–8 секунд.

Кроме того, Средазирсовхозстрой с участием САНИИРИ проводит испытание нового клапана пневматического типа с электромеханическим переключателем (предложенного МАМЫШЕВЫМ Т.И.). Предварительные опыты дали положительные результаты. Клапан обеспечивает герметичность и требуемое время срыва вакуума в сифоне при остановке насоса (3–5 сек).

Лабораторные и натурные исследования сифонных водовыпусков позволили выяснить многие вопросы, касающиеся режима зарядки, стационарной работы и разрядки сифонных водовыпусков различного очертания, провести проверку в натурных условиях надежности и достоверности результатов лабораторных исследований, провести измерения режимов работы сифонного водовыпуска, которые невозможно осуществить в лабораторных условиях, дать конкретные рекомендации по режиму эксплуатации существующих насосных станций и учесть замеченные недостатки в их работе при проектировании новых станций. Результаты всех этих проработок позволили САНИИРИ составить "Правила технической эксплуатации сифонных водовыпусков насосных станций", которые были переданы Гипроводхозу СССР - генеральному составителю "ПТЭ насосных станций".

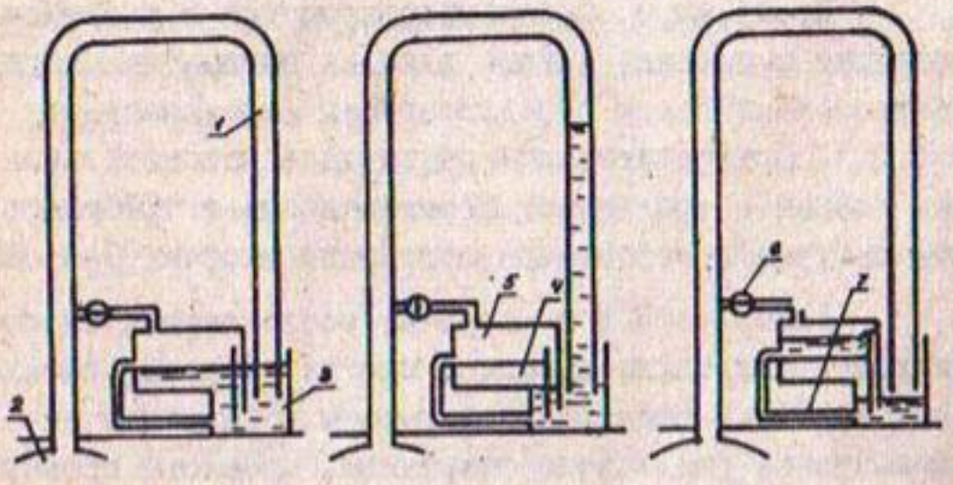


Рис. 6. Схема работы гидравлического клапана

а) исходное состояние (насос не работает);

б) рабочее состояние (насос работает, сифон заряжен);

в) срыв вакуума в сифоне при остановке насоса.

Условные обозначения:

I - воздушная труба,
2 - потолок горловины сифона,
3 - колодец воздушной трубы,
4 - камера запаса жидкости,
5 - вакуумная камера,
6 - электромеханический клапан,
7 - трубка для стока жидкости из вакуумной камеры.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. БАЗИЛЕВИЧ А.И. и КОПЫСТЯНСКИЙ О.С. "Сифонные водовыпуски с гидравлическими клапанами для срыва вакуума на трубопроводах мелиоративных насосных станций", Сборник "Гидравлика и гидротехника", № 5, Техника, К., 1967.

2. ГЕХТЕР Л.А., КОНДАКОВ А.С. "Уровнемер для исследования сифонов насосной станции", Труды САНИИРИ, вып.128, 1971.

3. НЕКРАСОВ В.М., ДРАГУНСКИЙ В.Н. "К вопросу расчета сифонных водовыпусков мелиоративных насосных станций", Труды Московского автомобильно-дорожного института, М., 1971.

4. ПАЛИШКИН Н.А., ПОДЛАСОВ А.В., ЕГОРОВ О.И. "Исследование сифонов водовыпуска Каховской насосной станции", Сборник "Мелиорация и водное хозяйство", № 10, К., 1969.

5. РЫЧАГОВ В.В. "Гидравлические режимы работы сифонов сифонных водовыпусков", Доклады ТСХА, Гидротехника и мелиорация, вып.56, 1960.

6. РЫЧАГОВ В.В. "Предельный оптимальный режим работы сифонов сифонных водовыпусков", Гидротехническое строительство, № 5, 1965.

7. РЫЧАГОВ В.В., ТРЕТЬЯКОВ А.А., ФЛОРИНСКИЙ М.М. "Пособие по проектированию насосных станций", М., 1963.

А.В.БОЧАРИН, В.К. ТЯН.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АМУБУХАРСКОГО МАШИННОГО КАНАЛА им.XXIII С"ЕЗДА КПСС

Амубухарский канал (АБК)(от р.Амударья до р.Зарафшан общей протяженностью 180 км)является крупнейшим машинным каналом Средней Азии. Вода из р.Амударья в канал подается самотеком через головное сооружение (ПК 28) до вододелителя, расположенного в 13,7 км от реки. На этом участке существовавший Амукаракульский канал расширен до нормальной пропускной способности в 124 м^3/сек. Далее вода по новому каналу поступает к Хамзинской насосной станции (ПК 492). Ее девять насосных агрегатов общей мощностью 45 тыс.квт. поднимают 66,4 м^3/сек на высоту 46м.

За насосной станцией канал на первых 57,6 км проходит по Каракульскому плато, сложенному песчаниками разной прочности, прикрытыми эоловыми песками. Далее на длине 45,3км пересекает аллювиальную равнину, сложенную песками и мелкоземами. Последние 15,7 км трасса канала проходит по сильно пересеченной местности в тяжелых геологических условиях с выходом к Кукмазарской насосной станции. Здесь установлены шесть насосов, из которых три (ОП 10-185Э) производительностью 13,5-20 м^3/сек и напором 18-24 м каждый перекачивают воду из Кукмазарского водохранилища. Остальные три насоса (ОП 11-193Э) с расходом 13,5-20 м^3/сек и напором 11-20м каждый качают воду из АБК. При общей сметной стоимости строительства 45,21 млн.руб. канал обеспечивает прирост орошаемых

площадей 17,9 тыс.га; повышение водообеспеченности 477 тыс. га и обводнение 3200 км^2 пустынных пастбищ.

Наиболее сложным элементом эксплуатации АБК является обеспечение потребного водозабора в условиях резких колебаний горизонтов и расходов р.Амударья и блуждания ее русла. В результате трехлетних исследований разработана наиболее рациональная схема двухголовного водозабора с определенными правилами их эксплуатации:

- в меженный период подачу воды осуществлять первым (основным) водозабором, проходящим вдоль коренного берега реки до выхода на фарватер, который обеспечивает водозабор в канал при минимальных горизонтах воды в реке;

- в паводковый период включать второй водозабор (предварительно выключив первый) по кратчайшему расстоянию до фарватера или мощного протока реки.

Опыт работы АБК показал, что такая система водозабора позволяет выгодно использовать устойчивое положение фарватера реки в критический период у правого берега и гарантировать водоподачу в канал первым водозабором даже в крайне маловодные годы (например, 1966,1967,1968гг.), а в паводковый период не допускать переосветления воды работой более короткого водозабора. В последнем случае наблюдается весьма интенсивное завлечение донных наносов в канал, что требует максимального сокращения времени работы второго водозабора. Работая по описанной схеме, в 1967г. удалось резко сократить об"емы механической очистки в голове канала.

Практика эксплуатации оросительной сети в среднем и нижнем течении р.Амударья показывает, что значительная часть эксплуатационных затрат падает на механическую очистку каналов от наносов. Этому в немалой степени способствует и сам метод определения потребного парка земснарядов, который назначается по месячному об"ему отложений в год 5% ной вероятности максимальной мутности (обычно май месяц). Так, в частности, был определен потребный парк земснарядов для головы АБК из расчета очистки 850тыс.м^3 в месяц.

Анализ условий работы показал, что в наиболее напряженный месяц перед головным сооружением удерживаются горизонты воды на Iм и выше потребного. Этим самым создается дополнительная резервная емкость для отложений наносов в об"еме 500 тыс.м^3, которая может быть использована для сглаживания пика об"емов их очистки. Тогда потребный об"ем очистки можно сократить с некоторым запасом до 520 тыс.м^3, считая, что дефицит очистки будет покрыт в последующие месяцы, когда об"ем поступающих наносов реако сокращается, без нарушения планового водозабора.

В период интенсивного поступления наносов в продольном направлении отстойника необходимо поддерживать равновеликие площади живого сечения. В поперечном направлении необходимо работать по оси отстойника на возможно полной глубине опускания сосуна землесоса, что увеличивает производительность земснаряда, создает профиль канала с высокой транспортирующей способностью.

Таким способом, т.е. путем периодического изменения длины участка очистки, подбора выработки по длине отстойника представляется возможным регулировать об"ем отложений действующим парком землесосов. В целях практической реализации упомянутой схемы работы разработана и предложена методика расстановки действующего парка землесосов, где подробно изложен порядок подбора участков работ, указания по составлению технического задания, порядок использования продольного профиля на расстановку землесосов и т.д.

Успешная очистка наносов в голове канала предопределила и устойчивое в целом сечение канала. Русло канала не заиляется, за исключением отдельных участков, находящихся в зоне подпора при нарушении нормального режима водоподачи. В последнем случае рекомендовано увеличивать степень осветления потока до 0,4-0,45.

Специальные исследования по гидравлическому режиму канала показали, что его коэффициент шероховатости близок к проектному, за исключением скального участка (ПК 508-ПК 877). Здесь он снизился до величины 0,02 (проектный - 0,03), что позволяет использовать существующее русло для пропуска расходов П-ой очереди АБК.

Для рационального водораспределения большое значение имеет обоснованная величина к.п.д. элементов канала. Результаты балансовых измерений и данные эксплуатационной гидрометрии показывают, что частичный транзит наносов р.Амударья приводит к интенсивной кольматации ложа канала.

Как ее следствие наблюдается постоянное снижение фильтрационных потерь и увеличение к.п.д., значения которых на третий год эксплуатации канала приведены в таблице I.

Таблица I.

Участок (ПК)	Месяц I-IУ	Месяц У-IX	Месяц X-XI
28-I37	0,99	0,99	I,0
I37-508	0,97	0,97	0,99
508-I686	0,90	0,80	I,0
I686-I786	0,98	0,99	0,99
Общий	0,85	0,77	0,98

Анализ технического состояния канала и сооружений на нем позволил выявить следующие недостатки и рекомендовать мероприятия по их ликвидации.

Участок канала от головного сооружения до вододелителя подвержен интенсивному заилению за счет подпора, создаваемого вододелителем. Сечение канала сформировалось до устойчивого с уположением откосов. С целью недопущения дальнейшего развития уположения откосов рекомендовано очистку канала проводить в удалении от урезной линии.

Головное сооружение и вододелитель имеют, в основном, одни и те же недостатки. В нижнем бьефе обоих сооружений наблюдается разрушение рисбермы из-за некачественной гравийной подготовки под плитами крепления и укладки дренажных труб, отсутствия крепления за рисбермой.

Неудачная компоновка вододелителя, когда ниже 200м устроен поворот канала, создает развитую поперечную циркуляцию с подмывом левого берега и занесением правого. Для устранения отмеченных недостатков рекомендовано произвести капитальный ремонт рисберм, устройство крепления за ними и по левому берегу канала за вододелителем на протяжении 200м.

Участок канала от вододелителя до насосной станции „Хамза" находится в динамическом равновесии. Значительные деформации местного характера наблюдаются в районе сброса № I из-за недостаточной длины крепления за рисбермой и на ПК-303 из-за надувания песка в канал.

Рекомендовано удлинить крепление рисбермы и закрепить пески в районе ПК-30I.

На начальном участке канала от насосной станции „Хамза" до Кукмазарского водохранилища русло находится в хорошем состоянии. Значительные деформации произошли за аллювиальным понижением. Практически на всем протяжении канала наблюдается интенсивное надувание песка. Сброс № 2 выключен земляной перемычкой, таким образом, АБК на протяжении более I00 км не имеет аварийных сбросов. Предложено произвести капитальный ремонт дамб на участке от ПК-830 до ПК-945, закрепить барханные пески, включить в работу сброс № 2.

Основным и единственным средством борьбы с поступлением мусора является сброс № I. Однако он не справляется со своей задачей и почти весь мусор подходит к насосной станции „Хамза", значительно осложняя работу насосов.

Для борьбы с мусором рекомендуется использовать оз.Хаджи-Саят в районе сброса № I. Подключение озера к каналу с юго-западной стороны и отвод из озера с северо-восточной создают условия для оттона мусора в мертвую зону.

В проекте АБК совершенно не разработаны вопросы зимней эксплуатации: борьба с шугой, обледенение решеток и затворов и др. В инструкции по эксплуатации АБК, разработанной нами, рекомендуется перечень мероприятий по зимней эксплуатации канала.

Начальный период работы АБК выявил ряд серьезных недостатков в проекте по учету и распределению поступающей воды.

Практически все построенные сооружения в верхних и нижних бьефах работают в режиме постоянно изменяющегося подпора. Большинство гидрометрических постов, оборудованных подвесными люльками и трубами для установки датчиков уровня воды, недостроены и не пригодны к эксплуатации.

В целях организации нормального учета и распределения воды были рекомендованы места установки новых гидропостов, их типы, хорошо зарекомендовавшие себя в производственных условиях как по головной, так и по машинной части канала.

Одновременно были проведены натурные обследования сооружений АБК. Результаты показали, что эти сооружения при незначительном дооборудовании можно использовать как водомеры

о достаточно устойчивой тарировочной кривой. Кроме того, разработаны рекомендации по оснащению сооружений водомерными устройствами. В условиях резко изменяющихся режимов работы каскада насосных станций предложено использовать эмпирическую связь между производительностью насоса и потребляемой мощностью, полученной опытным путем.

Несоответствие проектной и фактической производительности насосов каскада станций, частые остановки их по различным причинам, отсутствие условий для оперативного регулирования воды создает весьма неблагоприятный гидравлический режим работы канала, характеризуемый наличием прямых и обратных волн. Эти волны, помимо разрушительного влияния на русло, сооружения канала и гидросиловое оборудование, затрудняют учет и распределение воды. Кроме того, несинхронность работы каскада насосных станций приводит к значительным непроизводительным сбросам воды. Так, например, в 1968г. за счет вынужденных сбросов хозяйства недополучили 84 млн. $м^3$ воды, или 20,3% к плану.

Недостаточно использование емкости Кукмазарского водохранилища, которое предусмотрено в проекте для срезки пиковых нагрузок и выравнивания годового графика работы канала. При общей емкости 315 млн.$м^3$ и проектном наполнении в два невегетационных периода в об"еме 414 млн.$м^3$ и стоке 396 млн.$м^3$, фактически в 1968г. было использовано всего 50% возможного стока.

Несмотря на отмеченные недостатки в проекте и эксплуатации АБК, которые частично об"ясняются его уникальностью, технико-экономические показатели отличаются высокой эффективностью.

К примеру, только за счет стабилизации и гарантированности водообеспечения по Бухарской области с 70% до потребного повысилась урожайность хлопчатника на I0 ц/га на площади I00 тыс.га. При этом фактические показатели эффективности затрат в водное хозяйство превышают нормативные.

Анализ рационального использования Кукмазарского водохранилища показывает, что при существующей производственной мощности системы АБК возможно обеспечить водой еще 20 тыс.га земель.

Накопленный опыт эксплуатации АБК и разработанные мероприятия по ее совершенствованию, помимо своего прямого назначения, послужили хорошей основой для дальнейшего развития машинного орошения в Средней Азии. В частности, материалы комплексных исследований использовались при разработке проектов второй очереди АБК, освоения Каршинского и Джизакского массивов, составлении "Генеральной схемы водных ресурсов" р.Амударья" и др.об"ектов.

ВЫВОДЫ

Опыт эксплуатации АБК показал, что в условиях бесплотинного водозабора из р.Амударья, подвижности песков и наличия каскада насосных станций проектные проработки обязательно должны предусматривать:

- систему двухголового водозабора, обеспечивающую нормальный забор воды при изменении горизонтов и положения фарватера реки, снижения об"емов заиления и затрат на очистку от наносов.

- эффективные мероприятия по борьбе с мусором, шугой, зажорными явлениями, обмерзанием решеток и затворов, отсутствие которых серьезно осложняет эксплуатацию, снижает ее эффективность и в ряде случаев приводит к временной остановке канала;

- емкости регулирования между насосными станциями, которые увеличат использование установленных насосов, обеспечат нормальную водоподачу и тем самым повысят эффективность канала;

- увеличение запаса на длину рисберм сооружений и крепления за ними, поскольку для построенных сооружений они явно недостаточны;

- мероприятия по закреплению песков в зоне их интенсивной подвижности;

- увеличение радиуса кривизны на участках поворота канала, а при невозможности предусмотреть крепление откосов, поскольку последние являются наиболее потенциальными участками прорыва дамб в условиях резко меняющихся гидравлических режимов канала.

Р.А.УСМАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНОЙ СТАНЦИИ "ХАМЗА"

Хамзинская насосная станция входит в комплекс гидротехнических сооружений Амубухарского машинного канала (АБМК), предназначенного для орошения земель Бухарской области УзССР в районах низовья р.Зарафшан водой Амударьи и заполнения Кукмазарского водохранилища.

Вода из Амударьи самотеком поступает через регулятор (головное сооружение, расположенное в 12 км от Чарджоу) в магистральный канал, по которому, минуя вододелитель и водосбросное сооружение № I (47 км), подходит к Хамзинской насосной станции - первой ступени под"ема на АБМК, где осуществляется под"ем ее на 45÷50 м. Далее магистральный канал транспортирует воду до Кукмазарской насосной станции (вторая ступень под"ема), после которой вода поступает в канал Шахруд или в Кукмазарское водохранилище.

На Хамзинской насосной станции установлено 9 насосов типа 56В-17, приводимых во вращение электродвигателями типа ВДС0325/44-18 с числом 333 об/мин и мощностью 5000 квт.

Основные параметры Хамзинской н/с, по данным проекта "Узгипроводхоз":

Параметры	При одновременной работе 1 на один трубопровод		
	2-х насосов	3-х насосов	4-х насосов
Напор манометрич., м	45,7	47,0	48,2
Подача, $м^3$/сек	9,2	8,86	8,62
Мощность потребляемая, квт	4750	4680	4640
Коэф. полезн. действия, %	86,7	87,2	88,0
Глубина подтопления рабочего колеса, м	3,0	2,8	2,7

Режим работы станции круглогодичный. Обычно в период вегетации (апрель-сентябрь) работают 8-9 агрегатов.

Станция находится в эксплуатации с 1967г.

На рис.1 приведена рабочая характеристика насоса 56В-17, данная институтом "Средазгипроводхоз" в проекте. Однако, впоследствии завод "УралГидромаш", изготавливающий насосы, несколько изменил конструкцию колеса, что привело к изменению рабочих характеристик (даны на рис.1 пунктиром). Систематические измерения расхода в канале Хамзинской насосной станции за период 1968-1970 годы, проведенные САНИИРИ им.В.Д.Журина, подтверждают отклонение натурных параметров станции от проектных в соответствии с различиями в характеристиках (рис.1). Это значит, что ожидаемая производительность Хамзинской станции в расчетном режиме (8 агрегатов) будет на 5,6 $м^3$/сек меньше, чем предусматривалось проектом.

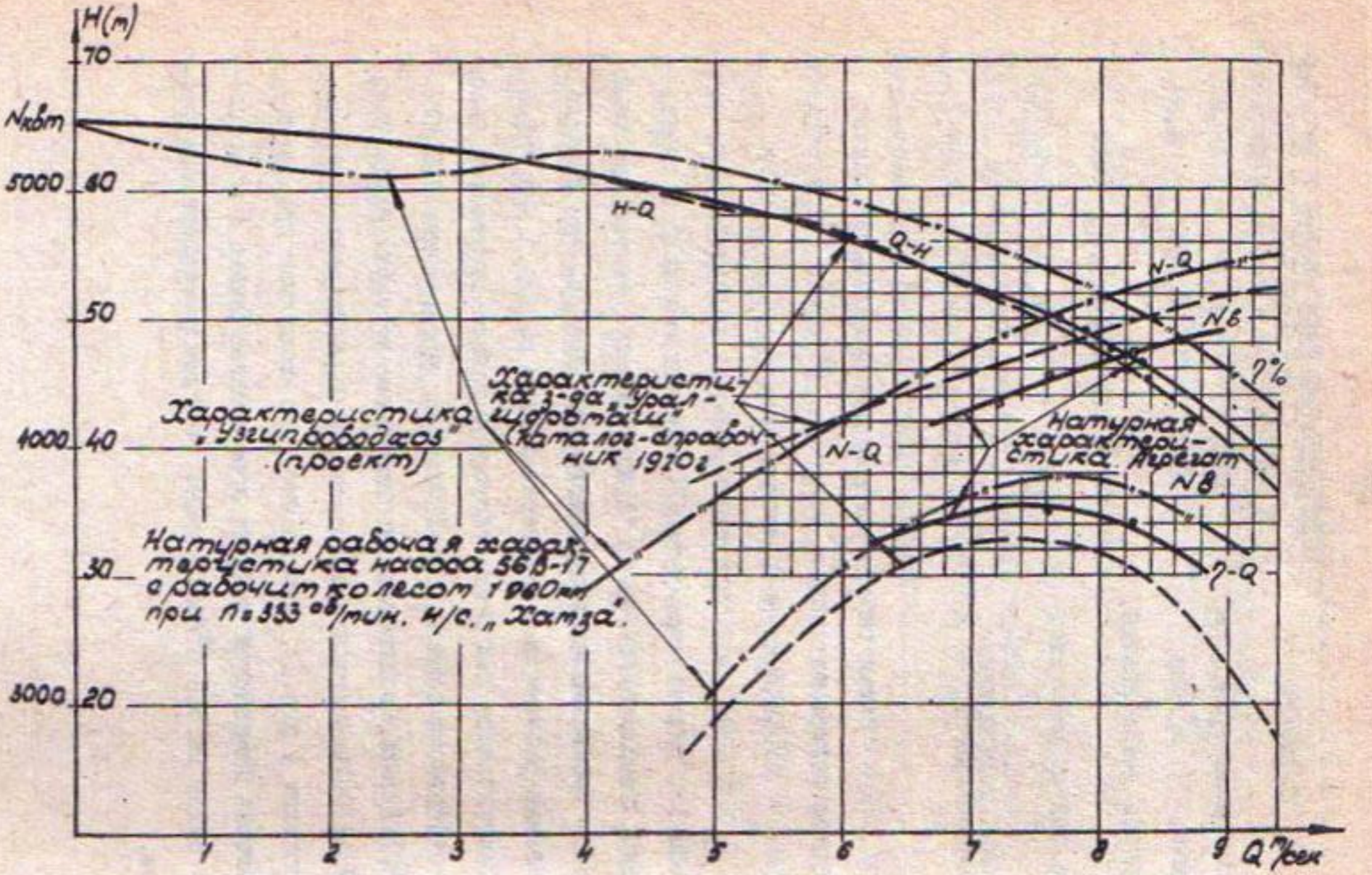

H(m)
70
Nквт
5000
60
50
4000
40
30
3000
20
H-Q
Q-H
N-Q
NB
η%
Характеристика "Узгипводхоз" (проект)
Характеристика з-да "Уралгидромаш" (каталог-справочник 1970г.
Натурная характеристика агрегат
Натурная рабочая характеристика насоса 56Б-11 с рабочим колесом 1060мм при n=333 об/мин. н/с. "Хамза".
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Q м³/сек

Рис.I.

Для выявления фактических параметров насосной станции "Хамза" в 1970-1971 гг. нами были проведены натурные испытания, в результате которых была получена натурная рабочая характеристика насоса 56В-17, определены эксплуатационные режимы станции и разработан график для определения подач станции при различных числах работающих агрегатов и различных уровнях нижнего бьефа.

Режим работы насоса 56В-17 на Хамзинской насосной станции при постоянном диаметре рабочего колеса в основном определяется следующими параметрами:

1) уровень нижнего бьефа;

2) степень заряженности сифона;

3) количество агрегатов, работающих на одну нитку трубопровода.

В течение эксплуатации указанные параметры изменяются в широком диапазоне, следовательно, также широк диапазон режимов работы насосов.

Задача исследований состояла в определении фактического диапазона режимов работы Хамзинской насосной станции и разработке рекомендаций, исключающих малоэффективные режимы.

На рис. 2 даны зафиксированные уровни нижнего бьефа, положения клапана срыва вакуума и средние числа работающих агрегатов по каждой декаде 1970-1971гг. Величины суммарных расходов определены с помощью натурных рабочих характеристик.

Уровень нижнего бьефа колеблется в диапазоне

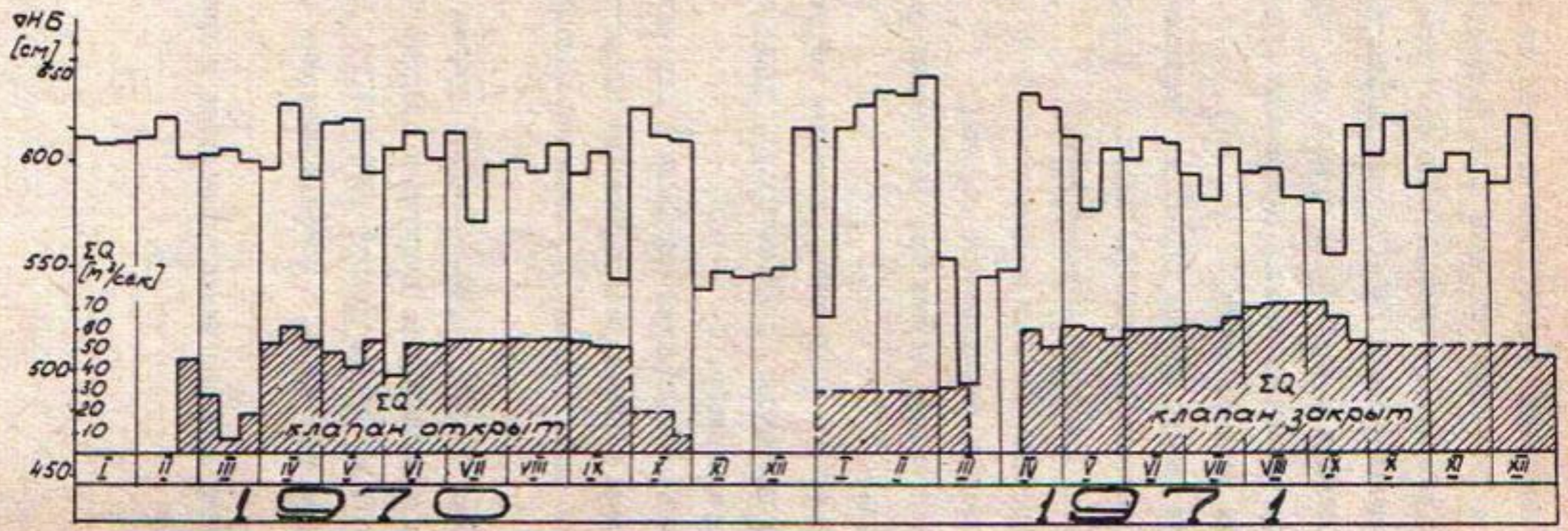


Рис.2. Уровни нижнего бьефа аванка ерь н/с "Хамза", расходы станции.

отметок 185,6 ÷ 187,8, т.е. разница составляет 2,2м. Разница отметок пьезометрических линий в сифонном оголовке напорного трубопровода в зависимости от числа работающих агрегатов и степени заряженности сифона составляет 4,5м . Гидравлические потери насосов, соединенных в одну нитку трубопровода 3,6м , находятся на уровне 1÷3м. Следовательно, максимальная величина колебания напора за период 1970-1971гг. составляет 9,7м.

Так как рассматриваемый период включает полноводные и маловодные годы, с достаточной для практики эксплуатации точностью, можно считать эту величину фактическим диапазоном колебания режимов. По расходу (рис.1) и к.п.д. соответственно имеем - 6,7 ÷ 8,6 $м^3$/сек и 87,6 ÷ 86%.

Если ограничить величину допускаемого к.п.д. при эксплуатации насоса 56В-17 - 87%, то получим диапазон оптимальных режимов. Он составляет по напору 53,7 ÷ 47м и по расходу 6,7 ÷ 8,2 $м^3$/сек.

Из рис.2 следует, что большую часть времени насосная станция "Хамза" работает в диапазоне оптимальных режимов.

Однако, в настоящее время имеется тенденция максимального увеличения производительности насосов 56В-17, которое может быть осуществлено двумя способами: x)

1) увеличение диаметра рабочего колеса насоса за счет резерва мощности двигателя;

2) изменение параметров, определяющих режим насоса (нижний бьеф, степень заряженности сифона).

x) способ увеличения оборотов ротора насосов не принимается во внимание

Из двух рассматриваемых способов можно считать рациональным - первый, т.к. в этом случае расширяется диапазон оптимальных расходов. Второй - нерациональный, т.к. увеличение расходов более 8,2 $м^3$/сек сопровождается снижением к.п.д.

Предварительные расчеты показывают, что на Хамзинской насосной станции целесообразно увеличить диаметр рабочих колес на 20-25 мм, что дает прирост производительности станции около I0 $м^3$/сек.

Напор насоса выражается:

$$H = \nabla ВБ - \nabla НБ + \Sigma h + \Delta h ,$$

где ∇ ВБ, ∇ НБ - уровни верхнего и нижнего бьефов;

Σh - суммарные гидравлические потери;

Δh - разница энергий в верхнем сечении сифона и уровня верхнего бьефа.

Величины $\nabla ВБ$, Σh и Δh являются функцией от числа работающих агрегатов, следовательно, сумма их может быть выбрана в качестве параметра. Тогда напор однозначно выражается как $H = f(\nabla НБ)$, откуда можно получить (с помощью натурной рабочей характеристики, рис.I) зависимость $Q = f(\nabla НБ)$ для фиксированного значения числа работающих агрегатов - эксплуатационный график подач насосной станции "Хамза".

Зависимости $\nabla ВБ$, Σh и Δh от числа работающих агрегатов были получены нами при натурных испытаниях

Хамзинской насосной станции. На рис.3дан график подач воды практически для всех возможных режимов эксплуатации (при закрытом клапане срыва вакуума) станции. График позволяет решить один из главных вопросов эксплуатации насосной станции - определение подачи воды насосной станцией.

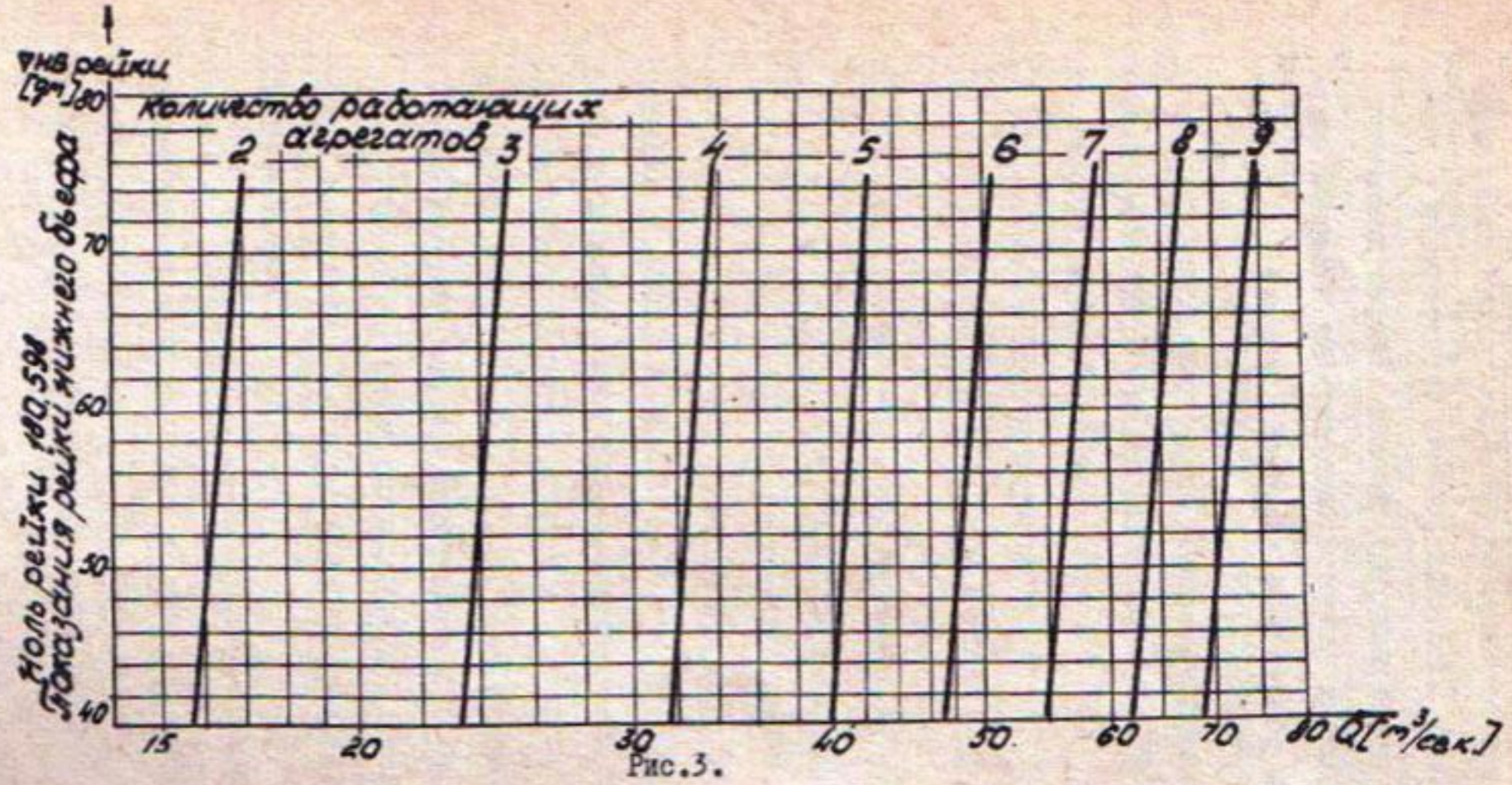


Рис.3.

ПРИМЕЧАНИЕ: I. График составлен на основе натурной рабочей характеристики насоса 56В-I7 при D = I960 мм и n = 3333 об/мин.

2. График соответствует режиму эксплуатации при закрытом клапане срыва вакуума.

3. Для определения подачи станцией при одном работающем агрегате (см.таблицу).

НБ рейки/дм/	40	45	50	55	60	65	70	75
м/сек	7,55	7,65	7,75	7,85	7,95	8,05	8,I5	8,25

М.Д.ЧЕЛИКАНОВ, Г.А.БЕЗБОРОДОВ, Х.Т.ТАШЕВ

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕРЬ ВОДЫ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ.

Основная часть воды, предназначенной для орошения, теряется во внутрихозяйственных каналах и на поле. Поэтому путем установления существующих показателей использования воды на территории хозяйств можно выявить количественную оценку потерь воды на поле и в каналах.

Наибольший интерес представляет вопрос изучения потерь воды в самых младших звеньях внутрихозяйственной сети. С целью определения величины их в Касанском районе были выбраны несколько десятков бригадных каналов с одинаковыми уклонами и пропускной способностью. На них были назначены балансовые участки, на границах которых расходы воды замерялись с помощью водосливов. По наблюденным данным определялись абсолютные и относительные потери воды на участке.

Для получения зависимости относительных потерь от расчетного расхода достаточно нанести полученные результаты на график с логарифмическими шкалами (рис.I). В связи с тем, что расчетные точки на графике имеют некоторое рассеивание, для получения зависимости $\sigma = f(Q)$ необходимо произвести их математическую обработку, для чего можно воспользоваться одним из трех методов: натянутой нити, средних и наименьших квадратов. Самым простым из них, но самым неточным, является метод натянутой нити [2] . В результате обработки опытных данных по методу наименьших квадратов оказалось, что показатель степени "n" в полученной формуле относительных потерь больше единицы. Это означает, что при постоянной длине канала с увеличением расхода абсолютные потери уменьшаются. Полученная зависимость находится в противоречии с физической сущностью явления фильтрации воды из каналов.

Поэтому появилась необходимость установить связь почвогрунтов хозяйств с водопроницаемостью. Такая связь была установлена для Кашкадарьинской области на основе почвенных карт М I:200 000 при проведения работ по районированию орошаемых земель в целях применения наиболее целесообразных способов и техники полива [3] .

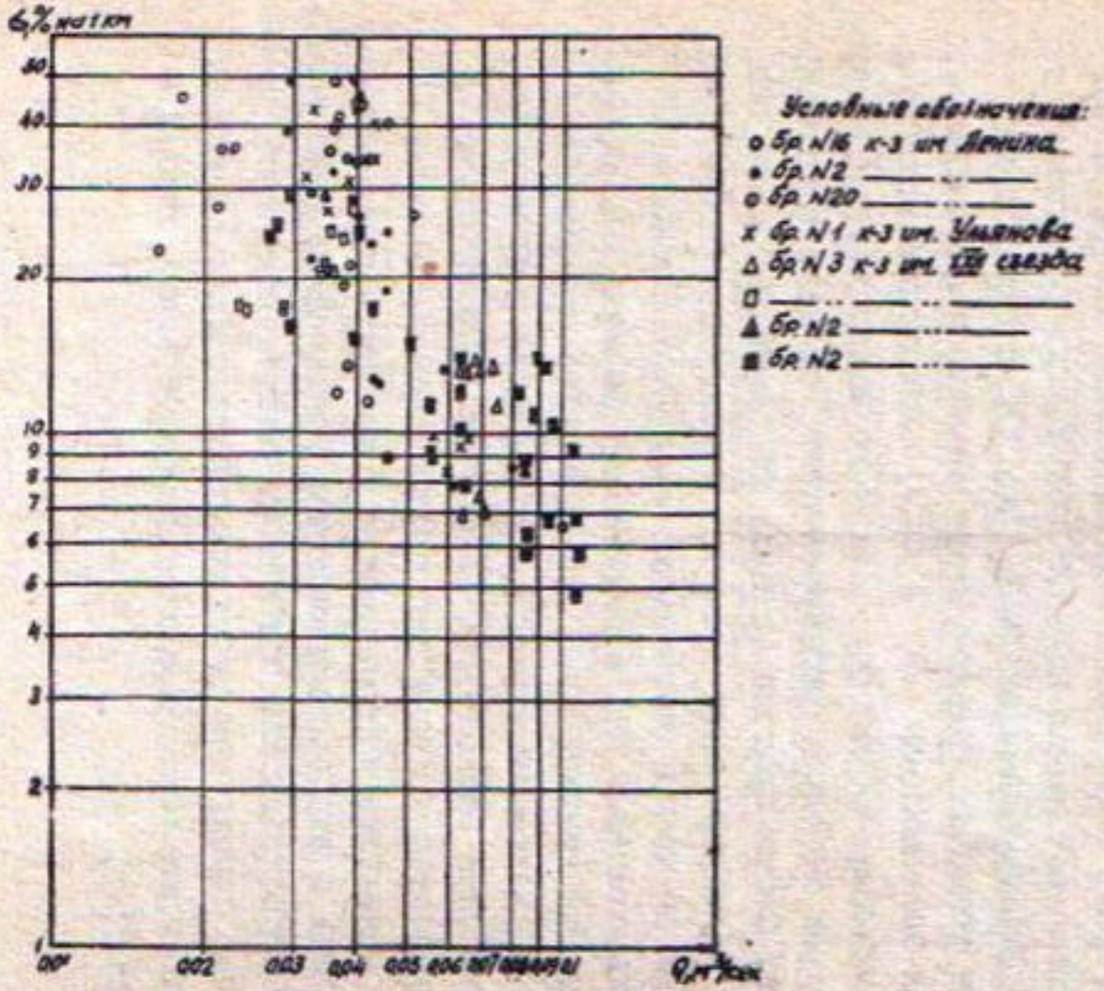


Рис. I. Зависимость $\delta = f(Q)$ для каналов с переменной рабочей длиной в Касанском районе.

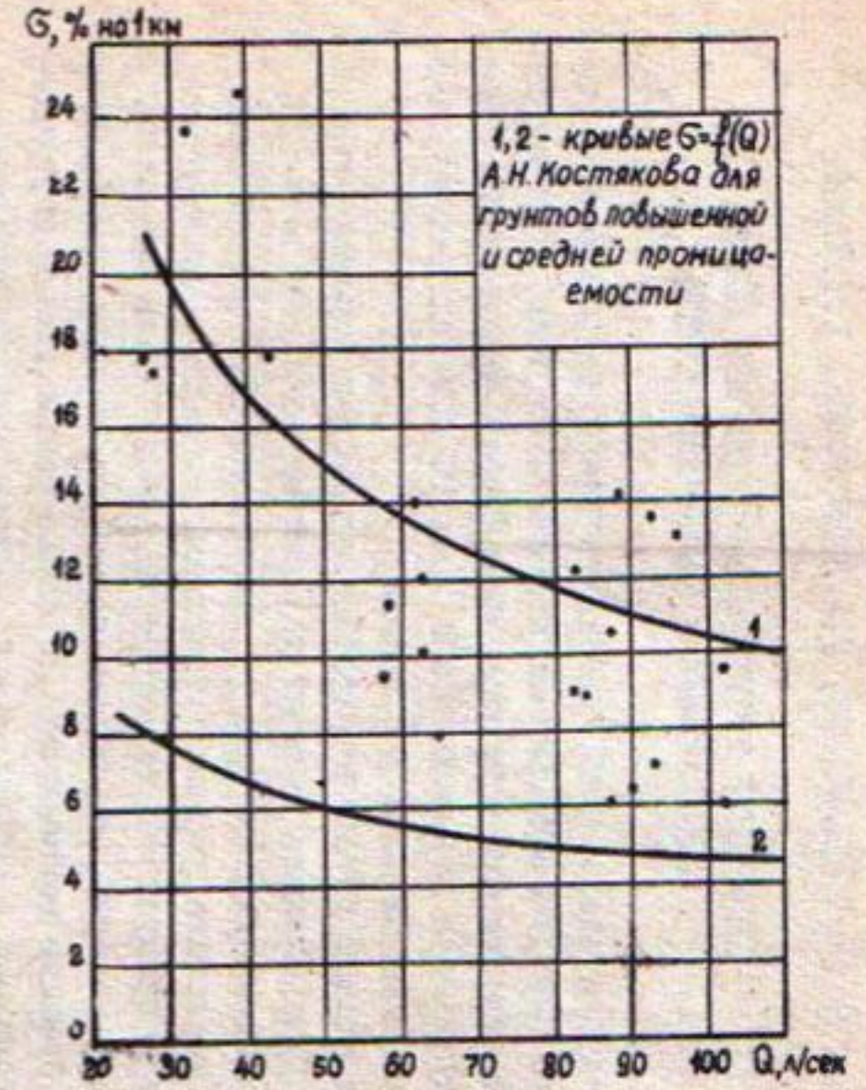


Рис. 2. Зависимость $\delta = f(Q)$ в бригадном канале на грунтах 5балла водопроницаемости.

Пользуясь почвенными картами М I:IO 000, для опытных хозяйств было осуществлено районирование почво-грунтов по баллам водопроницаемости. В результате районирования оказалось, что в хозяйствах Касанского района почво-грунты имеют 2, 3, 4 и 5 баллы водопроницаемости. Нанеся внутрихозяйственную оросительную сеть на карту с показанием результатов районирования, можно проводить исследования по определению потерь воды в каналах, расположенных на почво-грунтах с определенным баллом водопроницаемости.

Нами проведены исследования по бригадному каналу (бригада № 5) колхоза им. XXII Партсъезда. Канал проложен на почво-грунтах 5 балла водопроницаемости. В середине этого канала выбран балансовый участок длиной 400 м, на границах которого были установлены водосливы.

По замеренным данным на рис. 2 построен график $\sigma = f(Q)$, из которого видно, что основная масса точек лежит в области, заключенной между функциями А.Н.Костякова для грунтов повышенной и средней проницаемости. Для того, чтобы эти данные были сопоставимы с показателями для других каналов, необходимо получить параметры А и n в формуле А.Н.Костякова. Для этого достаточно нанести точки из графика на рис.2 на график с логарифмическими шкалами, предварительно отбросив сомнительные точки. Построив точки на логарифмическом графике, можно убедиться, что результаты наблюдений лежат около прямой линии. Для нахождения коэффициентов уравнения прямой с помощью метода наименьших квадратов результаты наблюдений необходимо представить в следующей форме (табл.I).

Таблица I

№ п/п	Q	σ	$\lg Q$	$\lg \sigma$	$\lg Q \lg \sigma$	$(\lg Q)^2$
I.	0,093	6,8	-I,03I	0,833	-0,858	I,06
2.	0,I04	4,8	-0,982	0,682	-0,67	0,968
3.	0,I06	5,9	-0,974	0,77I	-0,75	0,95
4.	0,0852	6,5	-I,070	0,8I4	-0,87	I,I4
5.	0,070	7,2	-I,I54	0,858	-0,99	I,34
6.	0,083	6,0	-I,080	0,779	-0,84	I,I6
7.	0,063	8,0	-I,200	0,903	-I,08	I,44
8.	0,054	9,3	-I,268	0,969	-I,23	I,6I
			-8,759	6,609	-7,288	9,668

Параметры уравнения прямой определяются в результате решения системы двух уравнений [2]

$$\left.\begin{aligned} N \lg A + n \sum_{i=1}^{N} \lg Q_i &= \sum_{i=1}^{N} \lg \sigma_i \\ A \sum_{i=1}^{N} \lg Q_i + n \sum_{i=1}^{N} (\lg Q_i)^2 &= \sum_{i=1}^{N} \lg Q_i \lg \sigma_i \end{aligned}\right\} \quad (I)$$

Подставляя в эти уравнения табличные данные, получаем следующую систему уравнений

$$\left.\begin{aligned} 8 \lg A + 8{,}759\, n &= 6{,}609 \\ -8{,}759 \lg A - 9{,}668\, n &= -7{,}288 \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Решение этой системы дает $n = 0{,}65$, $A = 1{,}29$.

Таким образом, формула для определения потерь воды из каналов в грунтах 5-го балла водопроницаемости будет выглядеть так:

$$\sigma = \frac{1{,}29}{Q^{0{,}65}}. \quad (3)$$

В результате обработки опытных данных, полученных для каналов, проложенных в почво-грунтах с различной водопроницаемостью, аналогичным образом выведены формулы, выражающие зависимость $\sigma = f(Q)$.

Для каналов, проходящих в почво-грунтах повышенной водопроницаемости (2 балл), относительные потери находятся в следующей зависимости от расхода

$$\sigma = \frac{2{,}85}{Q^{0{,}77}}; \quad (4)$$

для почво-грунтов средней водопроницаемости (3 балл)

$$\sigma = \frac{1{,}78}{Q^{0{,}7}}; \quad (5)$$

для почво-грунтов пониженной водопроницаемости (4 балл)

$$\sigma = \frac{1{,}47}{Q^{0{,}67}}. \quad (6)$$

На графике рис.3 показаны зависимости $\sigma = f(Q)$: сплошной линией – полученные в результате исследований, пунктирной – предложенные А.Н.Костяковым.

Из графика видно, что линии $\sigma = f(Q)$, полученные для каналов непрерывного действия с переменной рабочей длиной, почти параллельны, а относительно линии А.Н.Костякова расположены под углом примерно в 10°.

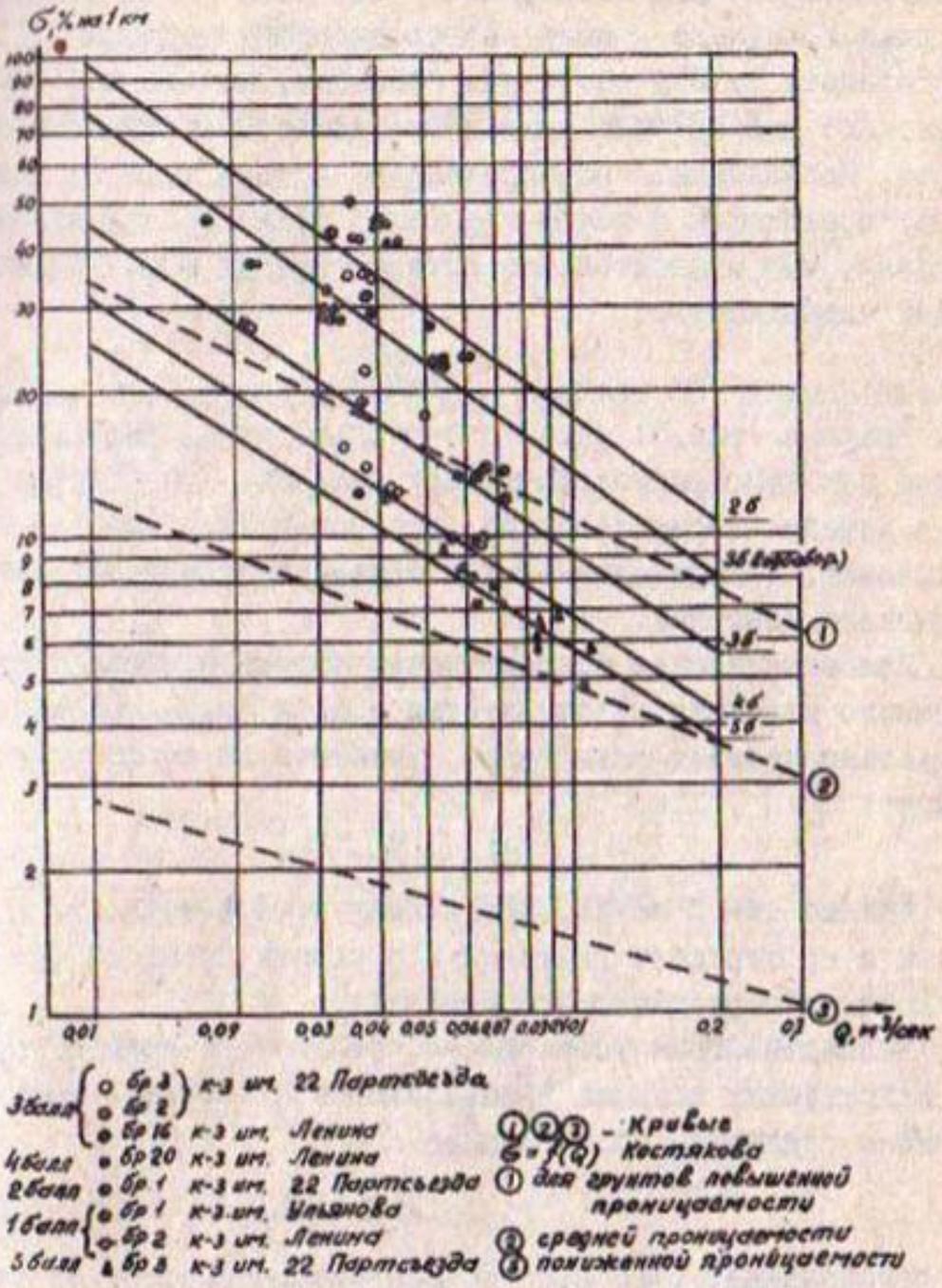


Рис.3.Зависимость относительных потерь воды от расхода в бригадных каналах Кашкадарьинской области.

Эти результаты и выводы относятся, как говорилось выше, к бригадным каналам непрерывного действия с переменной рабочей длиной. Однако к концу вегетационного периода 1971 г. при дефиците воды в источнике орошения, многие хозяйства Касанского района были вынуждены ввести межбригадный водооборот. Исследования по определению потерь воды из таких каналов, проходящих в почво-грунтах 3 балла водопроницаемости, показали, что относительные потери связаны с расходами следующей зависимостью:

$$\sigma = \frac{2,48}{Q^{0,74}} \qquad (7)$$

и на графике (рис.3) лежат значительно выше прямой, полученной для непрерывно работающих каналов. Это говорит о том, что в каналах периодического действия в виду наличия стадии впитывания, потери оказываются большими, чем в каналах непрерывного действия.

Для определения относительных потерь в каналах периодического действия рекомендуется потери воды, соответствующие установившейся фильтрации, умножить на коэффициент динамичности [4], т.е.

$$\sigma = \frac{A}{Q^n} \beta_{t,\varphi} \qquad (8)$$

Однако такой метод определения потерь воды является неточным и не отражает физическую сущность процесса фильтрации для каналов периодического действия.

Исследованиями установлено, что потери воды в периодически действующих каналах в зависимости от времени могут быть выражены следующим соотношением:

$$\sigma_t = \frac{B}{t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}, \qquad (9)$$

которое означает, что процесс фильтрации состоит из двух стадий.

Для определения параметров этой формулы необходимо полевыми исследованиями установить продолжительность стадии впитывания и зависимость $\sigma = f(t)$ для почво-грунтов различной водопроницаемости. Параметр В находится из выражения (9) при подстановке в него t = I час:

$$B = \sigma_1 - \frac{A}{Q^n} \qquad (10)$$

Параметр „α" определяется из выражения (9) при подстановке в него опытных t и соответствующих σ_t :

$$t^{\alpha} = \frac{B}{\sigma_t - \frac{A}{Q^n}}. \qquad (11)$$

Логарифмируются обе части этого выражения:

$$\alpha \lg t = \lg \left[\frac{B}{\sigma_t - \frac{A}{Q^n}}\right], \qquad (12)$$

откуда:

$$\alpha = \frac{\lg \frac{B}{\sigma_t - \frac{A}{Q^n}}}{\lg t}. \qquad (13)$$

После нахождения параметров формулы (9) определяются абсолютные потери

$$S = 0{,}01\, l\, Q \left(\frac{B}{t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}\right). \qquad (14)$$

Объем потерь за период dt составляет:

$$S\,dt = 0{,}01\, l\, Q \left(\frac{B}{t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}\right) dt. \qquad (15)$$

Интегрируя (15), получим:

$$V_{пот.} = 0{,}01\, l\, Q \int_0^t \left(\frac{B}{t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}\right) dt, \qquad (16)$$

$$V_{пот.} = 0{,}01\, l\, Q \left[\frac{B t^{1-\alpha}}{(1-\alpha) t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n} t\right], \qquad (17)$$

$$V_{пот.} = 0{,}01\, l\, Q t \left[\frac{B}{(1-\alpha) t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}\right]. \qquad (18)$$

Определяется коэффициент полезного действия канала

$$\eta = \frac{Qt - V_{пот.}}{Qt} = 1 - \frac{V_{пот.}}{Qt} \qquad (19)$$

Подставив выражение (18) в (19), получим

$$\eta = 1 - \frac{0{,}01\, l\, Q t \left[\frac{B}{(1-\alpha) t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}\right]}{Qt} = 1 - 0{,}01 \left[\frac{B}{(1-\alpha) t^{\alpha}} + \frac{A}{Q^n}\right]. \qquad (20)$$

Исследования по установлению изменения потерь воды во времени проводились в бригадном канале к-за им.Ленина, когда бригадные каналы работали поочередно в течение трех суток. Вследствие малой продолжительности работы канала, установить период стадии впитывания не удалось. Однако результаты, полученные по этим непродолжительным наблюдениям, пока-

зывают полное совпадение с результатами М.М.Кабакова, полученными им для каналов периодического действия, проходящих в грунтах 3 балла водопроницаемости [I] . Таким образом, выражение (9) для таких каналов принимает вид:

$$\sigma_t = \frac{56,5}{t^{0,69}} + \frac{1,78}{Q^{0,7}} . \qquad (21)$$

В дальнейших исследованиях будут установлены зависимости, подобные (21), для каналов периодического действия, проходящих в грунтах 2,4 и 5 балла водопроницаемости.

Все приведенные выше зависимости были получены в результате исследований, проведенных в хозяйствах Касанского района.

Для проверки их в других условиях в том же году были проведены исследования в Чиракчинском районе и обработаны результаты полевых исследований предшествующих лет, поставленных в Китабском и Гузарском районах Кашкадарьинской области. Кроме того, были использованы материалы Ферганской экспедиции САНИИРИ и М.М.Кабакова, полученные для условий Киргизии.

Результаты обработки этих материалов нанесены на график (рис.4), из которого видно, что все вновь полученные точки плотно лежат около прямых, соответствующих потерям воды из каналов Касанского района. Это говорит о том, что полученные зависимости (3) - (6) достаточно точно аппроксимируют относительные потери в бригадных каналах, расположенных на почво-грунтах 2-5 баллов водопроницаемости.

Бригадные каналы в течение вегетационного периода имеют переменную рабочую длину. Поэтому рекомендуется для определения абсолютных потерь вводить в формулу средневзвешенную длину канала, для чего необходимо иметь схему бригадной сети. В качестве примера возьмем бригадный канал двухстороннего командования, с каждой стороны которого расположено по 6 поливных участков площадью 6-10 га. С одной стороны участки имеют номера I,3,5,7,9,II и с другой - 2,4,6,8,I0,I2.Допустим, что одновременно могут поливаться два любых участка, т.е. имеет место любое сочетание двух

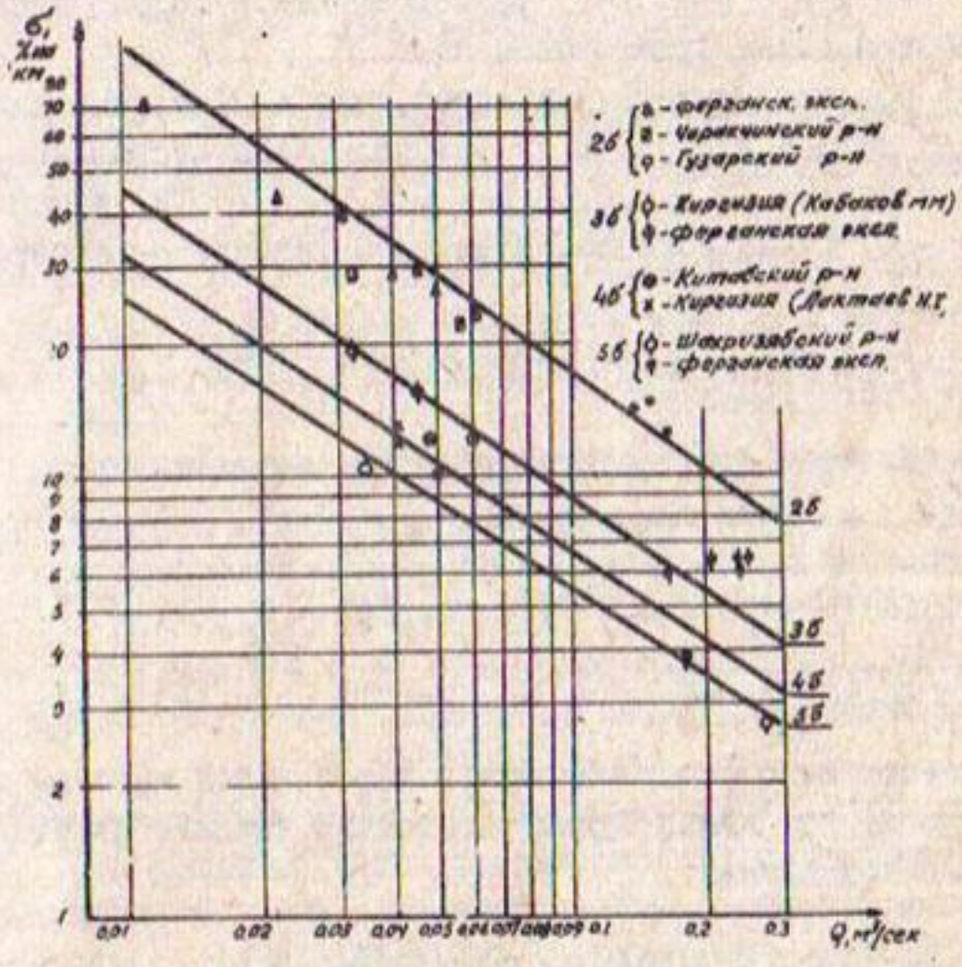


Рис.4. Относительные потери воды в бригадных каналах по опытам других авторов.

поливаемых участков из I2. Тогда число всевозможных сочетаний 2 из I2 составит:

$$C_n^2 = \frac{12!}{2!\ 10!} = 66$$

Теперь необходимо выяснить соотношение между номерами поливаемых участков и длиной бригадного канала. Очевидно, что при подаче воды в I и II, в 7 и II или в 6 и I2 поливные участки канал будет работать полной длиной и, наоборот, при поливе I и 2 участков, расположенных в голове канала, его рабочая длина будет равна нулю.

Из обработанных данных видно, что в 2I случае канал работает полной длиной, в I7 рабочая длина составляет 0,8 полной длины, в I3 - 0,6, в 9 - 0,4, в 5 - 0,2, в одном случае - 0. Таким образом, имеются 6 гипотез с вероятностями:

$P(H_I) = I$, $P(H_2) = 0{,}8$, $P(H_3) = 0{,}6$, $P(H_4) = 0{,}4$,
$P(H_5) = 0{,}2$, $P(H_6) = 0$

Первой гипотезе соответствует условная вероятность

$P_{H_1}(A) = \frac{21}{66} = 0{,}318$, второй - $P_{H_2}(A) = \frac{17}{66} = 0{,}257$, третьей - $P_{H_3}(A) = \frac{13}{66} = 0{,}197$, четвертой - $P_{H_4}(A) = \frac{9}{66} = 0{,}137$, пятой - $P_{H_5}(A) = \frac{5}{66} = 0{,}076$, шестой - $P_{H_6}(A) = \frac{1}{66} = 0{,}015$.

В соответствии с формулой полной вероятности находим вероятность того, что канал будет работать в течение поливного периода полной длиной:

$$P(A) = \sum_{i=1}^{n} P(H_i) \cdot P_{H_i}(A); \qquad (22)$$

$P(A) = I \cdot 0{,}318 + 0{,}8 \cdot 0{,}257 + 0{,}6 \cdot 0{,}197 + 0{,}4 \cdot 0{,}137 +$
$+ 0{,}2 \cdot 0{,}076 + 0 \cdot 0{,}015 = 0{,}7I$

Исследования показывают, что эта вероятность зависит от схемы бригадной сети и находится в пределах 0,55–0,76.

В результате обработки наблюдений за потерями воды во внутрихозяйственных и межхозяйственных каналах Кашкадарьинской области получена следующая зависимость:

$$\sigma = \frac{4,66}{Q^{0,5}} \qquad (23)$$

Для бетонированных каналов получена зависимость:

$$\sigma = \frac{0,9}{Q^{0,42}} \qquad (24)$$

Сравнение потерь воды по каналам с бетонной облицовкой и без нее показывает, что бетонирование уменьшает относительные потери воды от 3 до 5,5 раз (рис. 5).

Изучение существующей техники полива

Техника полива в колхозах Кашкадарьинской области несовершенна, элементы ее (головной расход, длина борозды и время полива) применяются вне зависимости от уклона, водопроницаемости, требуемой нормы и назначаются по традиции и опыту каждого поливальщика без стремления уменьшить расходование воды и поэтому такой полив обладает существенными недостатками:

1) завышаются затраты оросительной воды и наблюдается неравномерность увлажнения поливных участков;

2) наблюдается низкая производительность труда при поливе;

3) из-за густой сети временных оросительных устройств уменьшается производительность с/х машин при обработке полей.

Полевые исследования, проведенные в 1970-1971 г.г. показали, что поливные нормы превышают 1600 $м^3$/га. Техника распределения воды на поливных участках примитивная, т.е. применяются обычные салфетки из бумаги и полиэтиленовой пленки.

Чтобы улучшить КИВ и правильно назначать элементы техники полива, Отдел орошения САНИИРИ провел исследования по этим вопросам.

Как известно, при расчете и назначении элементов техники полива, т.е. поливной струи и времени полива, необходимо иметь данные о скорости добегания струи по отрезкам сухой борозды, по величине которой производится увязка длины бо-

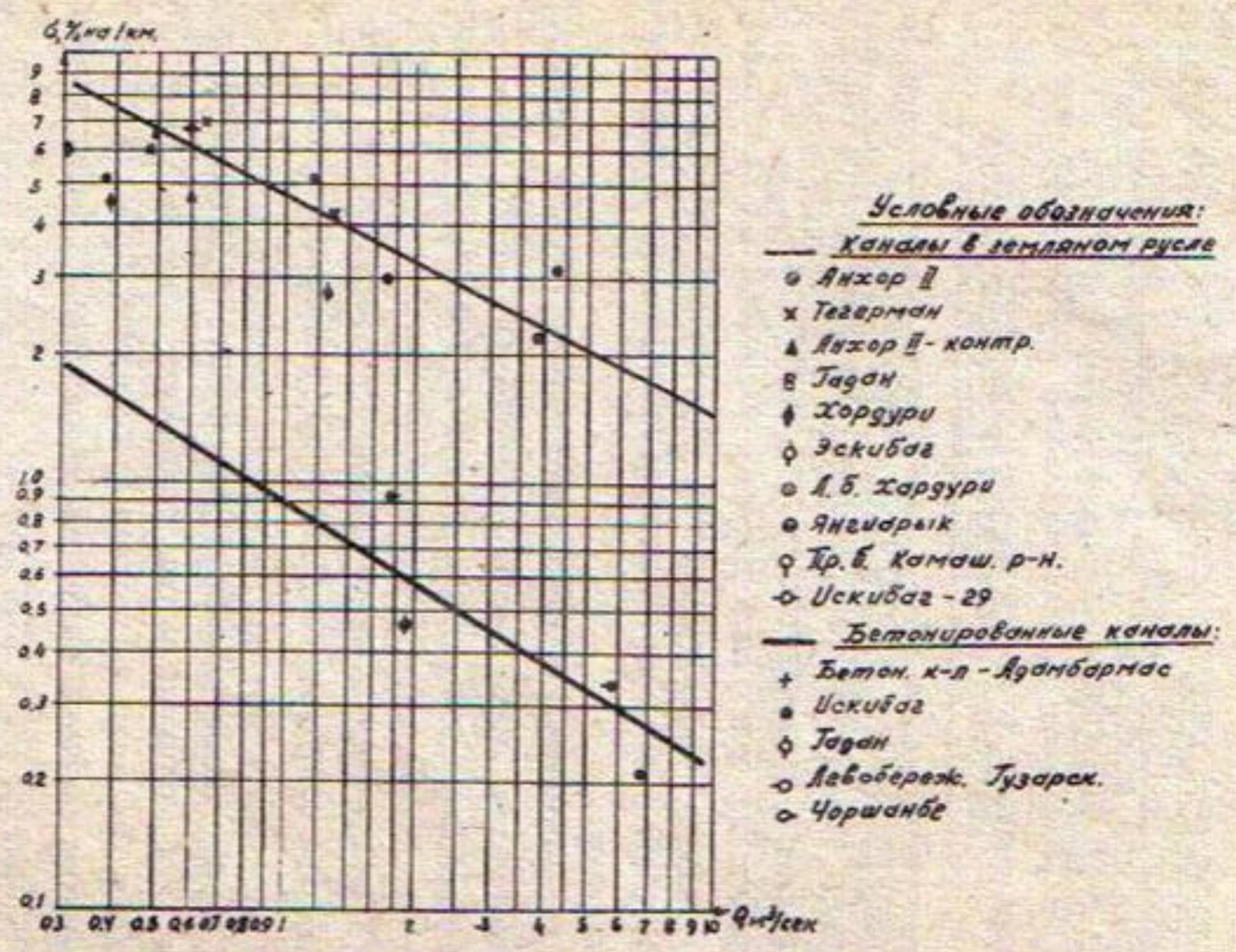


Рис.5. Относительные потери воды в земляных и бетонированных каналах.

розды, количества подаваемой в них воды и продолжительности подачи с глубиной увлажнения корнеобитаемого слоя и впитывающей способностью данной почвы.

Для проведения опытов по определению скорости движения воды по сухой борозде, на опытном участке были выбраны 3 группы борозд, в каждой - по 9 борозд, из которых 3 опытные, и 6 защитных.

В голове опытных борозд устанавливался треугольный водослив Томсона, а затем пускался и поддерживался постоянный расход воды. По мере продвижения струи по сухой борозде, расходы в защитных бороздах регулировались так, чтобы скорость движения воды в них была бы одинаковой с опытными.

На опытных бороздах, начиная от головной части, через 50 м устанавливались вешки. Момент продвижения конца струи по створам фиксировался по части.

Основные параметры, которые необходимы для расчетов элементов техники полива по методике Н.Т.Лактаева, - следующие:

q - головной расход борозды (л/сек);

t - время добегания струи по створам, м;

i - уклон борозды.

При проведении опытов по технике полива были замерены поливные нормы, сброс и определен КПД (таблица 2) техники полива.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать следующие элементы техники полива для Кашкадарьинской области (табл.3).

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Производственные исследования на оросительных системах, АН КиргССР, Фрунзе, 1961.
2. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта, М.,1970.
3. Лактаев Н.Т. Районирование орошаемых земель в целях применения наиболее целесообразных способов полива и техники полива сельскохозяйственных культур. Труды САНИИРИ, вып. 127, Ташкент, 1971.
4. Кабаков М.М. Методы обработки результатов наблюдений за потерями воды в периодически действующих каналах. Изв.АН КиргССР,т.IУ, вып.10,Фрунзе,1962.

Таблица 2

Поливные нормы нетто и брутто на опытном участке

№ № п/п борозд	q, л/сек	I полив 5 мая 1971 года					II полив 26 июля 1971 года				
		время, мин.		поливная норма м³/га		сброс %	время, мин.		поливная норма м³/га		сброс %
		добегания	полное время полива	нетто	брутто		добегания	полное время полива	нетто	брутто	
I x)	0,2	580	I000	870	II00	2I,5	385	960	765	I066	28,5
2	0,2	600	I000	9I0	II00	I8,0	605	960	9I5	I066	I4,0
3	0,2	705	I000	960	II00	I3,0	598	960	907	I066	I5,0
4	0,3	560	660	I000	II00	I0,0	340	660	878	II00	II,0
5	0,3	590	660	I0I7	II00	9,0	6I0	660	I005	II00	9,0
6	0,3	445	660	962	II00	I3,0	55I	660	975	II00	I3,4
7 x)	0,4	452	562	I076	I256	I5,0	275	500	880	II00	20,0
8	0,4	562	562	I246	I256	I,0	409	500	I0I2	II00	8,0
9	0,4	487	562	I090	I256	I3,5	407	500	976	II00	I3,4

Примечание. Борозды I,7 - уплотненные двойным проходом колеса трактора, поэтому сброс в этих бороздах получился больше.

Таблица 3

Рекомендуемые элементы техники полива
для Кашкадарьинской области

№ п/п	Почво-грунты, водопроницаемость	Показатели	Уклон поливных борозд			
			0,01	0,007	0,002	0,0005
1.	Супеси и легкие суглинки, сильноводопроницаемые	q, л/сек	0,5	0,75	1,5	1,0
		ℓ, м	100	150	200	150
		T, час	4,7	4,7	3,1	3,3
2.	Легкие мощные суглинки, повышенной водопроницаемости	q, л/сек	0,40	0,75	1,0	0,75
		ℓ, м	150	200	300	250
		T, час	9,2	6,3	6,7	6,7
3.	Средние суглинки, средневодопроницаемые	q, л/сек	0,25	0,50	0,75	0,50
		ℓ, м	175	250	300	300
		T, час	15	11,7	8,35	10,0
4.	Тяжелые суглинки, пониженной водопроницаемости	q, л/сек	0,20	0,25	0,30	0,50
		ℓ, м	200	300	400	350
		T, час	23,4	26,7	28,4	15,0
5.	Глины, слабоводопроницаемые	q, л/сек	0,10	0,15	0,20	0,25
		ℓ, м	150	200	300	400
		T, час	35,0	30,0	33,3	35,0

Г.А. БЕЗБОРОДОВ, Х.Т. ТАШЕВ.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В ПРОЕКТАХ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В соответствии с директивами Партии и Правительства в САНИИРИ ведется научно-исследовательская работа по различным вопросам переустройства внутрихозяйственных систем. В настоящее время утверждены разработанные Н.Т.Лактаевым "Методические указания по составлению генеральных планов переустройства внутрихозяйственной оросительной сети на основе применения новой техники орошения и дренажа".

С целью внедрения основных положений "Методических указаний ..." в практику составления генеральных планов переустройства сети и разработки технико-экономического обоснования инженерных решений были выбраны три колхоза в Кашкадарьинской области: им. Навои (Китабо-Шахризябская котловина); им. XXII Партсъезда (Гузарский оазис) и им. XXII Партсъезда (Касанский район).

Поскольку Узгипроводхоз составил проектное задание и рабочие чертежи по реконструкции внутрихозяйственной оросительной сети в к-зе им. XXII Партсъезда Гузарского района, САНИИРИ взял на себя составление генеральных планов переустройства сети в оставшихся двух хозяйствах.

Существующая оросительная сеть к-за им.Навои представляет собой очень сложный хозяйственный комплекс, который совмещает функции оросительной и сбросной систем. Земли колхоза поливаются из двух источников - канала Дам, берущего начало из р.Аксу, и родника Ходжаинкана. На канале Дам, который был построен для переброски воды из р.Аксу

в Кашкадарью, в границах хозяйства имеется II точек выдела воды. Общая посевная площадь колхоза в пределах его границ составляет I540 га, из которых под хлопчатником занято I020 га.

В результате обследования существующей внутрихозяйственной оросительной сети и анализа планового материала выяснилось, что оросительная сеть имеет значительную протяженность, каналы проложены с уклонами больше критических, вследствие чего наблюдается размыв русла, оросительная сеть совмещена со сбросной, благодаря чему в каналы поступают сбросы с полей, содержащие большое количество наносов, гидротехнических сооружений на каналах не имеется.

Вследствие больших уклонов местности (i = 0,0I0–0,0I5) в проекте реконструкции оросительной системы принят комбинированный вариант открытых внутрихозяйственных каналов с закрытыми транспортирующими трубопроводами. Наиболее важными этапами, составляющими основу проекта реконструкции, является назначение расчетных расходов всех звеньев сети и выбор оптимального расстояния между закрытыми транспортирующими трубопроводами. От величины расчетного расхода трубопроводов зависит диаметр, а следовательно, и стоимость труб. В свою очередь величина расчетного расхода каналов зависит от принятого режима орошения основной сельскохозяйственной культуры хозяйства - хлопчатника.

Согласно режиму орошения, принятому при планировании водопользования Китабским УОСом, оросительная норма хлопчатника при 7 вегетационных поливах составляет 6500 $м^3$/ га.

В результате исследования на поливном участке площадью 4,7 га бригады № 8 был получен следующий фактический режим орошения хлопчатника сорта I08-ф (табл.I).

Таблица I.

№ № поли-вов	Поливная норма, м³/га: нетто	брутто	Сроки поливов: начало	конец	Поливной период, сут.	Межполивной период, сут.
I	820	I245	I8.УI	2I.УI	3.2	2I
2	I085	I500	I3.УП	I6.УП	3.I	I3
3	II40	I600	30.УП	2.УШ	3.4	I2
4	II00	I5I0	I5.УШ	2I.УШ	4.3	7
5	800	I2I5	29.УШ	2.IX	4.2	
	4945	7070				

На рис. I приведен график водоподачи на опытный участок, из которого видно, что полив осуществляется со сбросом, величиной, достигающей в отдельные дни 5I % от водоподачи. Средняя величина сброса за весь поливной период составляет 30 %. Судя по отчетным данным хозяйства, число поливов хлопчатника из года в год остается неизменным.

При таком режиме орошения, характерном для хозяйства в целом, урожайность хлопчатника повышается до 39.7 ц/га (I967 г.).

Бригада № 8 на площади 78 га в I969 г. получила в среднем по 35,5 ц/га. Таким образом, на получение I ц хлопка-сырца бригада затратила около I39 м^3 воды.

В разработанном проекте переустройства внутрихозяйственной оросительной сети количество водовыделов сокращается до трех. Для полива хлопчатника по бороздам в проекте принята

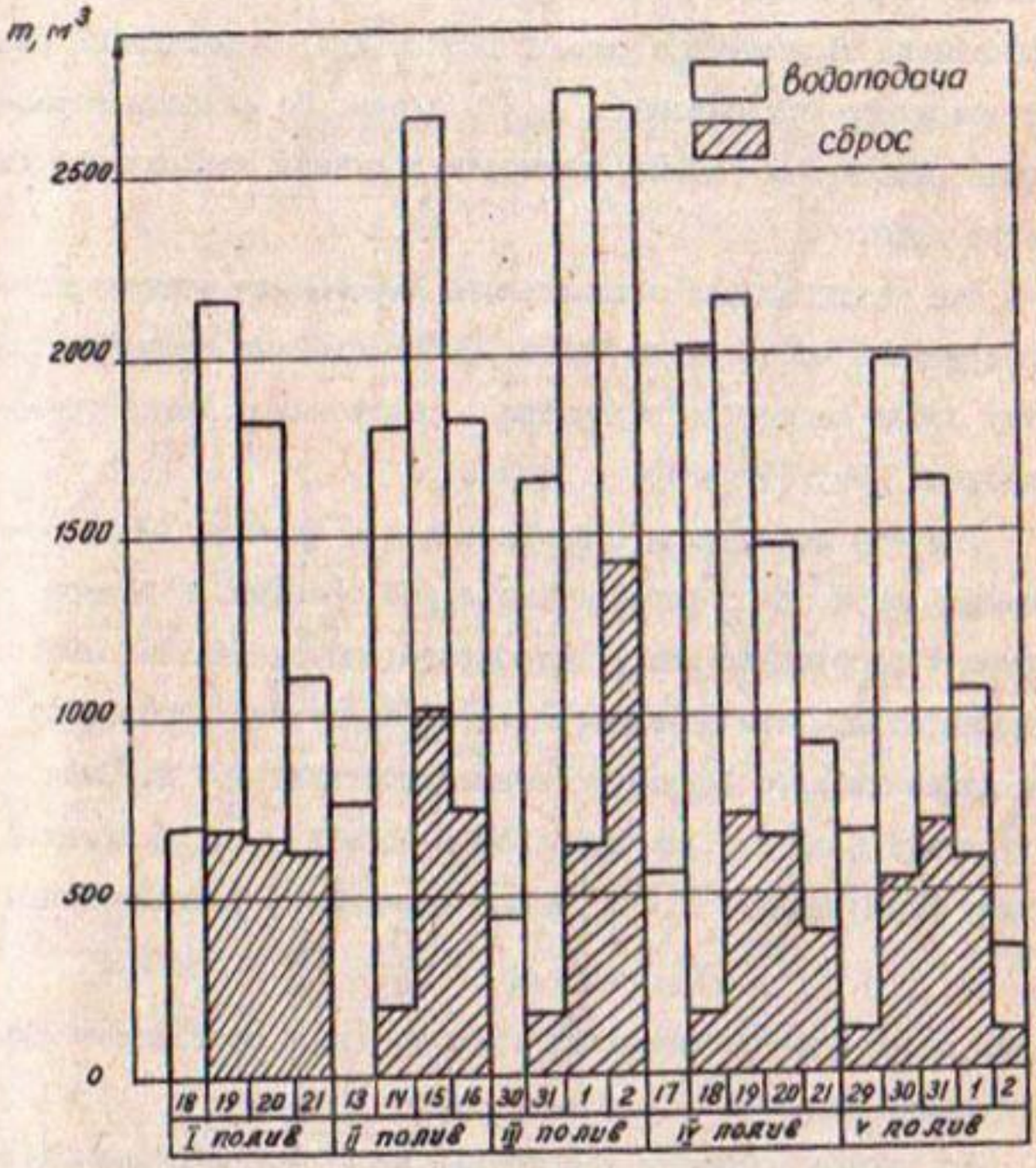


Рис.I.График водоподачи и сброса на хлопковом поле в к-зе им.Навои Китабского района (ω =4,7га).

совершенная система транспортирующих трубопроводов и гибких шлангов с регулируемыми бороздковыми водовыпусками. За счет полива переменной струей величина выброса может быть уменьшена до 10 %. Исходя из этого максимальная норма брутто хлопчатника принимается равной 1250 $м^3$/га, а расчетный расход закрытого трубопровода - 150 л/сек. По известным расчетным расходам и уклону местности получены оптимальные диаметры труб.

Для установления оптимального расстояния между транспортирующими асбестоцементными трубопроводами сравниваются между собой несколько вариантов с расстоянием между трубопроводами 300, 500 и 800 м (рис.2).

Расчеты приводятся применительно к площади 100 га - площади одной тракторно-полеводческой бригады. В первом варианте расстояние между трубопроводами составляет 300 м, следовательно, при двухстороннем командовании трубопроводов длина гибкого поливного шланга составит 150 м. Зная допустимую величину расхода воды в борозду - 0,12 л/сек и ширину междурядий - 0,6 м, можно определить расход шланга:

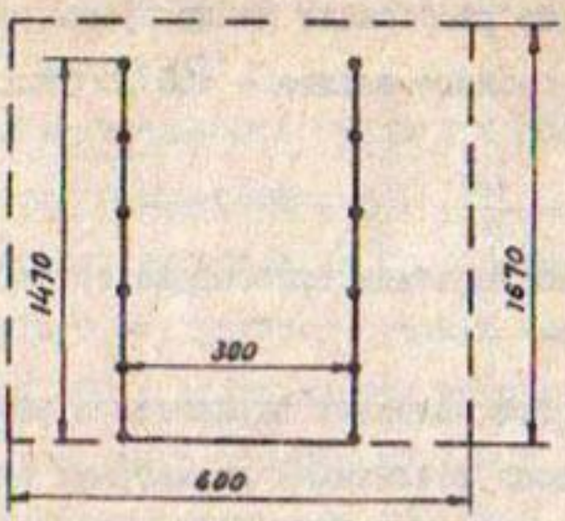
$$Q_{шл.} = \frac{l}{a} \cdot q_б = \frac{150}{0,6} \cdot 0,12 = 30 \text{ л/сек}.$$

Длина обоих асбестоцементных трубопроводов составляет 2940м, а удельная длина - 29,4 м/га.

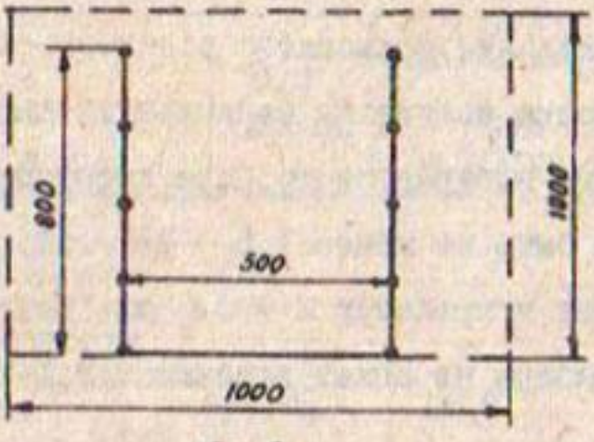
Во втором варианте расстояние между асбестоцементными трубопроводами принимается равным 500 м, следовательно, длина гибкого шланга составит 250 м. При тех же элементах полива, что и в первом варианте, расход шланга будет равен

$$Q_{шл.} = \frac{250}{0,6} \cdot 0,12 = 50 \text{ л/сек}.$$

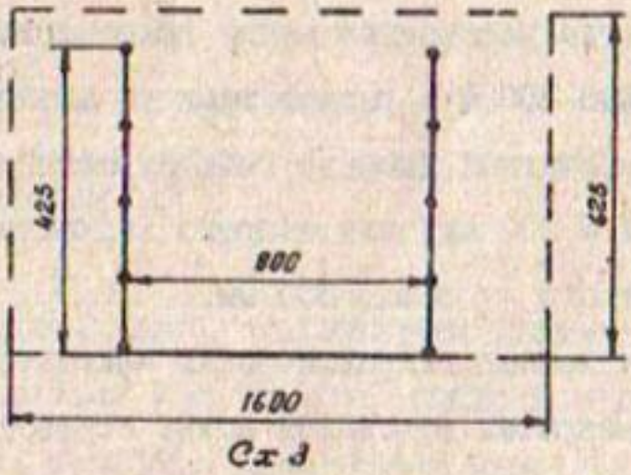
Удельная длина асбестоцементных трубопроводов составляет 16 м/га.



Сх.1



Сх.2



Сх 3

рис.2.Расчетные схемы расположения трав портирующих трубопроводов.

В третьем варианте расстояние между трубопроводами принято 800 м, длина гибкого шланга - 400 м. Расход шланга равен

$$q_{шл.} = \frac{400}{0,6} \cdot 0,12 = 80 \text{ л/сек.}$$

Удельная длина асбестоцементных трубопроводов составляет 8,5 м/га.

Для каждого из перечисленных вариантов с разными расходами шлангов задаются различными диаметрами гибких капроновых шлангов и определяют потери напора по их длине.

Из условия достижения возможного равномерного распределения воды вдоль фронта полива из нескольких значений диаметров гибкого шланга выбирается то, при котором напор в конце шланга должен быть не менее I,5 - 2d шл., потери напора в шланге лежат в пределах 2 - 3d шл. Максимальный же напор в голове шланга не может превышать 2,5-3 метра (из условий прочности).

Расчеты показывают, что, исходя из этих условий, для первого варианта, где расстояние между транспортирующими трубопроводами равно 300 м и расход гибкого шланга составляет 30л/сек, за расчетный диаметр гибкого шланга необходимо принять d шл. = 200 мм, для второго варианта d шл.= = 250 мм, для третьего - d шл.=300 мм.

На основе полученных гидравлических элементов переносных шлангов и закрытых водоводов можно осуществить технико-экономическое сравнение различных вариантов оросительных устройств с целью выявления наиболее экономичного из них (табл. 2).

Сравнение проводится по приведенной стоимости, исходя из следующих допущений:

I) производительность труда при поливе во всех вариантах принимается одинаковой;

2) ежегодные издержки на приобретение шлангов при уклоне местности 0,0I, грунтах средней водопроницаемости и длине борозды 200 м определяются, исходя из удельной протяженности 25 пог. м/га и срока службы в 3,4 и 5 лет соответственно по шлангам диаметрами 300, 250 и 200 мм.

Таблица 2.

Наименование	ед. измер.	Варианты I: B = 300м, $d_{шл.}$ = 200мм	Варианты II: B = 500м, $d_{шл.}$ = 250мм	Варианты III: B = 800м, $d_{шл.}$ = 300мм
Стоимость I пог.м капронового шланга	руб	3,I	3,5	4,I
Удельная стоимость шлангов при l уд. = 25 пог.м/га	руб/га	I5,5	2I,9	34,2
Удельная протяженность закрытой сети	пог.м/га	29,4	I6	8,5
Удельная стоимость закрытой сети (d = 322 мм)	руб/га	203	II0	59
Удельная приведенная стоимость систем при T = I0 лет	руб/га	358	329	40I

Из таблицы видно, что минимум удельной приведенной стоимости системы (329 руб/га) соответствует второму варианту*), т.е. наиболее экономичным оказался вариант с расстоянием между закрытыми транспортирующими трубопроводами 500м.

*) Примечание. Второй вариант оказывается оптимальным и при значениях удельной протяженности капроновых шлангов 20, I5, I0 пог.м/га

Диаметр гибких шлангов при таком расстоянии между трубопроводами - 250 мм, расход 50 л/сек.

Колхоз им. XXII Партсъезда Гузарского района находится в зоне влияния Пачкамарского водохранилища. Проектом реконструкции внутрихозяйственной сети предусмотрена замена существующей открытой сети закрытыми трубопроводами и лотками. Расстояние между закрытыми трубопроводами принято равным 400 м.

В 1969 г. в хозяйстве изучались потери воды во внутрихозяйственных каналах и режим орошения хлопчатника в бригаде № 5. Эти исследования проводились для того, чтобы впоследствии, после завершения реконструкции оросительной сети и проведения аналогичных исследований, можно было бы сравнить режимы орошения хлопчатника и КПД системы хозяйственной сети и получить представление об эффективности переустройства оросительной сети.

Режим орошения хлопчатника изучался на поливном участке площадью 7,9 га, на котором борозды длиной 300 м были нарезаны по минимальному уклону (i = 0,005) и полив осуществлялся по широким междурядьям. В табл. 3 приводится режим орошения хлопчатника.

Таблица 3.

№ № поливов	Поливная норма, $м^3$/га		Сроки поливов		Поливной период, сут.	Межполивной период, сут.
	нетто	брутто	начало	конец		
I	I6I5	I780	29.У	2.УI	4	
2	I530	I630	23.УI	27.УI	4	2I
3	2070	22I0	I7.УП	22.УП	5	I9
4	I850	I980	9.УШ	I5.УШ	6	I7
5	960	I060	I.IX	6.IX	5	I6
	8025	8660				

При таком режиме орошения хлопчатника величина сброса за поливной период составила 8 % от водоподачи, а урожайность в среднем по бригаде - 26 ц/га. На получение I ц хлопка-сырца было затрачено 309 м^3 воды.

Колхоз им. XXII Партсъезда Касанского района расположен в зоне командования Правобережного магистрального канала и имеет одну точку водозабора. Однако внутрихозяйственная оросительная сеть нуждается в реконструкции, для обоснования которой в хозяйстве проводились полевые исследования по определению фактического режима орошения тонковолокнистого хлопчатника, потерь воды в каналах и элементов техники полива по бороздам.

В бригаде № 2 были выбраны два поливных участка, на одном из них проводился влагозарядковый полив, на втором не проводился. В результате исследований оказалось, что на участке, не получившем влагозарядку, хлопчатник поливался 6 раз, а на получившем - 4 раза (табл. 4). Почвы на втором участке представлены незасоленными светлыми сероземами, среднесуглинистыми по механическому составу.

Таблица 4.

№ № поливов	Поливная норма, м^3/га: нетто	брутто	Сроки поливов: начало	конец	Поливной период, сут.	Межполивной период, сут.
I	942	II22	I4.YI	I9.YI	4.7	
2	I630	I925	7.YII	II.YII	3,9	I7
3	I870	2260	4,YIII	9.YIII	5.3	23
4	2380	2700	I.IX	6.IX	4.9	22
	6822	8007				

Из графика 3 видно, что сброс воды с поливного участка в отдельные дни достигал 30 % от водоподачи, в то время как в среднем за поливной период он составил около 15 %. Урожайность хлопка в среднем по бригаде была равна 27 ц/га, при этом на выращивание 1 ц было затрачено 253 $м^3$ воды.

На участке, не получившем влагозарядку, поливные нормы двух первых вегетационных поливов составили: нетто- m_1 = 1155 $м^3$/га, m_2 = 2400 $м^3$/га; брутто - m_1 = 1208 $м^3$/га, m_2 = 2800 $м^3$/га. Сравнение водоподачи по сумме двух первых поливов показывает, что объем поданной на 1 га воды на первом участке больше соответствующего объема воды на втором участке на 983 $м^3$. Считая эту величину равной норме влагозарядкового полива и имея в виду, что на первом участке проведено на два полива больше, чем на втором, можно заметить преимущество режима орошения, предусматривающего влагозарядковые поливы.

В приведенных режимах орошения тонковолокнистого хлопчатника поливные нормы достаточно велики. Это можно объяснить тем, что 1969 г. был многоводным и вода не лимитировалась. Однако в маловодном 1971 г. на этих же участках поливные нормы не превышали 1100 $м^3$/га, а урожайность осталась прежней.

Таким образом, для водохозяйственных расчетов величина поливной нормы тонковолокнистого хлопчатника может быть принята равной 1100 $м^3$/га.

Вообще при составлении генеральных планов переустройства назначение режима орошения хлопчатника в части поливных и оросительных норм нам представляется задачей, кото-

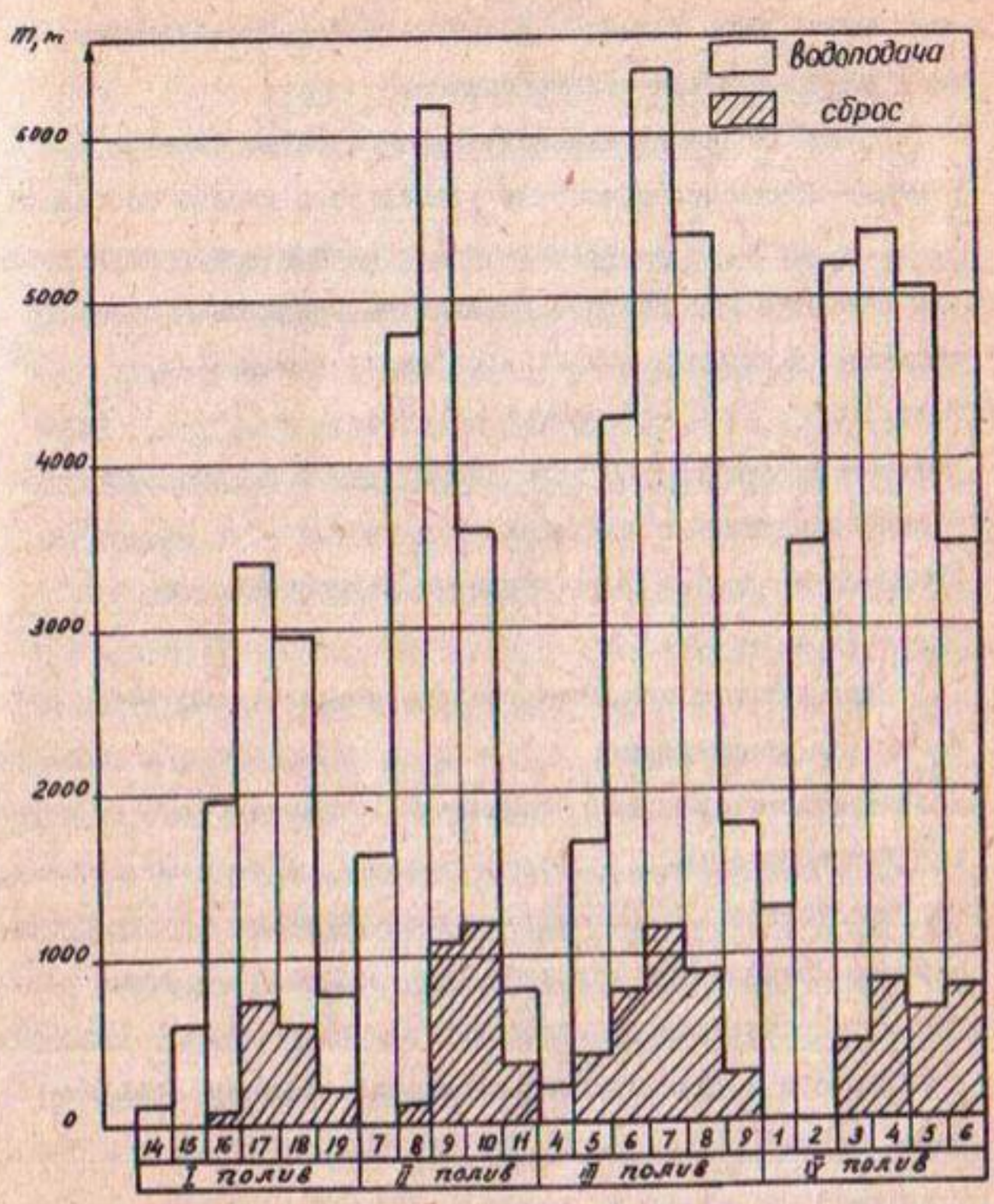


Рис.3.График водоподачи и сброса на хлопковом поле в колхозе им. XXII Партсъезда Касанского р-на (ω =8,8га).

рая может быть решена в результате технико-экономического сравнения различных вариантов.

Пусть в одном гидромодульном бассейне имеется I,2,..i опытных хозяйств, в которых урожайность хлопка составила $y_1, y_2 \dots y_i$ ц/га. В результате исследования водоподачи установлено, что на одного поливальщика пришлось $p_1, p_2 \dots p_i$ га поливов, а на получение I ц урожая затрачено: $m_1, m_2 \dots m_i$ м^3 воды; $t_1, t_2 \dots t_i$ тракторных обработок; $\kappa_1, \kappa_2 \dots \kappa_i$ минеральных удобрений. По полученным данным необходимо определить издержки на получение I ц урожая - $u_1, u_2 \dots u_i$. Кроме того, должна быть известна закупочная цена I ц - $c_1, c_2 \dots c_i$.

Для каждого хозяйства определяется чистый доход с I га посева хлопчатника: $\Delta D_i = (c_i - u_i) y_i$, а затем по каждому хозяйству определится максимальная величина чистого дохода. Режим орошения, соответствующий полученному максимуму чистого дохода, будет считаться оптимальным и должен приниматься в качестве исходного для водохозяйственных расчетов. Исследования фактических поливных режимов желательно провести в различные по водности источника орошения годы.

А.А.СКОРОВ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ В ЛОТКАХ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ

В настоящее время широкое применение в орошении находят лотки параболического сечения.

При проектировании лотковой сети определение расходов воды предусматривается по номограмме, где основными параметрами являются проектный уклон лотковой сети и глубина наполнения.

Однако практика строительства лотковой сети в Голодной степи показала, что по ряду технических причин выдержать проектный уклон невозможно. Более того, после некоторого периода эксплуатации отдельные звенья лотков и даже участок нескольких звеньев получают обратные уклоны.

Все это делает невозможным применение номограмм при определении расходов воды, подаваемой по лотковой сети.

Автором, после большого числа тарировок лотков типа ЛС-60, ЛС-80 и ЛС-100, с многоточечным замером скоростей течения воды малогабаритной вертушкой (Отто-Х), опытным путем выведен коэффициент, позволяющий определять расход воды в лотках с помощью вертушек Жестовского, Бахирева и др.

Методика определения расхода воды в лотках следующая:

I. На нитке лотков выбирается участок, имеющий не менее трех звеньев лотков, однообразный уклон водной поверхности и не имеющий подпора регулирующими сооружениями, расположенными ниже, и отложений на дне.

2. На середине выбранного участка производится тщательный промер глубины по оси потока, с точностью до 0,5 см (при промере нужно находить точку с максимальным значением глубины),

3. В точке промера глубины потока на глубине 0,6 Н от поверхности производится одноточечный замер скорости течения воды вертушкой Жестовского, Бахирева и др.

4. Фактический расход воды в лотковой сети определяется по формуле:

$$Q = v \cdot \omega \kappa, \quad м^3/сек, \qquad (I)$$

где v – скорость течения воды на глубине 0,6 Н, м/сек;

ω – живое сечение лотка при глубине наполнения лотка Н, $м^2$;

κ – коэффициент, равный

для лотков ЛС-60 0,85;

" ЛС-80 0,86;

" ЛС-100 0,91;

5. Для облегчения расчетов, для каждого типа лотков в отдельности заранее вычисляются зависимости ширины зеркала воды в лотке (В); площади живого сечения лотка (ω); в изменении глубины наполнения лотка (Н), в табличной или графической форме (соответственно – $B = f(H)$, $\omega = f(H)$.

При этом используются уравнения:

$$B = 2\sqrt{2pH} \quad м, \qquad (2)$$

где H – глубина наполнения лотка, м;

p – фокальный параметр параболы, значения которого равны:

для лотков ЛС-60 и 80 0,20;

" ЛС-100 0,35;

$$\omega = 2/3\ BH,\ м^2, \qquad (3)$$

где B – ширина зеркала воды, значение которой принимается по зависимости B = f (H), м или по уравнению (2).

6. При определении расхода воды значение площади живого сечения лотка (ω) принимается по таблице (графику) зависимости $\omega = f$ (H) или по уравнению (3) по значению наблюдений глубины наполнения.

7. В дальнейшем, получив ряд точек, дающих возможность построения графика $Q = f$ (H), на внутренней стороне лотка, в створе производства замеров, наносят краской (по телефону) расходную рейку зависимости $Q = f$ (H), которой и пользуются для повседневного учета воды.

Погрешность предлагаемого метода определения расхода воды в лотковой сети, в сравнении с многоточечным замером скоростей движения малогабаритной вертушкой, не превышает ± 3%. Общая погрешность не более ± 5%.

В.К.ТЯН, И.А.ГОРЕВ

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

Заводские характеристики насосных агрегатов, установленные на насосных станциях Амубухарского машинного канала им.XXIII съезда КПСС, не соответствуют фактической их производительности, поэтому учет поданной воды производился вертушечными замерами на русловых гидрометрических постах.

Русловой способ помимо того, что он довольно длительный и трудоемкий, не приспособлен к автоматизации учета воды, а в переменно-подпорных режимах и при деформации русла вовсе не пригоден. Не вдаваясь в детали, послужившими причиной снижения производительности насосных агрегатов против проектной, рассмотрим лишь вопрос о способе учета воды в условиях непрерывных изменений параметров, определяющих производительность насосных агрегатов. Известные в настоящее время методы и приборы для определения производительности насосных агрегатов не обладают достаточной эксплуатационной надежностью и простотой устройства.

Одна группа водомеров (переменного перепада давления, парциальные), воздействуя на поток, создает дополнительные сопротивления в трубопроводе, подвержена засорению, другая (индукционные, колориметрические, ультразвуковые) - сложна в изготовлении и эксплуатации, применима только для трубопроводов малых диаметров и находится в стадии разработки. В связи с этим в отделе эксплуатации гидромелиоративных систем были проведены работы по изучению водно-энергетической характеристики на насосных станциях Амубухарского канала "Хамза" и "Алат".

В процессе исследования была сделана попытка выявить зависимость производительности насосных агрегатов от геометрической высоты качания, мощности, потребляемой двигателями насосных агрегатов, и числа агрегатов, работающих в одну трубу (по насосной станции "Хамза").

Зависимость производительности насосов от их количества, работающих в одну трубу, выражена довольно слабо, поэтому в наших рекомендациях этим фактором пренебрегали. Зависимость же производительности от геометрической высоты качания (которая в свою очередь зависит от положения клапанов срыва вакуума и горизонта воды в аванкамере) и мощности, потребляемой двигателями насосных агрегатов, значительна.

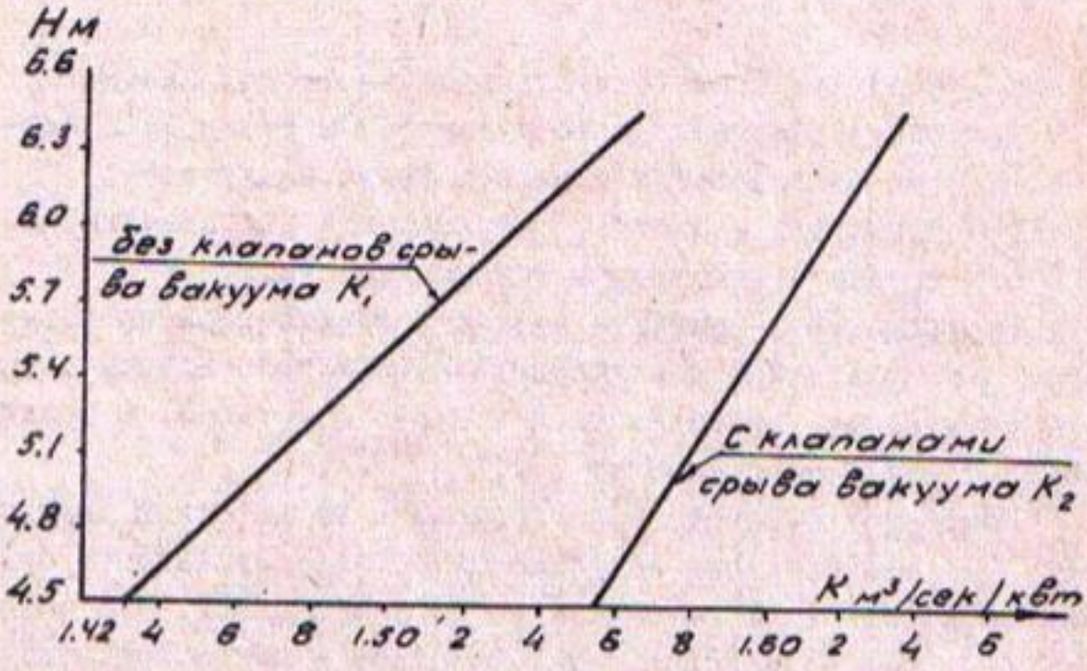


Рис.I. График производительности насосной станции "Хамза" на единицу потребляемой мощности.
K_1 – без клапанов срыва вакуума;
K_2 – с клапанами срыва вакуума.

На рис.I, по данным исследований эксплуатационных режимов работы насосной станции "Хамза", построен график зависимости удельной производительности K_i от уровня горизонта воды в аванкамере H при двух положениях клапанов срыва вакуума. Как видно из графика, между этими величинами имеется линейная зависимость: работа станции без включенных клапанов срыва вакуума

$$K_1 = 1{,}13 + 0{,}067H \text{ м}^3/\text{сек}/\text{тыс.квт}; \qquad (1)$$

работа станции с включенными клапанами срыва вакуума

$$K_2 = 1{,}36 + 0{,}043H \ \text{м}^3/\text{сек/тыс.квт}, \qquad (2)$$

где H – показание рейки в аванкамере насосной станции в м (отметка нуля рейки в аванкамере 180,55).

Общая производительность насосной станции "Хамза" может быть определена из формулы:

$$Q = K_1 \Sigma N, \quad \text{м}^3/\text{сек}, \qquad (3)$$

где K_1 – удельная производительность на тысячу киловатт, определяющаяся по формулам (1) и (2) в зависимости от положения клапанов срыва вакуума;

ΣN – суммарная мощность, потребляемая двигателями насосных агрегатов, в тысячах киловатт.

Расхождение в величине расхода, вычисленной по формуле (3), с результатами вертушечных замеров на русловом гидрометрическом посту, приведенным к кривой $Q = f(H)$, в среднем составляет $\pm 2\%$ и не превышает $\pm 5\%$.

Подобная же работа была проведена на насосной станции "Алат". Для этой станции зависимости производительности от уровня горизонта воды в аванкамере не наблюдалось. Это объясняется тем, что подводящий канал работает в подпорном режиме, так что горизонт воды в аванкамере поддерживается выше проектной.

Производительность насосной станции "Алат" имеет довольно устойчивую зависимость от суммарной потребляемой мощности, которая показана на графике рис.2. В этом случае также наблюдается линейная зависимость, и общий расход насосной станции можно определить:

$$Q = 0{,}3 + 7{,}8\,(\Sigma N) \ \text{м}^3/\text{сек}, \qquad (4)$$

где ΣN – суммарная мощность, потребляемая двигателями насосных агрегатов, в тысячах киловатт.

Расхождения в величине расхода, вычисленной по формуле (4), с результатами вертушечных замеров на русловом гидрометри-

ческом посту, приведенным к кривой $Q = f(h)$, в среднем составляет ±5%.

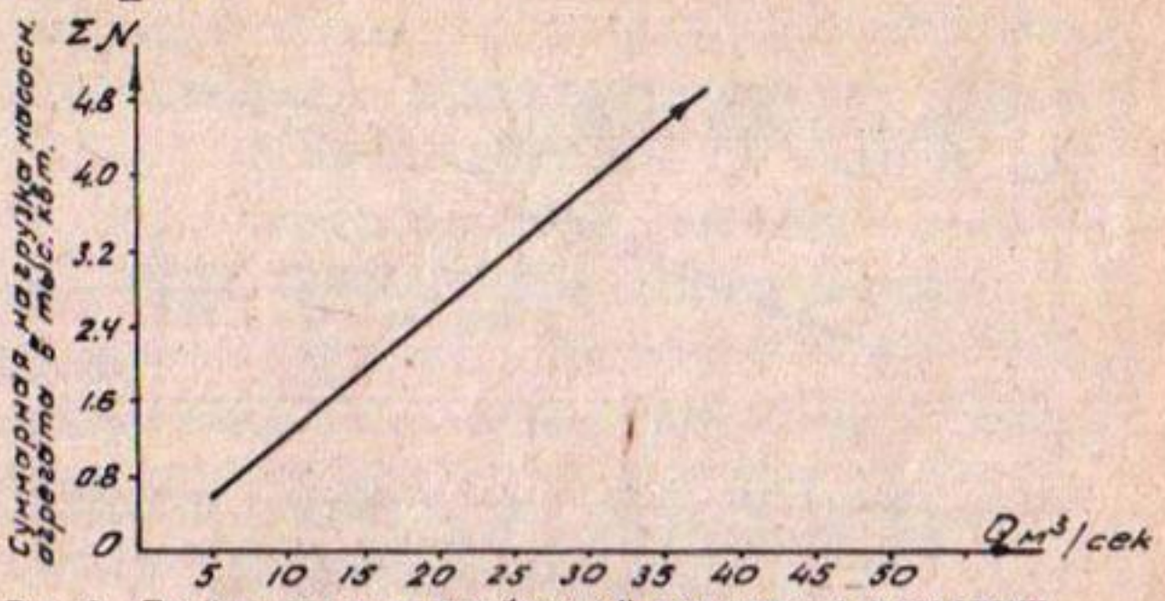


Рис.2. График связи потребляемой мощности с расходами воды "Алатской" насосной станции.

С целью достижения одноименных параметров при определении производительности насосных станций, для насосной станции "Хамза" была проверена зависимость расхода только от положения клапанов срыва вакуума и величины потребляемой мощности. Оказалось, что имеется достаточно устойчивая связь $Q = f(\Sigma N)$, и общий расход может быть определен по графику на рис.3 или формулам:

$$Q = 1{,}50\ (\Sigma N),\ м^3/сек \qquad (5)$$

(работа станции без включенных клапанов срыва вакуума)

$$Q = 1{,}625\ (\Sigma N),\ м^3/сек \qquad (6)$$

(работа станции с включенными клапанами срыва вакуума).

Точность определения расхода по формулам (5) и (6) несколько ниже, чем по формуле (3), но все же средние отклонения находятся в пределах 3–4%.

Численные коэффициенты в уравнениях (I), (2), (4), (5) и (6) остаются постоянными. По мере износа лопастей, увеличения зазора между уплотняющими кольцами и рабочим колесом или при замене рабочего колеса абсолютные величины

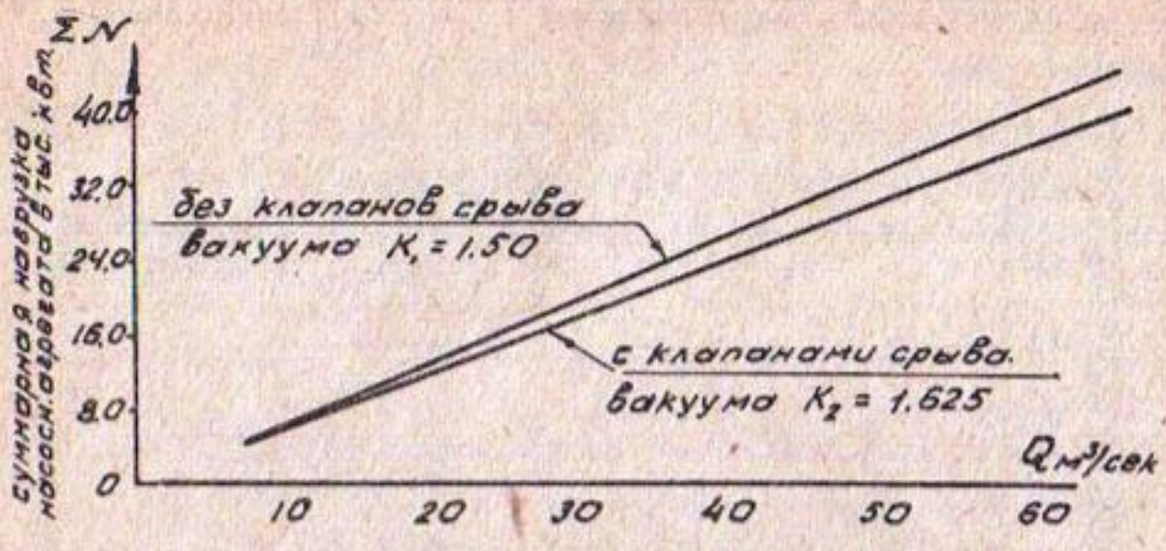


Рис.3. График связи потребляемой мощности с расходами воды насосной станции "Хамза"

K_1 – без клапанов срыва вакуума;

K_2 – с клапанами срыва вакуума.

коэффициентов будут меняться. Поэтому нужна периодическая их проверка и внесение соответствующей поправки.

В производственных условиях не представляется возможным произвести раздельную тарировку насосных агрегатов и полученные коэффициенты являются средними для всей станции.

Ю.С. ДЬЯКОНОВ

ОБ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИРРИГАЦИОННЫМИ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ В КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ УзССР

(В порядке обсуждения)

Кашкадарьинская область является одним из перспективных районов орошаемого земледелия, где потребность в воде растет особенно быстро. Так как существующие источники орошения имеют, в основном, снего-дождевое питание, развитие сельского хозяйства в Кашкадарьинской области задерживается. Именно по этой причине особое значение приобретают водохранилища, регулирующие сток рек.

В настоящее время в области функционируют шестнадцать мелких водоемов внутрихозяйственного значения и три крупных водохранилища (в ближайшей перспективе количество их намечено довести до семи).

Уже в настоящее время в области сложилась система водохранилищ, связанных между собой общностью источников орошения бассейна р.Кашкадарья и общей задачей обеспечения водой Кашкадарьинской долины. В подобной ситуации становится целесообразным объединение этих водохранилищ и по признаку общности задач технической эксплуатации. Другими словами, возникает необходимость создания единого управления эксплуатации водохранилищами взамен существующих индивидуальных при каждом из них. Обоснование целесообразности такого мероприятия и разработка одного из возможных вариантов его осуществления является предметом настоящей статьи.

Задачи эксплуатации водохранилищ, в основном, сводятся к следующему:

- обеспечение оптимального режима работы водохранилищ;
- своевременная плановая подача воды на орошение;
- безаварийность эксплуатации всего комплекса сооружений путем поддержания их в рабочем состоянии;
- прогнозирование технического состояния сооружений на основе производственных исследований;
- оперативное управление службами эксплуатации.

Выполнить задачи может только квалифицированный эксплуатационный штат оптимального состава, правильно организованный и усиленный вспомогательными службами.

В настоящее время на каждом крупном водохранилище существуют обособленные управления эксплуатации, состоящие из административно-управленческого аппарата, производственного и линейного персонала, а также из персонала, содержащегося за счет объемных мероприятий (табл. I). На мелких водоемах постоянный эксплуатационный штат сведен до минимума или вовсе отсутствует. Качественный состав эксплуатационного штата водохранилищ по состоянию на 1972 г. характеризуется данными таблицы 2.

Состав основного эксплуатационного штата водохранилищ назначается по аналогии с управлениями оросительных систем и редко бывает оптимальным в количественном и качественном отношении. Так, например, из-за постоянно возрастающего объема ремонтных работ почти ежегодно увеличивается количество механизаторов и разнорабочих, которые содержатся на средства, предназначенные для выполнения объемных мероприятий.

Таблица I.

Количественный состав эксплуатационного штата водохранилищ

№ № п/п	Наименование водохранилищ и водоемов	По штатному расписанию: административно-управленческий аппарат	производственный и линейный персонал	лесоводы	итого	По объемным мероприятиям	Итого
I.	Чимкурганское	I	37	4	42	20	62
2.	Пачкамарское	2	22	-	24	8	32
3.	Камашинское	-	4	-	4	-	4
4.	II водоемов	-	3	-	3	-	3
	В с е г о :	3	66	4	73	28	I0I

Если состав этой категории работников, перечисленных в таблице, назначается практически без ограничений, то количество штатных единиц непосредственно эксплуатационного назначения (специалисты по автоматике и исследованиям, электрики, механики, хозяйственный персонал и т.п.) строго ограничено. До некоторой степени такое положение может быть оправдано тем, что из-за небольшого объема работ на каждом обособленном водохранилище этот персонал обычно полностью не загружен.

Обращает на себя внимание невысокий уровень квалификации эксплуатационного штата. Большинство инженерных должностей, предусмотренных штатным расписанием, занимают практики и работники без специального образования (табл. 3).

Надежность такой службы, не говоря об экономичности, не высока, а выполнение основных задач, перечисленных выше, ей зачастую не под силу.

Таблица 2.

Качественный состав эксплуатационного штата водохранилищ

№ п/п	Наименование	На водохранилищах: Чимкурганском	Пачкамарском	Камашинском	На водоемах	Итого
I.	Начальник	I	I	-	-	2
2.	Главный инженер	I	I	-	-	2
3.	Ст. инженер-диспетчер	-	I	-	-	I
4.	Ст. инженер-электрик	I	I	-	-	2
5.	Ст. инженер-механик	I	I	-	-	2
6.	Инженер-гидрометр	I	I	-	-	2
7.	Инженер-диспетчер	4	3	-	-	7
8.	Инженер-механик	-	I	-	-	I
9.	Инженер-гидротехник	4	-	2	-	6
I0.	Инженер по исследованиям	I	-	-	-	I
II.	Инженер-лесовод	I	-	-	-	I
I2.	Техник сооружения	8	3	2	3	I6
I3.	Техник связи	I	2	-	-	3
I4.	Радио-техник	I	-	-	-	I
I5.	Ст. машинист по мехобор.	2	-	-	-	2
I6.	Электромонтер по об. соор.	-	5	-	-	5
I7.	Дежурный электромонтер	I	-	-	-	I
I8.	Монтер связи	I	-	-	-	I
I9.	Телефонистки	4	-	-	-	4
20.	Бухгалтер	I	I	-	-	2
2I.	Секретарь-машинистка	I	-	-	-	I
22.	Моторист катера	2	2	-	-	4
23.	Экскаваторщик	I	-	-	-	I
24.	Скреперист	I	-	-	-	I
25.	Бульдозерист	2	-	-	-	2
26.	Тракторист	I	3	-	-	4
27.	Слесарь	I	I	-	-	2
28.	Сварщик	-	I	-	-	I
29.	Плотник-маляр	-	I	-	-	I
30.	Завхоз	I	-	-	-	I
3I.	Кладовщик	-	I	-	-	I
32.	Лесовод	3	-	-	-	3
33.	Уборщица	I	-	-	-	I
34.	Шоферы	4	2	-	-	6
35.	Разнорабочие	I0	-	-	-	I0
	В с е г о :	62	32	4	3	I0I
	в том числе и.т.р.	25	I5	4	3	47

Отсутствие квалифицированного штата объясняется взаимосвязанными причинами технического и материального характера. Почти на каждом водохранилище имеются объекты эксплуатации, требующие квалифицированных специалистов: механиков, гидротехников, электриков, гидрометров-гидрологов, специалистов по автоматике и связи. Однако объем работ по этим специальностям настолько ограничен, что многие должности приходится совмещать или не включать в состав штата. Но даже и в этом случае эти работники свои основные обязанности выполняют лишь в отдельные периоды эксплуатации, а в остальное время заняты второстепенными работами. Вполне естественно, что при такой степени загруженности оклады инженерно-техническому персоналу устанавливаются невысокими. В результате для узких специалистов высокой квалификации такая работа не представляет ни профессионального, ни материального интереса.

Таблица 3.

Укомплектованность эксплуатационного штата водохранилищ специалистами

№ № п/п	Наименование водохранилищ или водоемов	Количество и.т.р. по штатному расписанию			Фактическое количество дипломированных специалистов		
		инженеров	техников	итого	инженеров	техников	итого
I.	Чимкурганское	I5	I0	25	2	6	8
2.	Пачкамарское	I0	5	I5	I	2	3
3.	Камашинское	2	2	4	-	-	-
4.	II водоемов	-	3	3	-	-	-
	Всего:	27	20	47	3	8	II

Технический штат (регулировщики, надсмотрщики, наблюдатели, механики, электрики) бывает занят своей основной работой только в критические периоды (пропуск паводков, период максимальных уровней в чаше, эксплуатационные пропуски), а в остальное время привлекается к текущим и капитальным ремонтам. Однако вследствие своей малочисленности и отсутствия квалифицированного руководства они лишены возможности выполнять эти работы быстро и качественно. Кроме того, регулярное отвлечение от основной работы затрудняет повышение квалификации этих работников.

Существенным фактором, сдерживающим привлечение квалифицированных специалистов, следует также считать неудовлетворительные условия быта. Для изолированных небольших эксплуатационных поселков водохранилищ зачастую трудно создать необходимый состав коммунально-бытовых услуг и удобств (средних школ, дошкольных и культурно-просветительных учреждений).

В довольно трудных условиях управления эксплуатации водохранилищ оказываются при выполнении ремонтов. Эти работы имеют сезонный характер, сравнительно небольшие объемы и существенно отличающиеся по конструктивным особенностям объекты. В таких условиях выполнение их значительно осложняется отсутствием квалифицированной рабочей силы, необходимых материалов и механизмов.

Кроме того, выделяемые службе эксплуатации механизмы, автотранспорт, инструменты и различное оборудование используются непроизводительно. Этим сдерживается оснащение ее необходимыми механизмами, мастерскими и другими службами, что отрицательно сказывается на качестве ремонтных работ.

Указанные выше трудности и недостатки можно устранить при объединении водохранилищ в единую систему, объединяемую управлением эксплуатации водохранилищ. По нашему мнению, такое предприятие должно состоять из двух звеньев: индивидуальной линейной службы каждого водохранилища и централизованных производственных подразделений непосредственно при управлении эксплуатации. Функции между ними должны распределяться следующим образом: линейная служба отвечает за технический надзор и оперативную эксплуатацию сооружений и оборудования, ведет оперативную документацию и отчетность; производственные подразделения определяют режим работы водохранилищ, осуществляют поддержание сооружений и устройств, систематизируют и обобщают документацию, составляют текущие и годовые отчеты, выполняют эксплуатационные исследования, разрабатывают мероприятия по улучшению эксплуатации.

Линейный персонал, возглавляемый на каждом водохранилище инженером-гидротехником, должен размещаться непосредственно при водохранилищах, а количественный состав назначаться минимально необходимым, исходя из состава объектов и объема эксплуатационных работ, и усиливается в критические периоды работниками централизованного аппарата. Линейный штат привлекается к занятиям по повышению квалификации и в зависимости от достигнутых успехов имеет право на повышение в должности и окладе.

Управление эксплуатации с производственными подразделениями размещается в крупном населенном пункте, равноудаленном от обслуживаемых водохранилищ, и имеет с ними постоянную телефонную или радиосвязь. В рассматриваемом случае целесообразнее всего его разместить в райцентре Камаши.

Производственные подразделения формируются по характеру возлагаемых на них задач: диспетчерская служба; служба наблюдений и исследований; служба электро- и мехобеспечения, автоматики и связи; ремонтно-строительная служба, служба озеленения, хозчасть. Каждое подразделение возглавляется высококвалифицированным специалистом и осуществляет обслуживание водохранилищ по составленному сетевому графику. В чрезвычайных и аварийных ситуациях на каком-либо объекте распоряжением начальника ему придается специальный отряд из работников управления.

Примерная структура управления эксплуатации водохранилищ Кашкадарьинской области представлена на схеме(Рис.) и детализирована в таблице 4. Управление водохранилищ, будучи на самостоятельном балансе, должно быть подразделением ОблУОС, а по техническим вопросам подчиняться также Главному Управлению эксплуатации ММ и ВХ УзССР. Чтобы соответствовать своему назначению, оно должно пользоваться гарантированным постоянным источником средств, иметь хорошее снабжение необходимыми механизмами, оборудованием, материалами, а также покрывать стоимость содержания и ремонта всех основных сооружений, жилых построек, подсобно-вспомогательных сооружений; его бюджет должен обеспечивать достаточную численность персонала. Необходимо, чтобы такое управление эффективно координировалось, обеспечивалось подготовленными кадрами, имело тесную связь с другими смежными организациями.

Исходя из вышеизложенного, основные достоинства предлагаемого эксплуатационного предприятия, по сравнению с су-

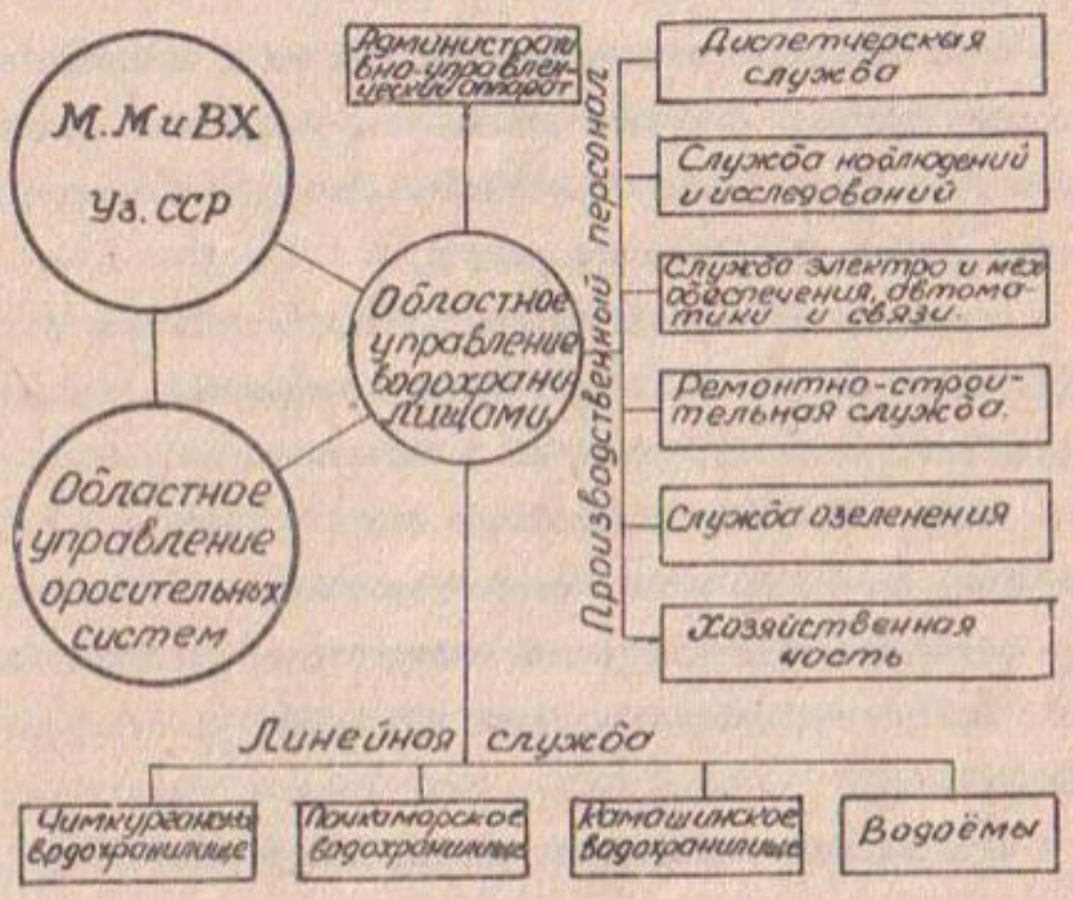


Схема организационной структуры управления водохранилищами.

ществующими разрозненными управлениями эксплуатация водохранилищ, состоят, по нашему мнению, в следующем:

- оперативное обслуживание и качественное руководство всей системой водохранилищ в пределах области;

- оперативное внесение коррективов в производственные процессы, вытекающих из экстремальных ситуаций при эксплуатации водохранилищ;

- осуществление оптимального накопления и распределения водных ресурсов с учетом режима всех источников орошения и потребностей в воде орошаемой территории на основе создания единой диспетчерской службы;

- повышение надежности работы и снижение аварийности сооружений на основе производственных исследований и квалифицированного прогнозирования их технического состояния;

- сокращение эксплуатационного штата в целом на 27 %, в том числе инженерно-технического персонала на 27 %;

- обучение, контроль работы и подготовка линейного и другого младшего персонала квалифицированными работниками управления;

- материальная самостоятельность, централизованное обеспечение материалами для ремонта и их хранение, концентрирование имеющейся и пополнение новой техники, автотранспорта и вспомогательного оборудования, что обеспечит эффективное их использование, качественный и своевременный ремонт сооружений;

- проведение профилактических и текущих ремонтов с минимальными затратами только собственными силами, что резко повысит их качество.

Такое управление способно обслужить все существующие, строящиеся и перспективные водохранилища и водоемы без увеличения его административно-управленческого аппарата и производственного персонала. В этом случае будет необходим только дополнительный линейный штат, располагаемый при объекте, и, возможно, дополнительное привлечение механизаторов и рабочей силы на период проведения крупных ремонтно-строительных работ. Создание управления, разумеется, потребует некоторых единовременных затрат и вызовет определенные трудности, однако значительные преимущества его перед существующей системой эксплуатации водохранилищ делают его вполне мобильным, эффективным и рентабельным.

Изменяющийся характер построения и организации водного хозяйства, его превращение в крупную отрасль настоятельно требуют совершенствования системы управления водохранилищами как наиболее ответственными гидротехническими сооружениями. Только крупному объединению под силу сосредоточить достаточное число квалифицированных специалистов, обеспечить быстрый технический прогресс, лучше и полнее использовать все ресурсы.

Ситуация, аналогичная вышеизложенной, складывается также в Ташкентской и Наманганской областях, на территории которых расположено по нескольку крупных водохранилищ и водоемов.

Учитывая наличие в Узбекистане большого числа водохранилищ, водоемов и селехранилищ, а также назревшую необходимость создания Управлений эксплуатации водохранилищами в трех названных областях, с целью координации работы и повы-

шения уровня технической эксплуатации водохранилищ целесообразно создать при Главном управлении эксплуатации ИМ и ВХ УзССР Управление эксплуатации водохранилищ.

Таблица 4.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ СОСТАВ ШТАТА УПРАВЛЕНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ

№ п/п	Наименование	к-во чел.
	Административно-управленческий аппарат	
1.	Начальник	1
2.	Главный инженер	2
3.	Главный бухгалтер	1
4.	Ст. инспектор по кадрам	1
5.	Кассир	1
6.	Секретарь-машинистка	1
	Итого:	6
	в т.ч. и.т.р.	2
	Производственный персонал.	
	Диспетчерская служба	
1.	Ст. инженер-диспетчер	1
2.	Инженер-диспетчер	3
	И т о г о	4
	в т.ч. и.т.р.	4
	Служба наблюдений и исследований	
1.	Старший специалист	1
2.	Ст. инж.-гидротехник	1
3.	Ст. инженер-гидромер	1
4.	Ст. инженер-геодезист	1
	И т о г о	4
	в т.ч. и.т.р.	4
	Служба электро-и мехобеспечения, автоматики и связи	
1.	Ст. специалист	1
2.	Инж. по электрике и связи	1
3.	Инженер-механик	1
4.	Инж. по автоматике	1
	И т о г о	4
	в т.ч. и.т.р.	4
	Ремонтно-строительная служба	
1.	Ст. инженер по работам	1
2.	Ст. техник по работам	1
3.	Механик	1
4.	Газоэлектросварщик	1
5.	Слесарь	1
6.	Токарь	1
7.	Экскаваторщик-крановщик	1
8.	Бульдозерист-скреперист	2
9.	Тракторист-моторист	2
10.	Шофер	4
11.	Разнорабочие постоянные	10
	И т о г о	25
	в т.ч. и.т.р.	2
	Служба озеленения	
1.	Инженер-лесовод	1
2.	Лесо-техник	3
	И т о г о	4
	в т.ч. и.т.р.	4
	Хозяйственная часть	
1.	Зав. снабжением	1
2.	Завхоз	1
3.	Курьер-уборщица	1
4.	Дворник-садовод	2
5.	Истопник	1
6.	Сторож	4
	И т о г о	10
	в т.ч. и.т.р.	-
	Итого производственного персонала	51
	в т.ч. и.т.р.	18
	Линейная служба	
	Чимкурганское водохранилище	
1.	Инженер-гидротехник	1
2.	Электро-механик	1
3.	Техник сооружений	3
4.	Техник-наблюдатель	1
	И т о г о	6
	в т.ч. и.т.р.	5
	Пачкамарское водохранилище	
1.	Электро-механик	1
2.	Техник сооружений	3
3.	Техник-наблюдатель	1
	И т о г о	5
	в т.ч. и.т.р.	4
	Камашинское водохранилище	
1.	Техник сооружений	2
	И т о г о	2
	в т.ч. и.т.р.	2
	Водоемы	
1.	Техник сооружений	3
	И т о г о	3
	в т.ч. и.т.р.	3
	Итого линейной службы	16
	в т.ч. и.т.р.	14
	Всего по управлению	73
	в т.ч. и.т.р.	34

Г.Ф.РОККОВ

НОВЫЕ СТРУЕНАПРАВЛЯЮЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕСТРУЙНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН И УСТАНОВОК

В настоящее время в нашей стране, а также за рубежом в условиях орошаемого земледелия широкое распространение получили дождевальные машины и установки, оборудованные дальнеструйными дождевальными аппаратами.

Однако на работу этих аппаратов в производственных условиях существенное влияние оказывает ветер, что приводит к неравномерности увлажнения поливаемых участков, к сокращению производительности машин и установок.

На дальнеструйных аппаратах, применяемых для полива в настоящее время, устанавливают, в основном, плоские насадки с углом конусности 60–80°. Установленная на обжимном конусе ствола аппарата такая насадка окончательно преобразует энергию потока в энергию вылетающей струи и во многом предопределяет дальнейшее состояние уже сформированной ею струи.

Достоинством этих насадок, прежде всего, является простота их конструкции изготовления, что важно, поскольку, каждый дождеватель комплектуется несколькими сменными насадками, имеющими различные диаметры.

Такие насадки имеют низкий расходный коэффициент (порядка 0,7–0,8), в результате чего они довольно энергоемки.

Известно, что чем компактнее образованная струя, чем выше ее динамические характеристики, тем дальше она

летит, тем выше ее способность к сохранению своей траектории движения при определенном ветровом сносе.

Одними из существенных факторов, способствующих повышению компактных качеств струи, являются улучшение условий формирования потока в канале насадки и геометрические особенности исполнения проточного канала струеформирующего органа с необходимыми при этом предпосылками - оказывать влияние на условия движения уже сформированной струи.

С 1970 г. для проведения предварительных сравнительных стендовых исследований нами были созданы две экспериментальные насадки - трубчатая и пучковая.

В конструкциях этих насадок, являющихся также предварительными, были заложены принципиальные схемы аналогичных насадок, ранее созданных В.С.Бондаревским, а также учтены имеющиеся в литературе конструктивные проработки из горной, пожарной и дождевальной практики.

Свои названия - "трубчатая" и "пучковая", принятые нами для исследований насадки, получили из специфических условий формируемого ими потока и из первоначальных условий движения, сформированных этими насадками струй.

Первая экспериментальная насадка - трубчатая имеет проточный канал кольцевого сечения. Движущийся поток в ней ограничивается цилиндрическими и коническими поверхностями и на выходе преобразуется в струю, летящую также начальным кольцевым сечением.

Насадка укомплектована четырьмя комплектами сменных наконечников и вставок, образующих различные геометрические формы проточных кольцевых каналов (рис.I).

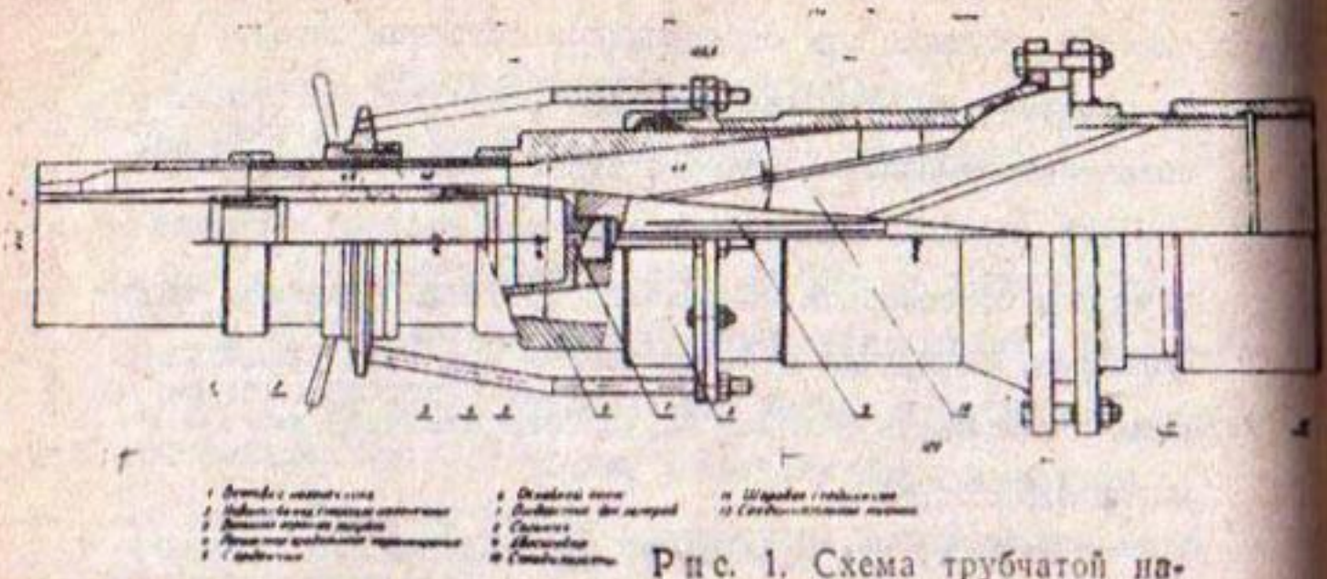


Рис. 1. Схема трубчатой насадки с одним из комплектов сменных наконечников и перечнем основных ее узлов.

Во второй экспериментальной насадке - пучковой, общий поток, будучи распределенным по отдельным цилиндрическим каналам (всего их семь), заканчивающимися формирующими наконечниками с пологими углами конусности ($2\alpha = 8^0$), преобразуется в летящий пучок отдельных струй.

Для исследования предполагается применить формирующие наконечники с длиной цилиндрических каналов, равной двум-трем и четырем их внутренним диаметрам.

В каждом подводящем канале перед формирующими наконечниками имеются крестообразные успокоители, служащие для улучшения условий подготовки потоков (рис. 2).

Как показали предварительные наблюдения, достоинство принятых нами насадок следует, по-видимому, усматривать в фокусирующих особенностях получаемых из них струй.

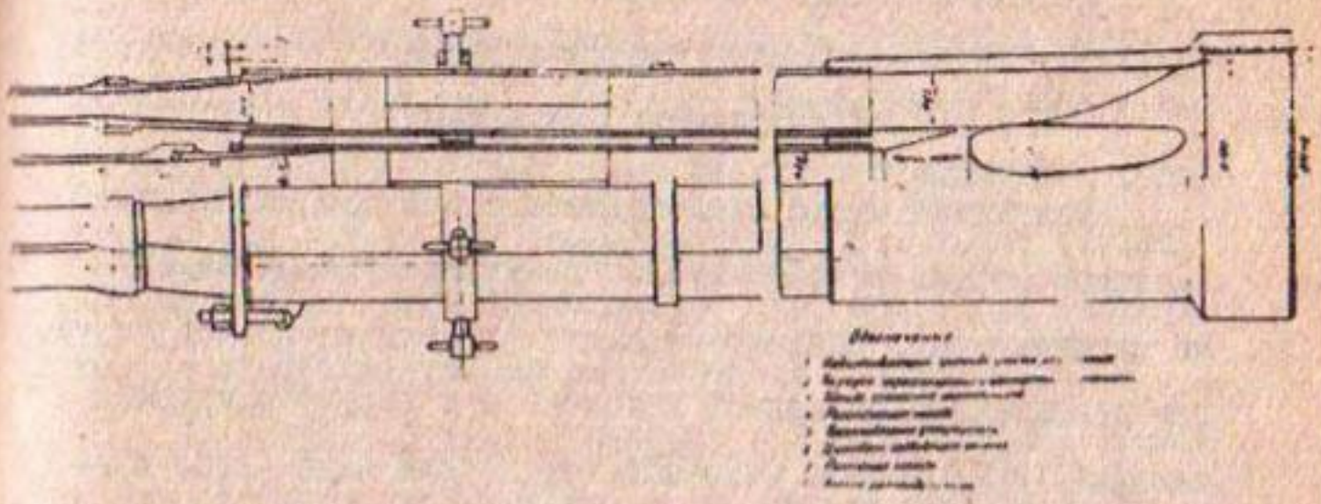


Рис. 2. Схема насадки с перечнем основных ее деталей и узлов.

В настоящее время применительно к условиям дальнеструйного дождевания автором под руководством доктора технических наук Г.П.Никонова проводятся исследования с насадками указанных конструкций для установления рациональной геометрии проточных каналов насадок.

Предполагается, что расходный коэффициент этих насадок составит 0,96-0,98, дальность полета струи возрастет в сравнении с существующими в дождевании насадками на 10-12%, одновременно повысится ветроустойчивость струи в полете.

Н.Н.БОЕВ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОБОБЩЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ПУНКТИРНЫМИ СТРУЯМИ

(в порядке обсуждения)

Пунктирная струя представляет собой сформированную напорную струю, разобщенную по длине воздушными зазорами на отдельные, одинаковой длины отрезки начальной струи. Это достигается небольшой приставкой к струеформирующей насадке (прерыватель напорной струи) или каким-либо другим способом.

В экспериментах по изучению пунктирных струй применялись насадки с выходными отверстиями от 8 до 36 мм и разных типов (ИГДАН им.Скочинского, ВИСХОМ, "Гидроуголь" и др.) при разных режимах работы насоса 4-6-8 атм.

Установлено, что из мест рассечения пунктирной струи в радиальных направлениях непрерывно выделяется водяная пыль, оседающая на почву моросящим дождем, распределяющимся по длине струи.

Для каждого конкретного случая длина отрезков начальной струи и величина воздушных зазоров подбираются таким образом, чтобы эти отрезки полностью дробились в полете, не уменьшая дальности начальной струи, обеспечивая равномерное распределение выпавших из струи осадков.

Короткие отрезки струи разрушаются, не долетев до конца начальной струи, за счет чего она укорачивается.

Длинные отрезки не успевают разрушаться до границ естественного распада струи, в результате происходит неравномерное распределение выпавших осадков по трассе струи и образование обильного крупнокапельного дождя в конце ее.

Дробление отрезков струи начинает проявляться с напора 4 атм , т.е. при скорости струи 26,6 м/сек (около 100 км/час), с повышением напора скорость струи увеличивается и эффект дробления становится более наглядным .

Из струи, созданной напором в 2 атм, процесс распада ее отрезков проявляется всего лишь на первом метре от сопла. При напоре в стволе сопла в 4 атм отрезки струи дробятся в водяную пыль по всей ее длине, т.е. во все время их полета. При напоре в стволе насадки 6 и 8 атм дробление отрезков в водяную пыль становится устойчивым.

Непременным условием эффективного дробления является воздушный зазор между смежными отрезками длиной не менее 1-1,5 диаметра струи. При малых воздушных зазорах между отрезками струи эффект дробления отсутствует, в местах рассечения струи наблюдаются небольшие всплески, распад струи обычный. Это свидетельствует о том, что условия эффективного дробления отрезков струи не были созданы, так как практически воздушный зазор отсутствовал.

Наглядно и убедительно выступает роль воздушных зазоров при дроблении отрезков напорной струи при неполном их разрыве или поперечном углублении в струе.

Если при выходе напорной струи из насадки на ее поверхности сделать поперечное углубление на I/4, I/2, 3/4 и шириной I-I,5 диаметра струи, то из мест травмирования струи начнет выделяться водяная пыль на всем протяжении ее полета, оседающая на почву моросящим дождем с различным нарастанием выпавших из струи осадков от сопла до конца ее длины (Табл.I).

Таблица № I.

Количество выпавших из струи осадков в зависимости от глубины рассечения струи

№№ пикетов	Расстояние от сопла в м	Количество выпавших осадков, см². Сплошная струя	прерывание струи: I/4 диаметра струи	I/2 диаметра струи	полное
I	5	-	I6	23	28
2	I0	-	20	2I	25
3	I5	I0	2I	23	26
4	20	II	20	22	23
5	25	22	25	24	23
6	30	40	27	26	24
7	35	55	38	36	32
8	40	43	36	33	30
9	45	25	34	3I	28
I0	50	20	I8	20	I5

Из табл. I видно, что поперечное углубление на I/4 диаметра струи вызывает выпадание из струи осадков в нарастающем количестве по длине струи. Заглубление на I/2 диаметра струи снижает нарастание, приближая его к более равномерному распределению осадков, которое достигается при полном расчленении отрезков. Таким образом, устанавливается зависимость между объемом воздушного зазора, который может быть выбран заранее и величиной нарастания выпавших по длине струи осадков.

Рассматривая элементы пунктирной струи через стробоскоп, при полном ее прерывании установили:

а) непрерывный радиальный разлет водяной пыли, в основном, происходит с передней торцовой поверхности отрезков струи, приобретающих форму грибной головки и летящих шляпкой вперед. Так как струя в полете обжимается воздухом, то прилегающие к ней слои воздуха тянутся за струей с максимальной скоростью, но по мере удаления от струи скорость движения слоев воздуха убывает и на некотором расстоянии от нее становится равной 0. Этим объясняется тот факт, что водяная пыль, удаляясь от струи, отстает от нее и оседает на землю моросящим дождем;

б) задняя торцовая поверхность отрезков приобретает выпуклую полусферическую обтекаемую форму или форму вытянутых язычков;

в) отрезки на пунктирной струе отчетливо видны от насадки до I0-I2 м;

г) на фотографии пунктирной струи видно, что начальные отрезки сохраняют свою форму в полете более чем до половины ее длины и становятся значительно короче.

На экспериментальном стенде группы дождевания САНИИРИ автором проведены опыты частичного и полного прерывания струи. На основании наблюдений, произведенных замеров и обобщений исследования, представляется возможным сделать предварительные выводы о причинах дробления отрезков струи в водяную пыль.

Рассмотрим роль создаваемых поперечных углублений на поверхности струи и взаимодействие их с окружающей средой - воздухом. Если углубление находится на поверхности струи, летящей со скоростью 30 м/сек или больше, то в углублении с его переднего края начнет поступать (засасываться) воздух, образуя завихрения. Образовавшиеся завихрения отстают от передней стенки углубления, перемещаясь вдоль него, уступая место вновь образующимся воздушным завихрениям, сместившись вдоль углубления; завихрения, ударяясь о заднюю поверхность углубления, разлетаются от струи. Происходит как бы отсос воздушных завихрений из углубления струи.

Водяная пыль, радиально разлетающаяся из мест травмирования струи, очевидно, образуется путем отрыва мельчайших капель воды с передней поверхности углуб-

лений на струе воздушными завихрениями, проносящимися над ней. С увеличением углубления в струю увеличиваются выбросы водяной пыли из мест травмирования. При полете кромки углубления струи сглаживаются, но и при таких условиях продолжает образовываться водяная пыль.

При полном прерывании струи поперечные ее сечения полностью обнажены, между отрезками струи возникает воздушный зазор; отдельные куски струи продолжают свой полет по траектории струи. Внутренние силы поверхностного натяжения, волновые колебания, продольные и поперечные пульсации в отрезках струи начинают проявляться энергичней, когда отрезок струи изолированно продолжает полет, к тому же торцевые поверхности отрезков подвергаются воздействию воздушного потока, окружающего их, что, надо полагать, является одной из основных причин образования и разлета водяной пыли.

Наблюдениями над элементами пунктирной струи через стробоскоп и разбором фотографий установлен перелет видимых отдельных капель струи с задней торцевой поверхности на переднюю. Воздушный поток, как указано выше, тянется за струей с меньшей скоростью, чем скорость струи.

Поступая в воздушный зазор, воздух, естественно, отстает от задней торцевой поверхности; вполне возможно, что он сдувает с нее мельчайшую водяную пыль, перенося ее на переднюю торцевую поверхность следом летящего отрезка.

Разлет водяной пыли с передней торцовой поверхности летящих отрезков происходит благодаря разности скоростей струи и воздуха, поступающего в воздушный зазор. В силу этого получается эжекционный отсос воздуха с передней торцовой поверхности отрезков. Одновременно в пунктирной струе находится около сотни отрезков, самостоятельно, независимо друг от друга подвергающихся разрушению с торцевых сторон в водяную пыль, что обеспечивает относительную равномерность распределения выпавших из струи осадков, в виде мелкокапельного дождя, от сопла до конца струи.

Дальнейшие исследования причин дробления отрезков напорной струи уточнят формы и оптимальные размеры воздушных зазоров и длину отрезков струи, выявят основные причины дробления отрезков в моросящий мелкокапельный дождь.

Резюмируя вышесказанное, приходим к выводу, что нами установлена закономерность совершенно нового метода разрушения напорной струи в полете от сопла до границ ее естественного распада.

Метод прост, оригинален, результативен и бесспорно найдет широкое применение в сельском хозяйстве при орошении дождеванием, тушении степных и лесных пожаров, в карьерах по борьбе с пылью и т.д. Кроме практического значения, он представляет научный интерес и заслуживает дальнейшего исследования, что, несомненно, приведет к разработке новой теории в вопросах дождевания.

С.И.КЕБЕРЛЕ, Б.И.БЕЛЕСКОВ

ЩЕЛЕВОЙ ВОДОБОЙНЫЙ ПОЛ УРАЛЬСКОГО ТИПА НА КОНСОЛЬНЫХ СТЕНКАХ

При наличии легкоразмываемых грунтов основания в нижнем бьефе сброса, при высоком расположении грунтовых вод, большой фильтрующей способности грунтов, сравнительно небольшом напоре на сооружении экономичным способом предохранения сброса от подмыва со стороны нижнего бьефа является щелевой водобойный пол.

В Средней Азии он применялся как выполненный на сваях (Дамходжинский гидроузел, катастрофический сброс Южносурханского водохранилища, Зангский гидроузел), так и установленный на железобетонных консольных балках, заделанных в низовой зуб сброса, конструкции Узгипроводхоза (гидроузел на Шерабаддарья, Каршинский гидроузел, гидроузел на р.Ангрен и др.).

В связи со строительством щелевого пола на сбросе Зангского гидроузла были проведены лабораторные исследования на пространственной и полупространственной моделях этого сброса (М = I:60 н.в.), которые включали кроме изучения воронки местного размыва за полом также измерение с помощью индуктивных датчиков пульсирующей нагрузки потока на плиту пола при различных режимах сброса потока через сооружение.

В итоге исследований была составлена методика расчета пола на сваях, а также было сделано признанное в

качестве изобретения (свидетельство № 302436) предложение подвешивать пол определенным образом на консольных стенках. Такая система пола имеет ряд преимуществ по сравнению с применяющейся его конструкцией на сваях.

При сооружении пола на сваях (рис. а) не всегда можно забить их на требуемую глубину, например, из-за наличия валунов или линзовых прослоек глин, встречающихся в песчано-гравелистых грунтах. Забивка свай в этих условиях требует установки соответствующего копрового оборудования, что вызывает увеличение сроков строительства, удорожание его и вынуждает в отдельных случаях мириться с уменьшенной глубиной забивки свай и тем самым заведомо снижать надежность пола.

Основным недостатком при устройстве пола на консольных балках (рис. б) является то, что длина балок и в связи с этим длина плит пола, по условиям обеспечения необходимой прочности сооружения, в значительной степени ограничена. Увеличение длины плиты должно сопровождаться увеличением размера консольной балки, ширины и глубины зуба (устройство последнего сопряжено с трудностями водоотлива).

Кроме этого, как показали лабораторные и натурные исследования, весьма важно при эксплуатации уральского пола обеспечить протекание потока над его щелью перпендикулярно к ее направлению, а также ликвидировать боковые водовороты, для чего требуется предусматривать дополнительные устройства.

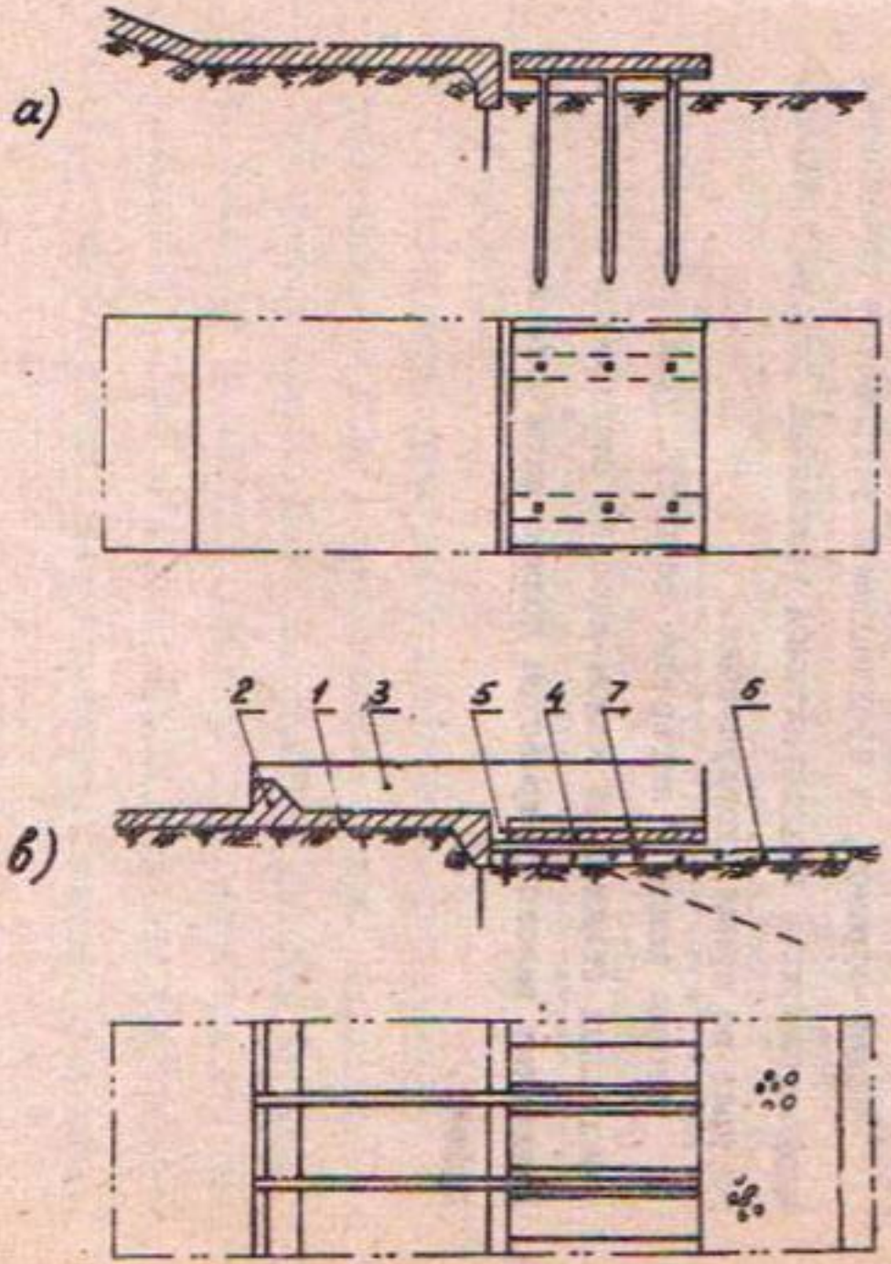


Рис.I.

а)водобойный пол уральского типа на сваях;
б)водобойный пол уральского типа на консольных балках;
в)водобойный пол уральского типа на консольных стенках.

I-водобойная плита; 2-водобойная стенка; 3-консольная разделительная стенка; 4-консольная плита; 5-поперечная щель; 6-каменная наброска; 7-зазор под плитой.

Для преодоления указанных недостатков и обеспечения благоприятных условий работы пола и было предложено устройство типа уральского пола на консольных стенках (рис.в) взамен консольных балок.

Сделав направляющие стенки достаточно большой высоты, можно подвесить на них плиты пола необходимой длины. Увеличение высоты стенок не сказывается так сильно на стоимости сооружения, как заглубление в дно русла при увеличении размеров консольных балок под плитами.

Надежность закрепления стенок на водобое увеличивается тем, что одним концом они заделываются в установленную перед щелью пола водобойную стенку. Водобойная стенка, как и направляющие стенки, кроме выполнения своего назначения в качестве несущей конструкции для плит пола, одновременно служат для эффективного выравнивания сбрасываемого через сооружение потока по его ширине и устранения боковых водоворотов.

Таким образом, в предлагаемом устройстве сочетается экономичность с благоприятными условиями работы уральского пола во время эксплуатации.

Весьма важно и интересно испытать уральский пол на консольных стенках на каком-либо из строящихся объектов. Внедрение такого устройства должно дать экономический эффект.

Б.И.БЕЛЕСКОВ, Л.А.ГЕХТЕР

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЛН В ВОЛНОВЫХ ЛОТКАХ

При пусконаладочных работах и тарировке волновых лотков САНИИРИ (большого и малого) возникла необходимость в измерении параметров волн. Волнообразователь большого лотка может генерировать волны, высота которых $h = 0,4 \div 1,25$ м, длина $\lambda \geq 8,0$ м и период $\tau \geq 2,3$ сек. В малом лотке можно иметь волны, высота которых $h \leq 0,35$ м, длина $\lambda \geq 2,0$ м и период $\tau \geq 1,2$ сек.

Измерение высоты волны и ее периода не представило затруднений: осциллограмма волнового горизонта в лотке с отметками времени дает возможность определить оба этих параметра.

Высоту волны и ее период можно измерить и простейшими средствами: высоту волны-по волномерной рейке, визуально установив размахи колебаний волнового горизонта при прохождении достаточно большого количества следующих друг за другом волн, период - секундомером по времени прохождения мимо рейки определенного количества волн.

Измерение длины волны простейшими средствами затруднительно. Однако одновременная запись волнового горизонта с помощью двух волнографов, датчики которых поставлены в лотке в направлении продольной оси его на расстоянии А друг за другом при наличии отметок времени, позволила с необходимой точностью измерить как длину,

так высоту и период волны (рис.I).

В малом лотке расстояние А брали равным I-I,5 м. В большом лотке удобным является расстояние 3-5 м.

Обработку осциллограмм осуществляли следующим образом:

а) определение периода волны $\tau = \tau_{ср.} \pm \Delta\tau$ сек.

$$\tau_{\varphi} = \frac{\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 \ldots \tau_i + \ldots \tau_n}{n} = \frac{\Sigma \tau_i}{n} = \frac{\Sigma \frac{a_i}{d_{\varphi}}}{n} =$$

$$= \frac{\Sigma a_i}{n d_{\varphi}} = \frac{a_{\varphi}}{d_{\varphi}},$$

$$\Delta\tau = \sqrt{\frac{\Sigma(\tau_i - \tau_{\varphi})}{n(n-1)}} = \frac{1}{d_{\varphi}} \sqrt{\frac{\Sigma(a_i - a_{\varphi})^2}{n(n-1)}}$$

где $a_{\varphi} = \frac{\Sigma a_i}{n} = \frac{\mathcal{L}_n}{n}$,

$d_{\varphi} = \frac{D_m}{m} \nu$ (ν - частота отметок времени)

$d_{\varphi} = \frac{D_m}{m}$ при ν = I гц.

б) определение высоты волны $h = h_{\varphi} \pm \Delta h$

$$h_{\varphi} = \frac{\Sigma h_i}{n} = \frac{\Sigma \frac{b_i}{B}}{n} = \frac{\Sigma b_i}{nB}$$

$$\Delta h = \sqrt{\frac{\Sigma(h_i - h_{\varphi})^2}{n(n-1)}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{\Sigma(b_i - b_{\varphi})^2}{n(n-1)}}$$

где B - смещение тарировочной кривой по перпендикуляру к продольной оси осциллограммы при погружении датчика на единицу длины (I метр);

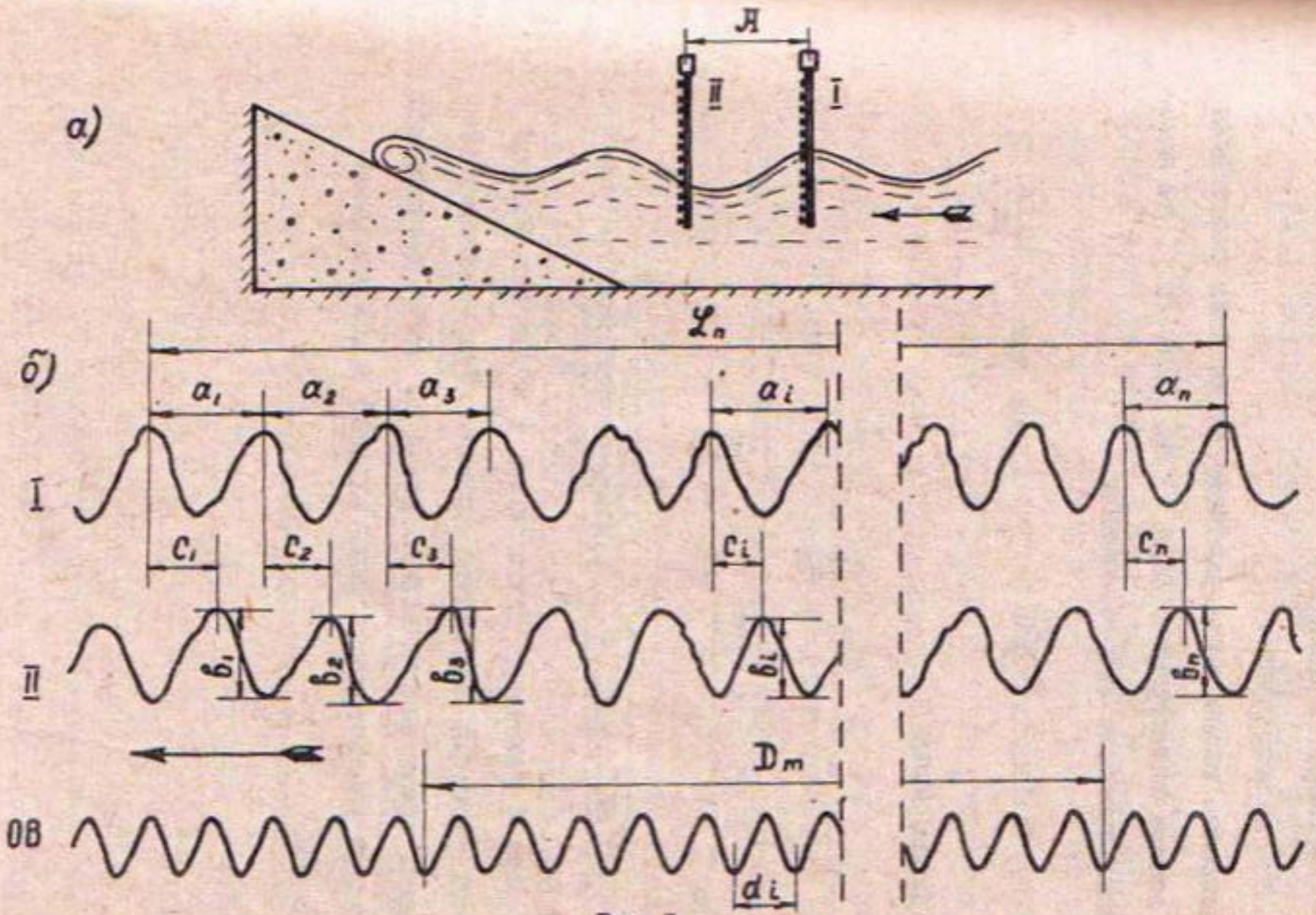


Рис.I

а)Схема установки датчиков волнографов I и II в волновом лотке;

б)I-осциллограмма волнового горизонта,записанная с помощью датчика волнографа I;
II-осциллограмма волнового горизонта,записанная с помощью датчика волнографа II;
ОВ-отметки времени.Стрелкой показано направление движения ленты осциллограммы при записи.

в) определение длины волны $\lambda = \lambda_{cp} \pm \Delta\lambda$ м

Длина волны $\lambda = V \cdot \tau$

где V - скорость волны;

τ - период волны.

Скорость волны равна частному от деления расстояния между вехами волнографов (база А) на время t, за которое волна проходит это расстояние

$$V_i = \frac{A}{t_i} = \frac{A \cdot d_\varphi}{c_i} \quad \text{, так как } t_i = \frac{c_i}{d_\varphi}$$

Тогда длина волны

$$\lambda_i = V_i \; \tau_i = \frac{A \cdot d_\varphi}{c_i} \cdot \frac{\sigma_i}{d_\varphi} = \frac{A\sigma_i}{c_i}$$

$$\lambda_{cp} = \frac{\Sigma \lambda_i}{n} = \frac{\Sigma \frac{A\sigma_i}{c_i}}{n} = \frac{A}{n} \Sigma \frac{\sigma_i}{c_i}$$

$$\Delta\lambda = \sqrt{\frac{\Sigma(\lambda_i - \lambda_{cp})^2}{n(n-1)}} = A\sqrt{\frac{\Sigma\left(\frac{\sigma_i}{c_i} - \frac{1}{n}\Sigma\frac{\sigma_i}{c_i}\right)^2}{n(n-1)}}$$

Такой способ измерения длины волны в лотке при большой точности является достаточно простым. При необходимости измерять, кроме высоты волны, еще и ее длину, необходимая аппаратура увеличивается лишь на один дополнительный волнограф.

А.Я.БЕЛОУСОВ

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПУСКА В РАБОТУ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ НА ПЕСКОВАНИЕ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

Эффективность системы вертикального дренажа в значительной степени снижается из-за низкой надежности применяемых на скважинах погружных электронасосов. Одна из основных причин низкой надежности электронасоса - интенсивное пескование скважины после пуска насосной установки в работу. Обычно этот процесс продолжается 0,5-3 часа, после чего вынос песка снижается до допустимого уровня. Одна из причин, приводящая к интенсивному пескованию скважин, это гидравлические явления в системе скважина-насос-напорный трубопровод.

С целью определения пескования скважины в зависимости от степени открытия задвижки перед пуском насоса были проведены натурные испытания установок вертикального дренажа в Голодной степи на скважине № 6 Пахтааральского района. Пуск насоса производился при открытой и закрытой задвижках.

Оказалось, что наиболее интенсивное пескование скважины наблюдается во время пуска насоса при полностью закрытой задвижке, при этом величина концентрации песка в откачиваемой воде составила 22 г/л, а суммарное количество вынесенного песка за 60 мин. работы было равно 1002 кг. Во время пуска насоса при полностью открытой задвижке концентрация песка в откачиваемой воде составила 8 г/л, а суммарное количество вынесенного песка за такое же время было равно 197 кг.

На рис. I представлены результаты исследований пескования скважины в послепусковой период в зависимости от положения задвижки перед пуском насоса. Скорость открытия задвижки для всех случаев оставалась постоянной. Время открытия задвижки от первоначального положения до полного открытия составляло I5 минут. Время стоянки скважины перед очередным пуском для всех случаев равнялось 25 мин.

Из рис. I видно, что любой из указанных способов пуска насосной установки приводит к пескованию скважины, но наиболее неблагоприятным является запуск насоса при полностью закрытой задвижке.

В начальный момент после пуска насоса, воздушный промежуток, находящийся в напорном трубопроводе между статическим уровнем воды в скважине и задвижкой, расположенной выше устья скважины, не препятствует подъему воды и, следовательно, работе насоса с большими подачами и скоростями. При этом забор воды насосом происходит, в основном, из обсадной колонны скважины за счет сработки статического горизонта.

В дальнейшем поднимающийся в напорном трубопроводе столб воды сжимает воздух, заключенный между ним и задвижкой до давления, превышающего максимальный напор насоса (благодаря силе инерции столба жидкости).

Это приводит к движению воды в напорном трубопроводе вниз к насосу и образованию волны повышенного давления.

Резкое прекращение подачи воды насосом приводит к торможению массы жидкости в обсадной колонне, что является причиной образования 2-й волны повышенного давления.

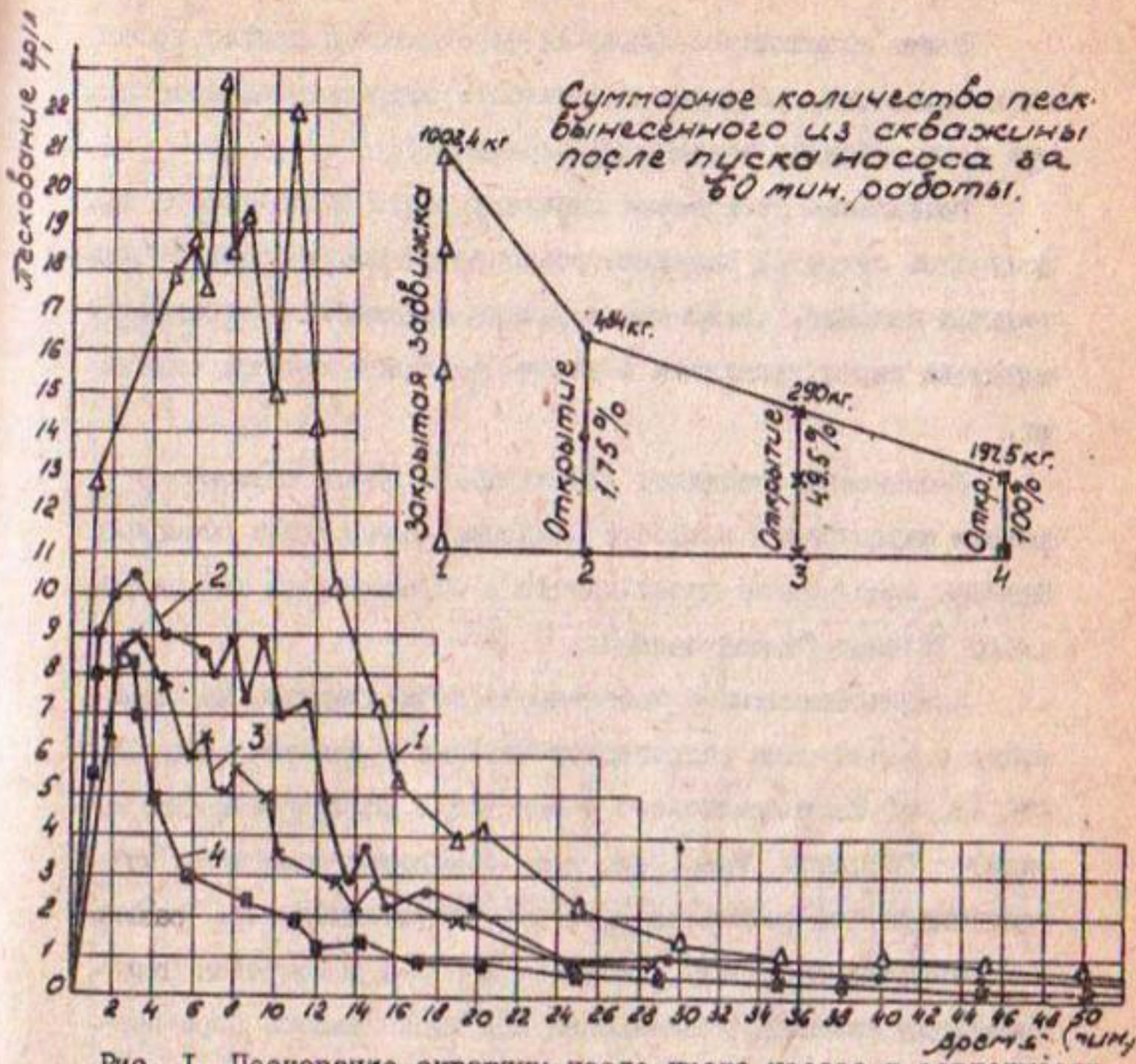


Рис. I. Пескование скважины после пуска насоса в зависимости от величины открытия задвижки (с последующим ее полным открытием в течение I5 мин.)

I - запуск насосной установки при полностью закрытой задвижке;
2 - запуск насосной установки при открытии задвижки на 1,7%;
3 - запуск насосной установки при открытии задвижки на 49,5%;
4 - запуск насосной установки при полностью открытой задвижке.

Волны повышенного давления передаются к прифильтровой части скважины, разрушая целостность сформировавшегося фильтра и способствуя усиленному пескованию.

Уменьшение пескования скважины после пуска насоса при полностью открытой задвижке объясняется отсутствием отрицательных явлений, связанных с резким движением и остановкой жидкости перед задвижкой и внутри обсадной колонны скважины.

Пескование скважины, по-видимому, здесь вызывается резким нарастанием скорости движения воды внутри обсадной колонны сразу после пуска насоса и образованием так называемого явления "высачивания".

Вышеперечисленные зависимости были получены на скважинах с различными гидрогеологическими условиями (скв. 6, I5, 49, 5I Пахтааральского и скв. 25 и 28 Шурузякского массива) в Голодной степи, что дает основание полагать, что закономерности пескования достаточно устойчивы при различных гидрогеологических условиях. С целью исключения отрицательных явлений, возникающих при пуске насоса (при полностью закрытой и полность открытой задвижке) было изготовлено и испытано на скважинах в Голодной степи дроссельное устройство, располагающееся под динамическим уровнем воды в скважине, которое исключает образование гидравлического удара и обеспечивает плавное нарастание расхода от нуля до эксплуатационной величины после пуска насоса.

Дроссельное устройство (рис. 2) выполнено в виде патрубка I с внутренним диаметром 220 мм, внутри которого находится клапан мотылькового типа 2, расположенный на валу и

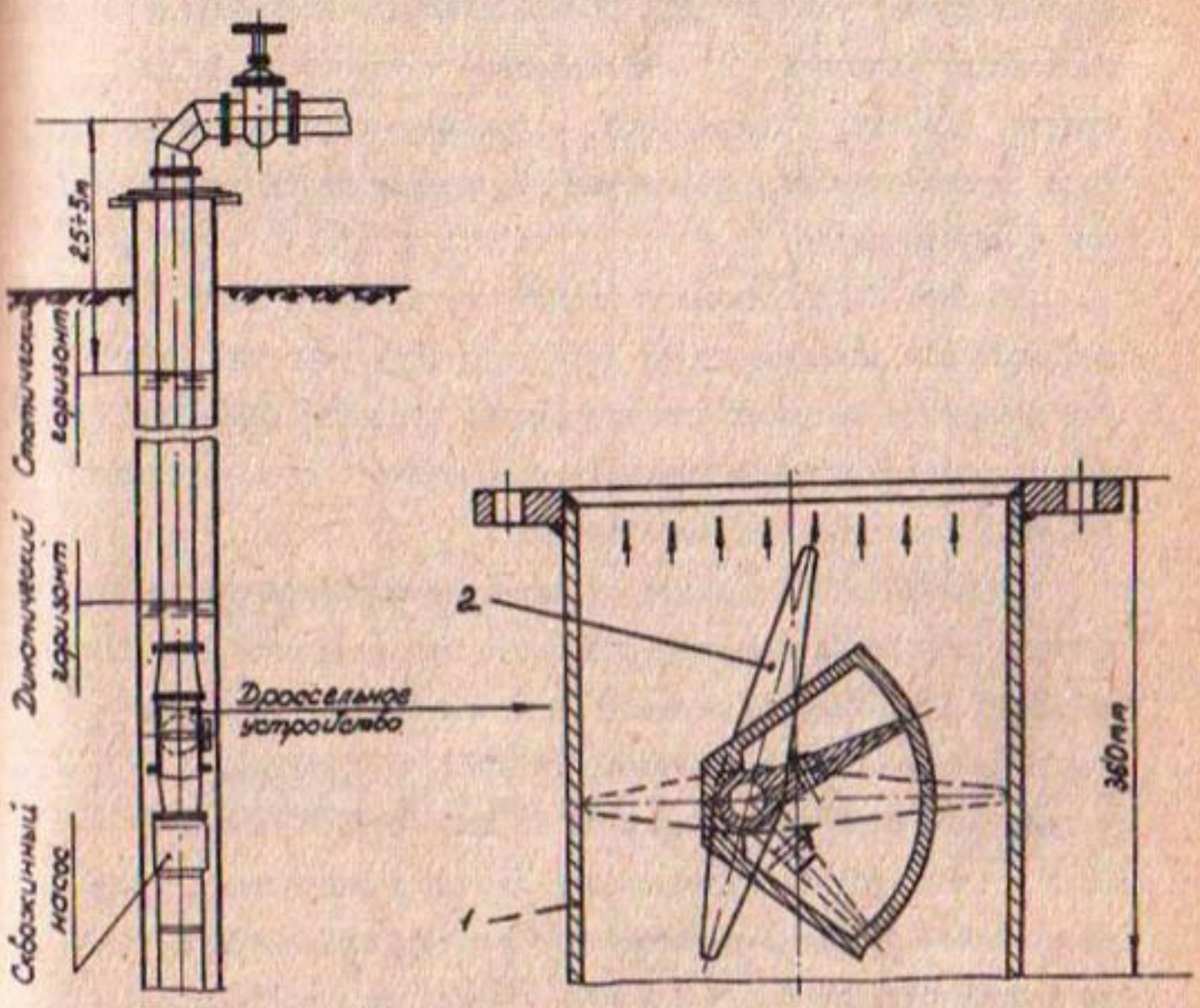


Рис. 2. Насосная установка, оборудованная дроссельным устройством.

поворачивающийся от нуля до девяносто градусов, чем и обеспечиваются любые заданные скорости и закон его открытия.

Для выбора оптимального способа открытия дроссельного клапана после пуска насоса, обеспечивающего минимальное пескование скважины, было исследовано четыре способа открытий, а именно: равномерное, с линейным нарастанием расхода, с нарастающим и убывающим ускорением движения жидкости в трубопроводе.

На рис. 3 представлено пескование скважины после пуска насоса в зависимости от этих способов открытия. Характер изменения скорости движения жидкости после пуска насоса при одинаковом времени открытия дроссельного клапана определяет уровень пескования скважины.

Минимальное пескование скважины наблюдается при нарастающем ускорении движения жидкости. При этом способе, когда время открытия дроссельного клапана составляло 20 мин., концентрация песка в откачиваемой воде не превышала I г/л, а суммарное количество песка за 65 мин. работы равнялось 78,5 кг. При убывающем ускорении движения жидкости с таким же временем открытия дроссельного клапана концентрация песка в воде была не более 3,2 г/л, а суммарное количество вынесенного песка за 65 мин. работы составляло 289 кг. Из рис. 4, на котором представлено пескование скважины в зависимости от времени открытия дроссельного клапана при нарастающем ускорении движения жидкости видно, что с увеличением времени открытия пескование скважины уменьшается.

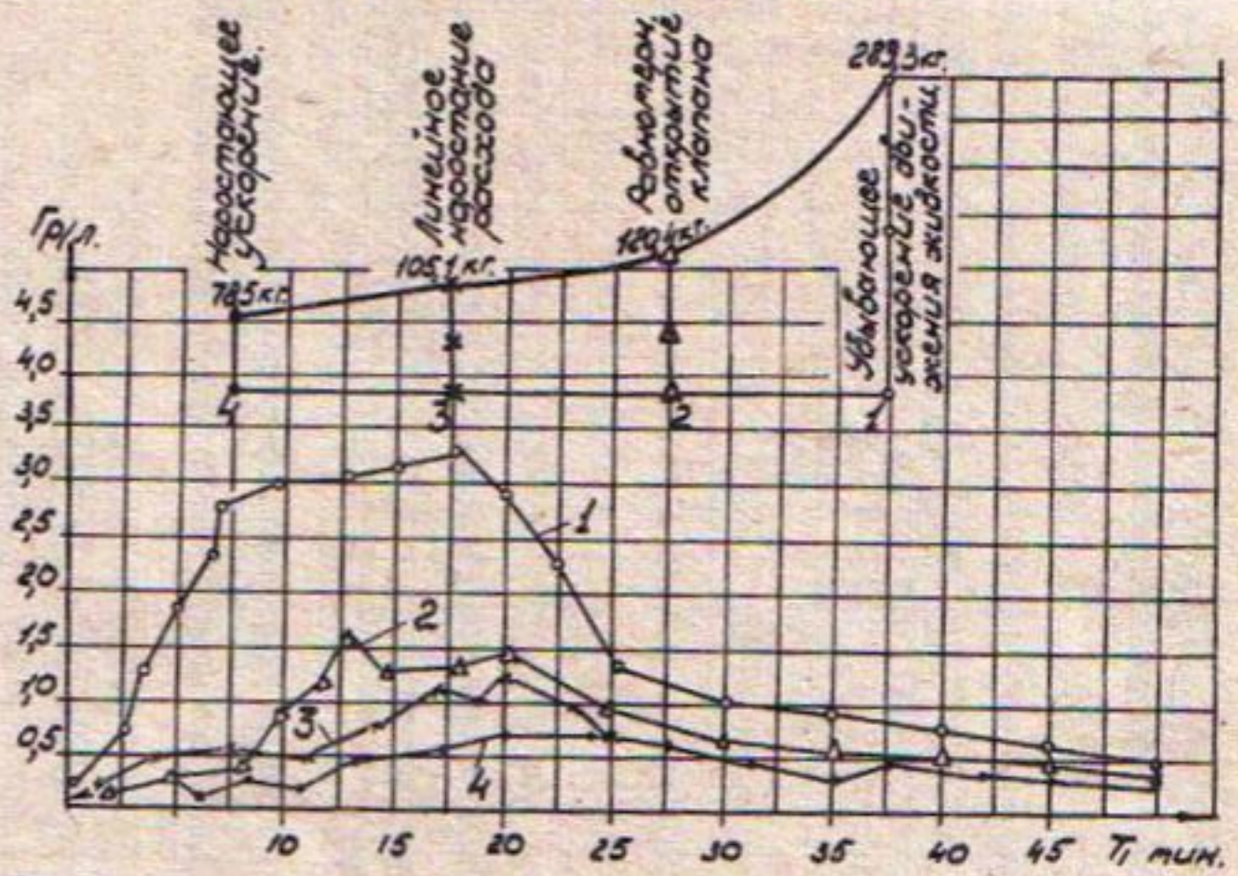


Рис.3. Пескование скважины после пуска насоса в зависимости от закона открытия дроссельного клапана (время открытия клапана 20 минут):
1– убывающее ускорение движения жидкости;
2– равномерное открытие клапана;
3– линейное нарастание расхода;
4– нарастающее ускорение движения жидкости.

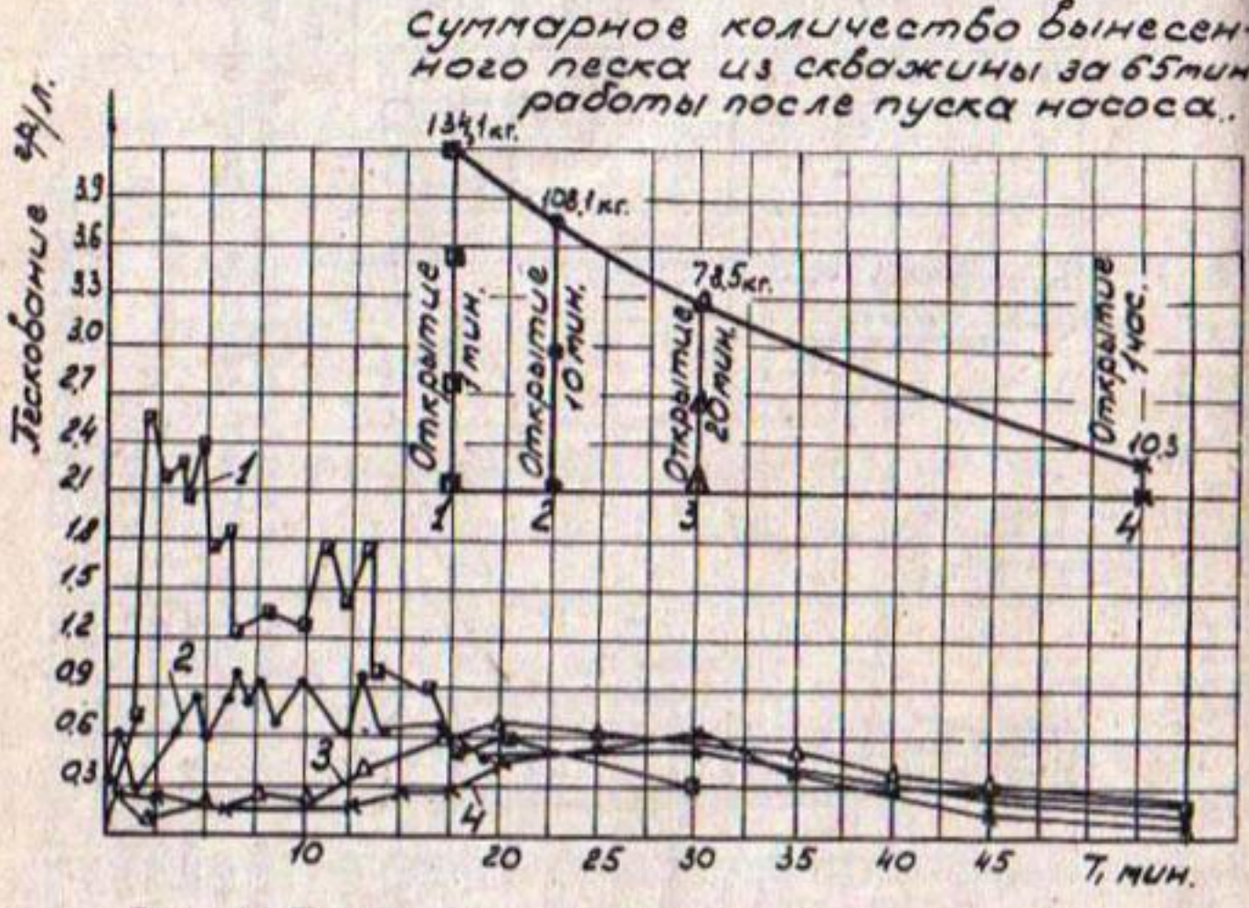


Рис. 4. Пескование скважины после пуска насоса в зависимости от времени открытия дроссельного клапана при нарастающем ускорении движения жидкости:

I - открытие в течение I мин.;
2 - открытие в течение I0 мин.;
3 - открытие в течение 20 мин.;
4 - открытие в течение I часа.

В Ы В О Д Ы

I. Вынос песка из скважины в послепусковой период работы насосной установки наблюдается при любом положении задвижки перед пуском электронасоса (от положения закрытой до полностью открытой).

Минимальное пескование скважины обеспечивается при ее полном открытии перед пуском.

2. Пуск насосной установки, оборудованной дроссельным устройством, расположенным под динамическим уровнем воды скважине, обеспечивает плавное увеличение дебита от нуля до эксплуатационной величины и снижает более чем в I,5-2 раза интенсивность пескования скважины как по концентрации, так и по суммарному количеству вынесенного песка в послепусковой период по сравнению с пуском при полностью открытой задвижке, расположенной выше устья скважины.

3. Наиболее благоприятным режимом, обеспечивающим минимальное пескование скважины после пуска насосной установки с дроссельным устройством, является нарастающее ускорение движения жидкости в скважине.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Мостков М.А. и Башкиров А.А. Расчеты гидравлического удара, Госэнергоиздат, I952.

2. Надарейшвили А.В. О борьбе с пескованием артезианских скважин, Гидротехника и мелиорация, № 3, I966.

3. Чекалик Э.Б. Скорость распространения упругих деформаций в пористой среде, Нефтяное хозяйство, № II, 1947.
4. Щелкачев В.Н. Скорость распространения изменений пластовых давлений, Нефтяное хозяйство, № II, 1947.
5. Яковлев В.П. Исследование упругих колебаний в артезианском пласте, Нефтяное хозяйство, № I, 1946.

Г.Д.СМЕЛОВ

К ВОПРОСУ МЕХАНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ МЕЛКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Ежегодный объем работ по очистке мелкой оросительной сети от заиления в УзССР составляет 30 млн. $м^3$ и имеет тенденцию к возрастанию. В основном работы производятся вручную, механизация составляет 54%, что объясняется нерегулярностью выполнения текущего ухода за каналами и отсутствием серийно- выпускаемых эффективных очистных машин. На очистке каналов в настоящее время применяются многоковшовый мелиоративный экскаватор ЭМ-152Б и каналоочиститель Д-490М. Однако данные машины не учитывают достаточно полно особенностей работы в условиях Узбекской ССР, указанные машины приспособлены для одновременного удаления наносов со дна и одного из откосов, в связи с чем полная очистка всего сечения канала достигается только при передвижении машины по обеим бермам, а это возможно на оросителях, свободных от древесных насаждений.

Из зарубежных конструкций машин интересен каналоочиститель *G* -161 фирмы *Demag*(ФРГ), В-771 (ГДР), *Hydra-Digga* фирмы *Barford*(Англия) - как образцы универсальных машин, имеющих комплект сменных рабочих органов различного назначения. Необходимо отметить, что в конструкции рабочих органов перечисленных машин отсутствует регулировка по ширине дна очищаемого канала (каналы, у которых ширина по дну превышает захват рабочих органов, могут быть очищены за несколько проходов машины). В таблице приведены показатели по некоторым существующим зарубежным и отечественным очистным машинам и по предлагаемой нами машине марки КН-1,5 со сменным двухроторным рабочим органом. Конструкция этого принципиально нового рабочего органа разработана в отделе организации и механизации водохозяйственных работ САНИИРИ (авторское свидетельство № 251479 от 25 марта 1969 г.)*)

Рабочий орган включает в себя два ротора с откосниками, которые закреплены на двух стойках, расположенных в двух вертикальных параллельных плоскостях. Гидроцилиндрами роторы

*) В 1970 г. на конкурсе в честь 100-я со дня рождения В.И.Ленина, объявленном МЧМ и ВХ УзССР, автору была присуждена третья премия.

могут устанавливаться друг за другом по оси канала или разводиться на некоторый угол, изменяя тем самым величину захвата рабочего органа, в связи с чем за один проход машины при диаметре роторов 0,9 м возможна очистка каналов шириной по дну от 0,4 м до 1,0 м. Противоположное направление вращения роторов в разведенном положении в какой-то мере уравновешивает рабочий орган, так как направления сил сопротивления копанию обоих роторов оказываются противоположными. Подобное уравновешивание облегчит управление машиной с боковым расположением рабочего органа, особенно при его большом вылете.

У каналоочистителей GF -3 и А-30 с двухроторным рабочим органом, разработанным фирмами Baas (ФРГ) и Socomec (Италия), плоскости вращения роторов наклонены под углом 60° к горизонтали в соответствии с требуемым заложением откосов. Недостатком конструкции такого рабочего органа является отсутствие механизма регулирования ширины захвата по дну и возможна очистка каналов за один проход одного сечения. Модель выполнена в виде навесного оборудования к колесному трактору. Параметры очищаемых каналов определяются колеей трактора, который передвигается по двум бермам.

В отличие от такого рабочего органа разрабатываемый в отделе механизации и организации водохозяйственных работ САНИИРИ двухроторный рабочий орган с раздвижными роторами указанных выше диаметров позволит очищать каналы мелкой оросительной сети с различными параметрами за один проход машины.

Для улучшения условий механизированной очистки мелкой оросительной сети необходимо выполнить требования, заключающиеся в создании стандартного ряда по каждому типу канала с четкой регламентацией допустимых отклонений от проектных данных, односторонней обсадки деревьями и наличии вдоль каналов полосы земли, позволяющей нормально двигаться и работать сухопутным очистным машинам.

Показатели по некоторым зарубежным и отечественным каналоочистителям

№№ пп	Основные показатели	Ед. изм.	Фирма, страна (ФРГ)	(Италия)	Польша	Марка машины Д-490М	МР-2А	ЭМ-152Б	Предлагаемая машина КН-1,5
1.	Модель	-	-161	А-30	К-161	-	-	-	-
2.	Тип рабочего органа	-	Фреза	двухроторный	цепной многоковшовый	Фреза	Фреза	цепной многоковшовый	двухроторный с раздвижными роторами
3.	Производительность	$м^3/ч$	30	-	до 28	15	до 110	57/40	90
4.	Размеры очищаемых каналов:								
	ширина по дну	м	-	-	-	0,4-1,0	0,2-0,4	-	0,4-1,0
	глубина	м	до 1,0	1,0	до 2,5	0,5-1,5	до 1,5	до 1,66-2,1	до 1,5-2,0
	заложение откосов	-	-	60°	от 1 до	1,0-1,5	до 1,5	0,5-1,5	0,5-1,5
5.	Мощность двигателя	л.с.	60	60	25	54	108	40	75.
6.	Привод рабочего органа	-	-	механич.	механическ.	механич.	гидравлич.	механическ.	механическ.
7.	Количество обслуживающего персонала	чел.	1	1	1	1	1	1	1

Максимальная глубина 2,5 м достигается при коэффициенте заложения откосов канала 1,0

57 $м^3/ч$ - значение расчетной производительности экскаватора с ковшами емк.15 л; 40 $м^3/ч$ - с ковшами емк.8 л.

Э.М.ОСТРОВСКИЙ, П.С.ТРЕБУНСКИХ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ НОВЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН НА ОЧИСТКЕ КАНАЛОВ

В целях широкого внедрения механизированной очистки оросительной и коллекторно-дренажной сети отделом организации и механизации водохозяйственных работ САНИИРИ в 1969-1970гг. в группе районов Центральной Ферганы, Ташкентской и Сырдарьинской областей были исследованы специальные мелиоративные машины.

Роторный рабочий орган универсального каналоочистителя Д-490М удовлетворительно очищает донную часть внутрихозяйственных оросительных каналов (рис. I). Рабочие параметры ротора обеспечивают снятие и удаление за один проход слоя наносов со средним удельным объемом 0,I $м^3$/пог.м Для качественной очистки донной части каналов необходимо не менее трех проходов машины, а при значительном заилении - до восьми. В связи с односторонней схемой очистки каналов и низкими удельными объемами удаляемого грунта за один проход эксплуатационная производительность машины не превышает II-I3 $м^3$/ч, а сметная стоимость выполнения единицы объема достигает 0,300 + 0,364 руб/$м^3$.

При обработке каналов машину рекомендуется перемещать на первой или второй рабочей передаче, что соответствует скорости 520-580 м/ч. Для повышения выработки необходимо при каждом проходе по каналу стремиться к снятию максимально возможного в данных конкретных условиях слоя грунта.

Исследованиями установлено, что роторным рабочим органом каналоочистителя можно очищать как земляные, так и бетонированные каналы глубиной до I,5 м. Особенность технологического процесса очистки каналов ротором состоит в том, что при первых проходах слой грунта снимается у подошвы противоположного откоса, а при следующих проходах обрабатывается участок ближнего откоса. Последние проходы производятся таким образом, что ротор зачищает дно в средней части канала.

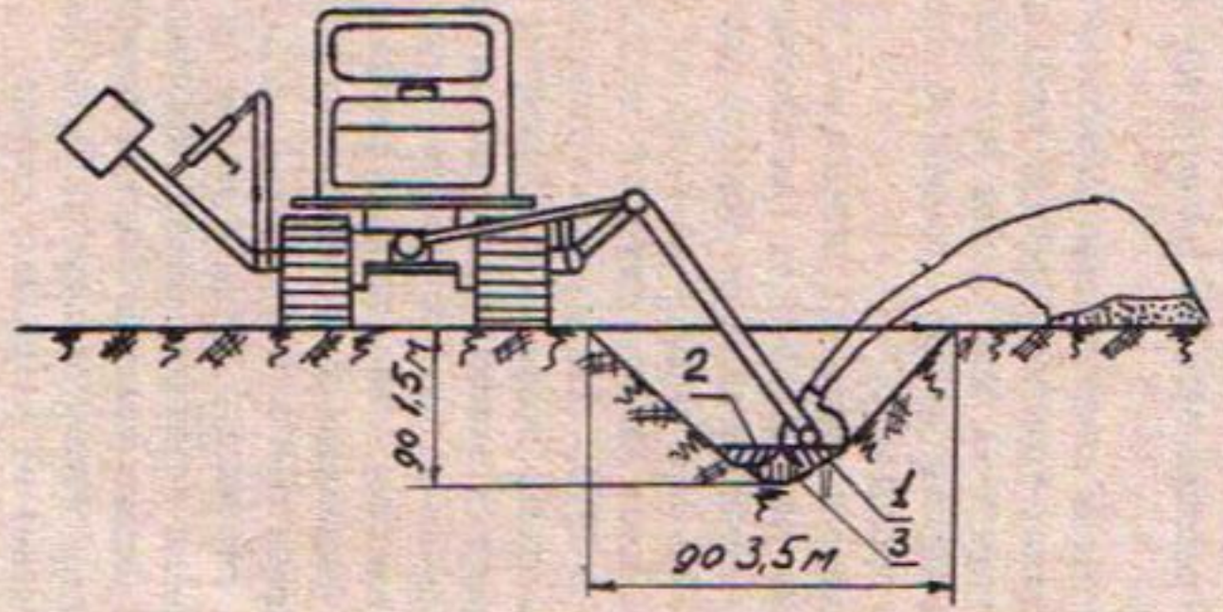


Рис.I. Схема работы каналоочистителя Д-490М с роторным рабочим органом: I, 2, 3 -номера проходов.

Скребковым рабочим органом каналоочистителя Д-490М можно производить, в основном, зачистку и планирование дна и ближнего откоса с частичным забором грунта с противоположного откоса, а при необходимости и уполаживание ближнего откоса очищаемого канала (рис. 2). Однако не всегда можно применять скребковый рабочий орган вслед за проходом ротора. Это объясняется тем, что полная и качественная зачистка сечения скребковым рабочим органом достигается при отсутствии в канале воды.

Скребковый рабочий орган дает высокую выработку и хорошее качество при неплотных грунтах. Средняя удельная величина удаляемого слоя грунта за один проход при этом составляет 0,I7 $м^3$/пог.м(для придания каналу проектного профиля требуется не менее двух проходов).

Учитывая сравнительную надежность, приемлемое качество выполнения работ, а также универсальность, каналоочиститель Д-490М рекомендован для использования на очистке оросительных каналов глубиной до I,5 м и шириной по верху до 3 м.

При очистке оросительных каналов глубиной до I,2 м мелиоративный экскаватор ЭМ-I52Б, забирая грунт главным образом из донной части заиленного профиля, одновременно удаляет растительность и планирует ближний откос канала (рис. 3). Рабочий орган экскаватора из-за низкой мощности привода дает высокую выработку в илистых, пластичных и разжиженных грунтах. При разработке нижележащих более плотных слоев грунта каналов выработка машины резко снижается.

На очистке каналов глубиной I,2-I,4 м параметры рабочего органа экскаватора также позволяют обработать донную часть канала и ближний откос. Однако условия очистки донной части канала ухудшаются и в связи с этим большая часть объема выполненных земляных работ падает на разработку откоса.

Удельные объемы земляных работ при очистке каналов глубиной до I,4 м составляют в среднем 0,25 $м^3$/пог.м за один проход (для очистки канала требуется 2-3 прохода). Машина может выполнять рабочий процесс при движении вперед и назад. Первый проход рекомендуется выполнять при максимальном вылете ковшевой рамы, а при следующих - вылет уменьшать.

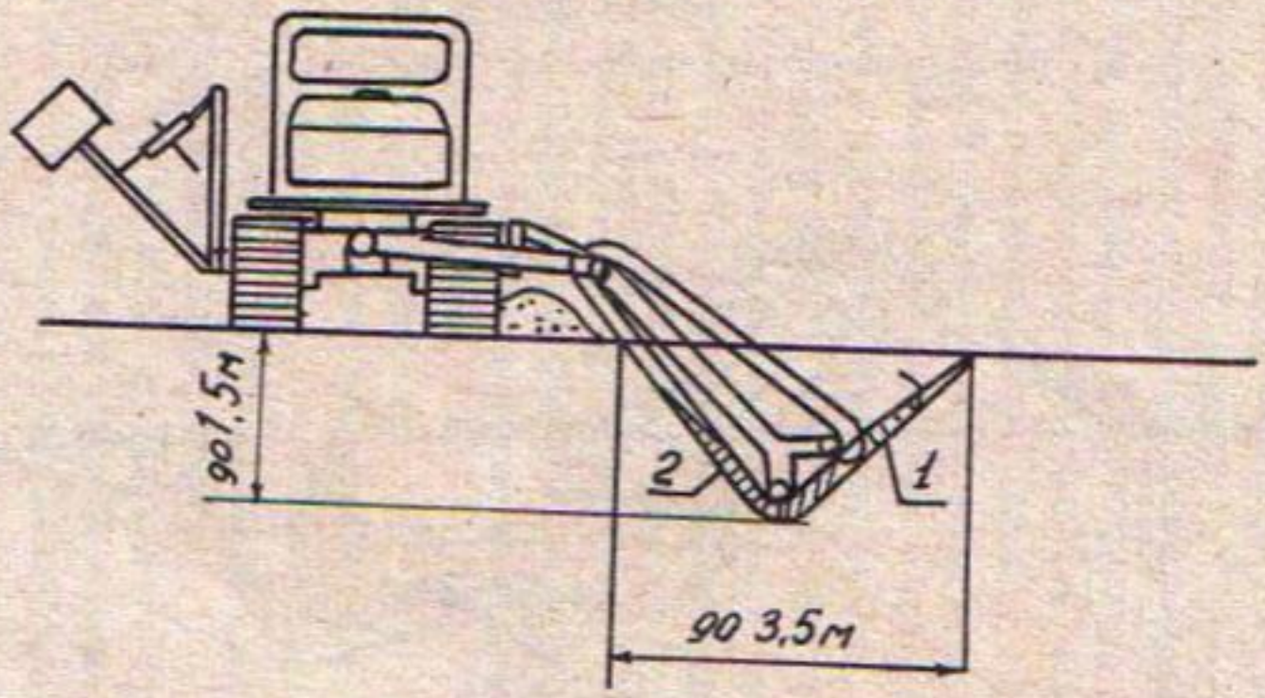


Рис.2. Схема очистки канала каналоочистителем Д-490М со скребковым рабочим органом.

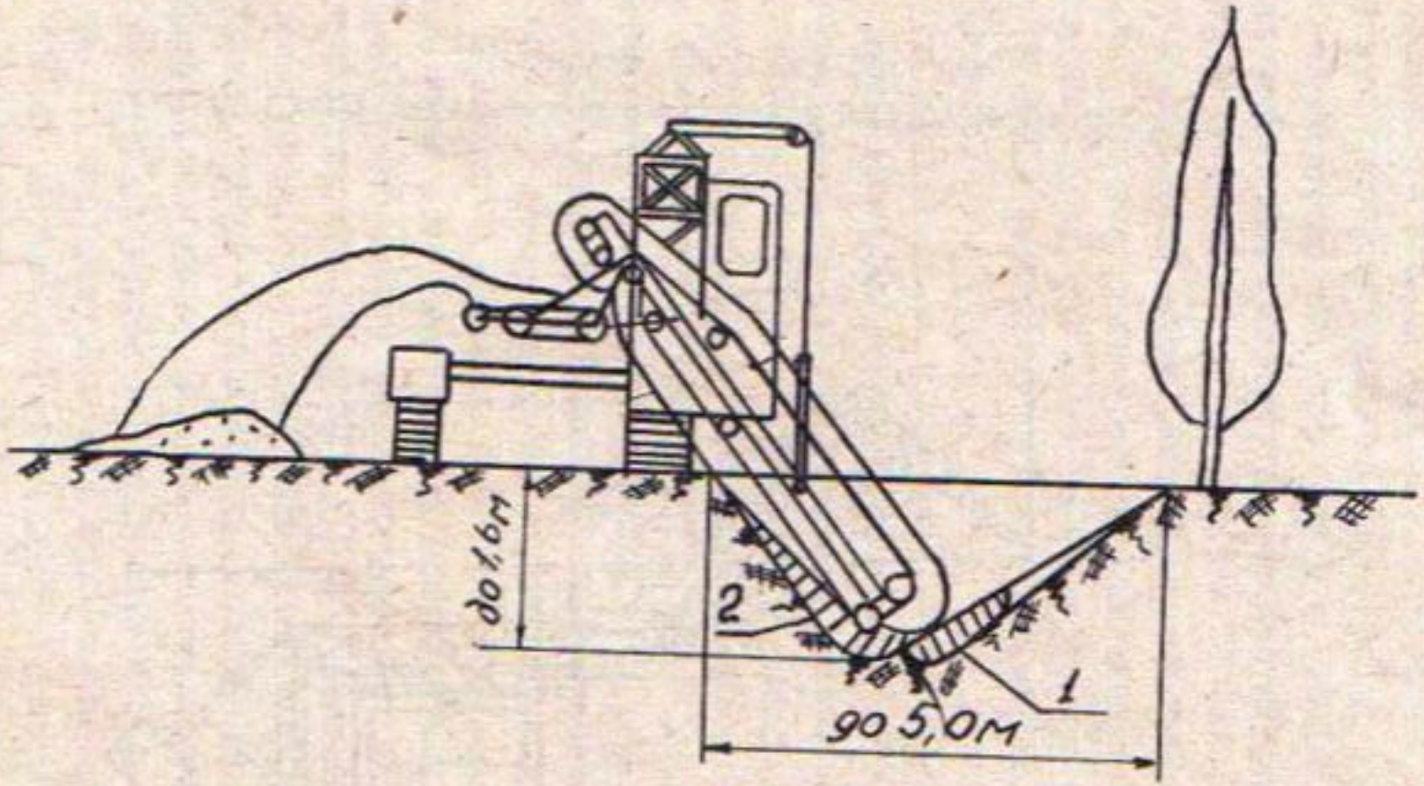


Рис.3. Схема работы мелиоративного экскаватора ЭМ-152Б на очистке канала.

Сложные условия очистки каналов в орошаемой зоне предъявляют к экскаватору повышенные требования в смысле надежности и маневренности. Несоответствие рабочих параметров экскаватора габаритным размерам оросительной сети с учетом односторонней ее очистки не позволяет использовать данную машину для обработки каналов более крупных типоразмеров. В связи с этим экскаватор не может быть рекомендован для широкого применения.

Одноковшовый экскаватор Э-304В со сменным рабочим оборудованием (драглайн бокового черпания) обеспечивает очистку донной части коллекторно-дренажных каналов. Удаление наносов только со дна каналов сокращает объем его земляных работ не менее чем в два раза против выполняемого в настоящее время экскаватором с рабочим оборудованием - обычным драглайном или обратной лопатой. На рис. 4 штриховкой (I) показана площадь сечения наносов, удаляемых обычным драглайном, а штриховкой (2) - драглайном бокового черпания. Причем драглайн бокового черпания работает с переуглублением дна против проектного, для обеспечения пропуска воды после оползания части грунта с откосов канала.

Замена обычного драглайна на драглайн бокового черпания приводит к увеличению длительности цикла почти в два раза и составляет 30 сек.

С целью обеспечения видимости ковша при наборе грунта очистку коллекторно-дренажной сети целесообразно вести по схеме "снизу-вверх", т.е. от устья к истоку. В этом случае у каналов, подлежащих очистке, должна иметься свободная от древесных насаждений правая берма.

При работе экскаватора драглайном бокового черпания не устраняются разрушения откосов, придающие неприглядный вид каналам после очистки. Однако достигается более высокая выработка машины в пог.м (до 60 пог.м в час), в связи с чем экскаватор с драглайном бокового черпания рекомендуется для широкого внедрения.

В таблице приведены данные о производительности и стоимости очистки каналов машинами цикличного и непрерывного

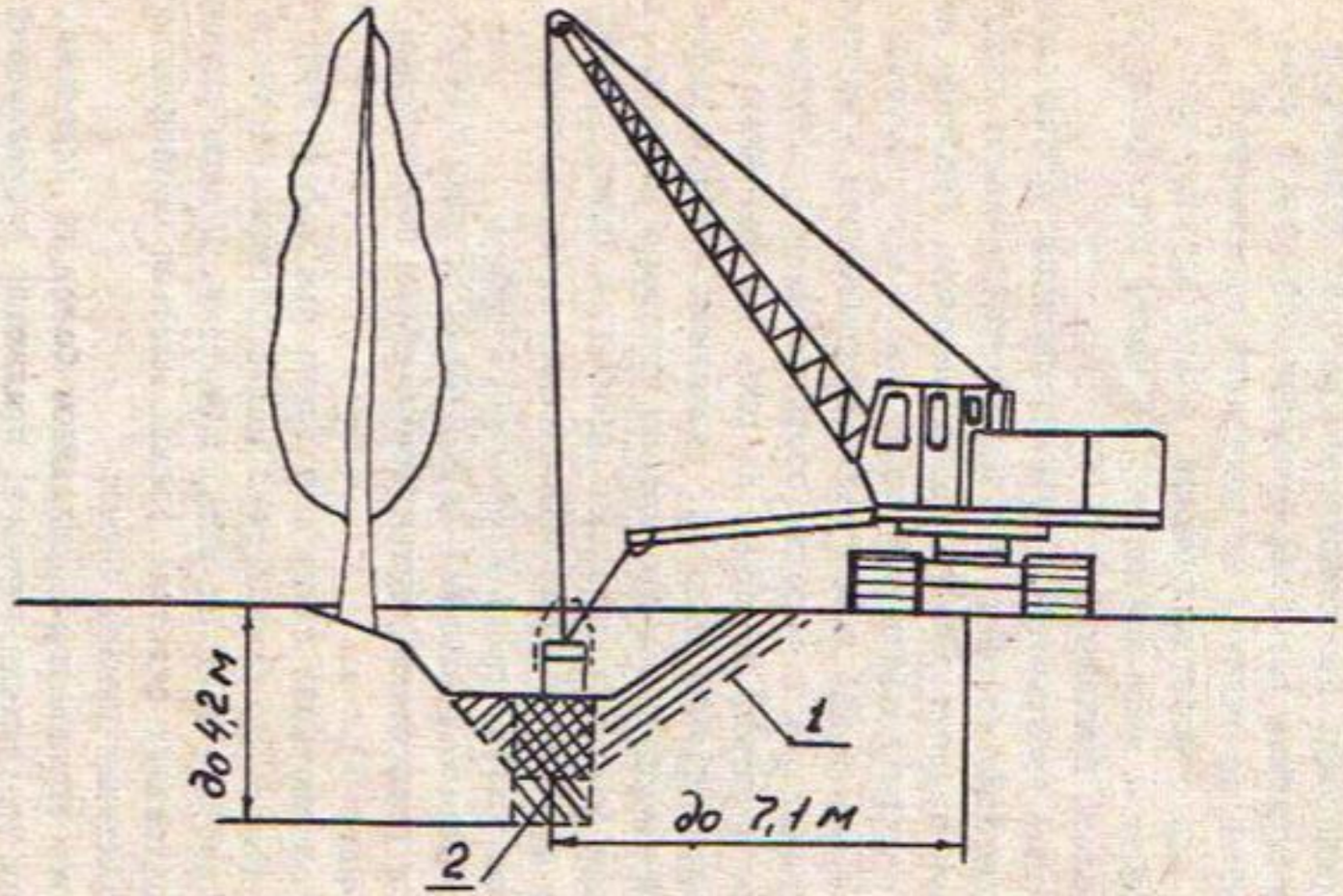


Рис.4. Схема работы экскаватора Э-304В с рабочим оборудованием:

1-обычного драглайна;

2- драглайна бокового черпания.

действия в условиях Узбекской ССР применительно к грунтам I группы и при наличии в каналах воды и растительности.

№ п/п	Наименование машины	Производительность, $м^3/ч$: техническая, за час чистой работы	технологическая за час полезной работы	эксплуатационная за час сменного времени	сметная за час сменного времени	Сметная стоимость выполнения единицы объема, руб.
I.	Д-490	35	28	II	8	0,364
2.	Э-I53	20	I7	7	5	0,530
3.	ЭМ-I52Б	66	40	I6	I2	0,353
4.	Э-304В	35	29	I2	9	0,327

По данным таблицы можно заключить, что машины непрерывного действия при выполнении очистных работ на каналах в орошаемой зоне могут успешно конкурировать с машинами цикличного действия, но для повышения технико-экономических показателей они нуждаются в конструктивной доработке. В частности, должны быть изменены конструкция роторного рабочего органа каналоочистителя Д-490М, элементов скребковой цепи, а также навески рабочих органов.

Необходимо модернизировать систему управления и ходового механизма экскаватора ЭМ-I52Б. При этом должна быть увеличина поперечная устойчивость, маневренность машины и мощность привода. Имея в виду односторонную схему очистки каналов, параметры рабочего органа экскаватора должны быть изменены с тем, чтобы машина обеспечивала очистку заиленного профиля каналов глубиной до I,8 м и более и шириной по верху до 6 м.

А.П.ОРЛОВА, Л.Н.ДАНИЕЛОВА

К ВОПРОСУ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ САМООЧИЩЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ

Процесс самоочищения подземного потока Чирчикской долины изучался в натурных и лабораторных условиях.

I. Методика натурных исследований

Основными загрязнителями поверхностных и подземных вод долины являются азотосодержащие компоненты промышленных сточных вод Чирчикского электрохимического комбината и комбината жаропрочных и тугоплавких металлов: ион аммония, нитраты, нитриты.

Для исследования влияния этих стоков на качественный состав грунтовых вод в натурных условиях определялось местоположение производственных загрязнителей по отношению к направлению движения грунтовых вод; изучались технология образования сточных вод основных цехов, режим их сброса, давались количественная и качественная характеристики сточных вод ЧЭХК и УзКТКМ, р. Чирчик и подрусловой потока, обследовалось место сброса и хранения стоков, а также канализационно-коллекторная сеть..

Гидрологическая и гидрогеологическая характеристики водного режима р. Чирчик были составлены по данным УГМС, Узбекского гидрогеологического треста и САО Гидропроекта.

Распространение загрязнения изучалось по изменению содержания загрязняющих компонентов в подземном потоке от створа к створу. Створы по Чирчикской долине установлены отделом Охраны водных ресурсов из расчета влияния промышленных стоков на качество подземных вод.

Зоны самоочищения определялись из следующего расчета:

I) с"фоновым" содержанием NH_4 и NO_3 ;

2) с максимальным содержанием -"-

3) выше предельно-допустимых норм -"-

4) в пределах п.д.к.

В результате 6-летних исследований были выделены 5 зон самоочищения:

Зона	:Протяжен-: нитрат-ион : ион аммония :ность, км:NO_3, мг/л :NH_4, мг/л		
I. "Фоновые" содерж.	80	от 2 до I2	от 0,0 до 0,2
II. Максимальные величины	8	от 600 до 250	от 400 до 70
III. - " - " -	20	от 250 до 80	от 7 до 5,2
IУ. Выше п.д.к.	I8	от 80 до 40	от 5 до 0,2
У. Ниже п.д.к., но выше "фоновых"	80	от 40 до 23	от 0,2 до 0,0

Из таблицы видно, что нитрат-ион и ион аммония по-разному ведут себя в грунтовом потоке: если в зоне максимальных величин нитрат-ион снижается с 600 до 250 мг/л, т.е. в 2,4 раза, то ион аммония с 400 до 5 мг/л - в 80 раз. В результате исследований установлено: количество нитрат-иона снижается с разбавлением грунтовых вод (по данным УзIIТ в Чирчикском створе Q = 0,5 $м^3$/сек, в Троицком - I,07 $м^3$/сек, т.е. в 2,I5 раз), а ион аммония, кроме того, адсорбируется на грунтах.

Принимая во внимание способность иона в лаборатории отдела были поставлены опыты по изучению адсорбционных свойств водовмещающих пород Чирчикской долины по отношению к иону аммония.

Методика лабораторного исследования адсорбционных свойств песка

Было проведено I2 экспериментов на прозрачной фильтрационной трубе из оргстекла типа Дарси. На трубе в винтообразном порядке расположены I3 штуцеров с пьезометрами, посредством которых, по мере необходимости, отбирались пробы воды для анализа. Расстояние между пьезометрами 5 см; общая высота загруженного грунта до пьезометра № I - 60 см. Площадь сечения F = 305 $см^2$. Во избежание пристенной фильтрации внутренняя поверхность труб оклеена крошкой из оргстекла.

На расстоянии 7-I0 см от дна была установлена латунная сетка с отверстиями I,5-2 мм. Объем трубы между дном и сеткой служил для создания равномерного слоя подачи раствора через латунную сетку к нижнему слою грунта.

На стенках трубы в диаметральном положении вставлены 2 изогнутые трубки, через которые, в случае необходимости, отводился воздух, поступивший с раствором.

Испытуемый раствор аммиачной селитры подается непрерывно по сухому грунту снизу через штуцер, установленный в середине дна трубы. Штуцер посредством резиновой трубки соединен с напорным бачком, установленным на станине на высоте I м от основания трубы, чем создается постоянство напора. При подаче раствора снизу вверх удобнее регулировать расход раствора, в результате чего обеспечивается более равномерный контакт его с грунтом по всему объему. Кроме того, исключается влияние величины силы свободного падения на коэффициент фильтрации.

Необходимый расход раствора, подаваемого в фильтрационную трубу регулируется зажимом, расположенным на резиновой трубке. Профильтровавшийся раствор отводится через пьезометр № I, который находится в верхней части трубы.

В качестве испытуемого раствора применяется раствор аммонийной селитры (NH_4NO_3) с концентрацией иона аммония 500 мг/л (имитация сточных вод ЧЭХК).

Адсорбентом являлся песок Чирчикской долины, размером частиц 0,5–2 мм.

Перед загрузкой он тщательно отмывался холодной водой от пылеватых частиц и до отрицательной реакции на ион аммония, высушивался до воздушно-сухого состояния, после чего загружался в трубу на высоту 40 см до пьезометра № 6 в количестве 28,8 кг. Загрузка проводилась послойно для создания равномерной плотности по всей высоте трубы.

Первоначально наблюдения за качественным составом испытуемого раствора проводились по появлению первой капли раствора в каждом пьезометре. Следующие пробы отбирались через час после первой капли, до тех пор, пока концентрация иона аммония в фильтрате не была равна исходной, т.е. 500 мг/л.

В отобранных пробах определялись: ион аммония, обменный кальций, замерялся расход и температура.

Результаты анализа изображены графически и обработаны методом математической статистики - методом моментов.

По экспериментальным данным был построен график насыщения участка грунта длиной ℓ = 40 см; на оси ординат (у) отложены значения концентраций в мг/л; на оси абсцисс (х) - расстояния от пьезометра к пьезометру.

График предоставляет собой пучок изотерм, выходящих из одной точки, расположенной на оси У. Общая точка соответствует начальной концентрации раствора иона аммония, который подается непрерывно.

Нижняя кривая характеризует изменение концентрации иона аммония при продвижении раствора от пьезометра к пьезометру. В этом случае концентрация уменьшается от 500 мг/л до 0,2 мг/л на расстоянии 40 см. Весь путь был пройден за 96 мин. Следующие кривые соединяют точки, соответствующие концентрации иона аммония в пробах, взятых через час после предыдущей.

Скорость движения раствора создавалась равной V = 0,42 см/мин.

При напорном градиенте J = 0,75 коэффициент фильтрации определялся величиной

$$K = \frac{0,42}{0,75} = 0,55 \text{ см/мин},$$

или $\sim$ 0,I мм/сек, что соответствует среднему коэффициенту фильтрации грунтовых вод II и III террас Чирчикской долины.

В результате математической обработки графика была получена эмпирическая формула для функциональной зависимости $y=f(x)$ для нашего случая в виде:

где $\mathcal{L}$ - расстояние, см;

C - концентрация, мг/л;

$$n = a\ell^{bc} = I,I4^{0,0053 \cdot 0,8I^{t} \cdot C};$$

где e - основание натурального логарифма;

t - время, час,

или

$$\mathcal{L} = C^{I,I4 \cdot e^{0,0053 \cdot 0,8I^{t} \cdot C}}$$

По данной зависимости можно рассчитывать процесс

самоочищения на грунтах.

Вышеотмеченная зависимость подтверждена натурными исследованиями по определению зон самоочищения Чирчикской долины и может быть рекомендована для расчета процесса самоочищения от иона аммония.

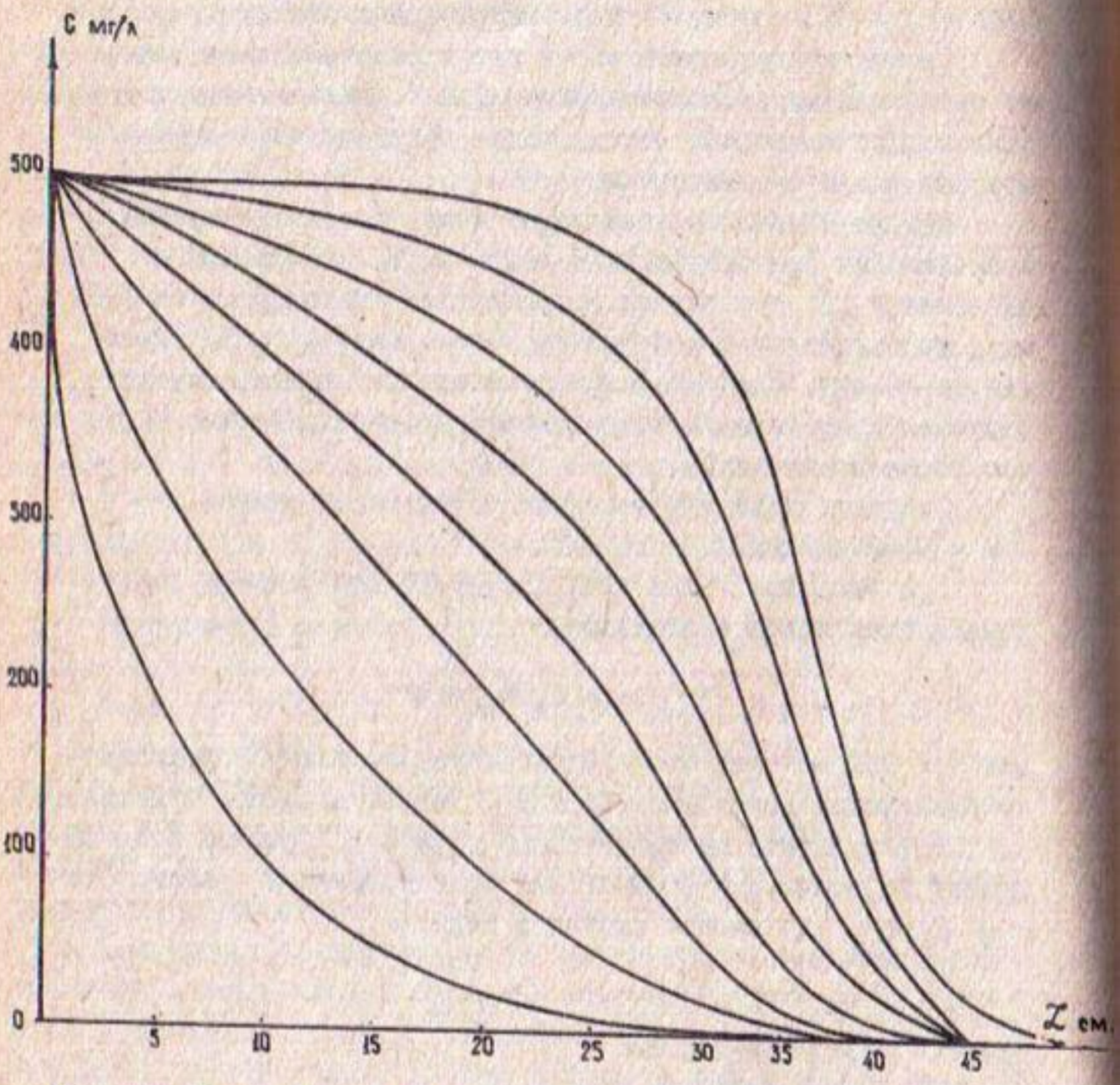


График изменения концентрации иона аммония в зависимости от расстояния и времени.

А.Я.БЕЛОУСОВ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ ТИПА ЭЦВ НА СКВАЖИНАХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В УЗБЕКСКОЙ ССР

Ввод земельных площадей и реставрация старых от засоления вызвали необходимость широкого строительства систем вертикального дренажа в Узбекской ССР.

Откачка воды из таких скважин в Голодной степи в настоящее время осуществляется погружными электронасосами 3-х типоразмеров: ЭЦВ 10-160-35М, ЭЦВ 12-255-30М и ЭЦВ 12-375-30.

Испытания на надежность проводились в течение 1968-1971 г.г. в Голодной степи. В таблице I представлены количество электронасосов по маркам и районы, на территории которых проводились испытания.

Таблица I

№ № п/п	Район проведения испытаний	Количество электронасосов, поставленных на испытание на надежность		
		ЭЦВ10-160-35М	ЭЦВ12-255-30М	ЭЦВ12-375-30
I.	Шурузякский массив	I5	7I	50
2.	Пахтааральский массив	24	I56	
3.	Сардобинский массив		22	

У каждого из указанных массивов свои гидрогеологические особенности. Скважины Шурузякского массива имеют дебит 80-160 л/сек при понижениях уровня воды до 15-20 м. Откачиваемая вода из скважин слабо минерализована, плотный остаток 1,5-3 г/л. Вынос песка из скважин составляет до 0,4 г/л, наблюдается только после пуска насоса в течение 4-8 минут (до 70 кг за I пуск). Дебиты скважин Пахтааральского массива составляют 40-80 л/сек при понижении

уровня воды до 15-18 м. Откачиваемая вода имеет минерализацию 4,5-7 г/л по плотному остатку, количественное содержание хлора 0,8-2 г/л, температуру 18° С. Вынос песка из скважины составляет до 20 г/л (до 400 кг за 1 пуск).

Сардобинский массив наиболее сложен в мелиоративном отношении: откачиваемая вода отличается высокой минерализацией - до 30-60 г/л солей хлоридно-сульфатного типа, до 6-9 г/л содержание хлора. Дебит скважин составляет 30-50 л/сек. Динамическое понижение до 16-18 м. Вынос песка наблюдается на многих скважинах как во время пуска (до 30-40 г/л; до 700-800 кг за 1 пуск), так и при установившемся режиме работы (до 0,2-0,6 г/л).

После отказа электронасос демонтировался из скважины и в ремонтной мастерской производилась его разборка с последующим анализом причин выхода из строя.

На рис. 1 и таблице 2 предоставлены соответственно вероятность безотказной работы электронасосов ЭЦВ12-255-30М и средняя наработка до отказа электронасосов 3-х типоразмеров, работающих на массивах с различными гидрогеологическими условиями.

Таблица 2

№ п/п	Район проведения испытания	Средняя наработка до отказа Т, час.		
		ЭЦВ10-160-35М	ЭЦВ12-255-30М	ЭЦВ12-375-30
1.	Шурузякский массив	4430	4532	4807
2.	Пахтааральский массив	3459	3646	
3.	Сардобинский массив		2612	

Из рис. 1 и таблицы 2 видно, что наиболее низкие показатели надежности имеют электронасосы, работающие на скважинах Сардобинского массива, где откачиваемая вода содержит большое количество механических примесей и сильно минерализована. Оценка средней наработки до полного отказа насоса

взята без учета отказов, возникающих по причине нарушения правил эксплуатации.

Анализ отказов показал следующие наиболее слабые узлы и детали:

для насоса - верхний подшипник, уплотнение рабочего колеса и нижнего подшипника;

для электродвигателей - пята, подпятник, обмотка статора.

Из деталей подшипниковой пары усиленному износу подвергается верхняя стальная втулка на валу насоса, в то время как резиновая в корпусе насоса остается практически в работоспособном состоянии.

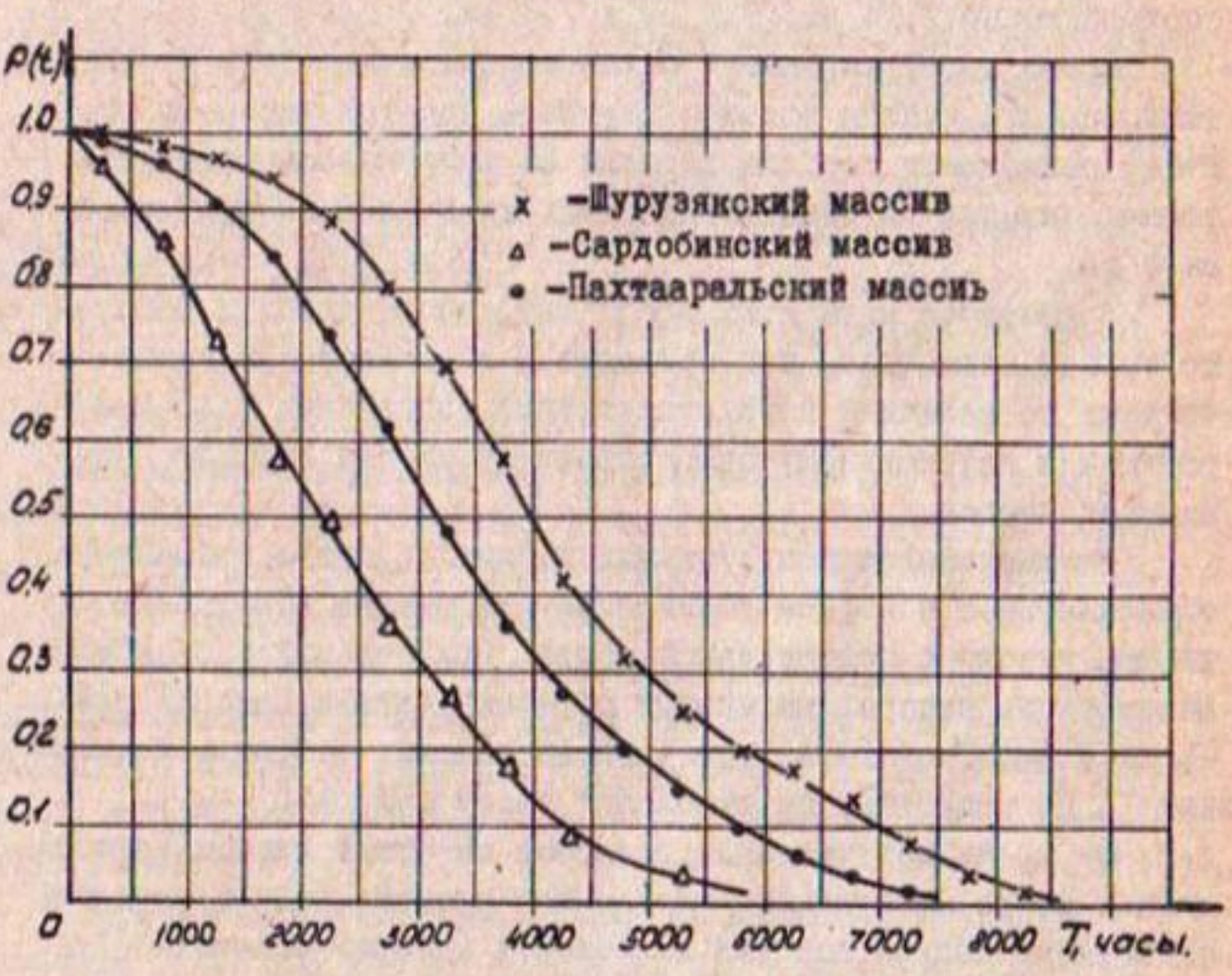


Рис. I. Вероятность безотказной работы электронасосов ЭЦВ12-255-30М, работающих на массивах с различными гидрогеологическими условиями.

x - Шурузякский массив

Δ - Сардобинский массив

• - Пахтааральский массив.

Основные причины, приводящие к быстрому износу верхней втулки следующие: а) наличие в смазываемой воде абразивных частиц попадающих в нее из-за недостаточной защиты уплотнения подшипника;

б) недостаточная износостойкость материала стальной втулки;

в) значительные радиальные биения вала от недостаточной общей неуравновешенности рабочего колеса.

В рабочих колесах ЭЦВ 12-255-30М наблюдаются большие отклонения шага рабочего колеса. Так, например, для электронасосов № 4330, 4335 и 4487 разношаговость составляет соотвественно 7,75 мм; 7,7 мм и 7,2 мм.

Кроме того, нарушение балансировки может быть от неравномерного износа потоком жидкости лопаток рабочего колеса, ослабления посадки деталей на валу насоса, одностороннего износа подшипниковых стальных втулок на валу насоса и др.

В процессе наработки общая неуравновешенность рабочего колеса нарастает, что приводит к возникновению значительных по величине неуравновешенных поперечных сил, приводящих к интенсивному одностороннему износу верхнего подшипника насоса.

Интенсивный износ стальной втулки верхнего подшипника объясняется в основном попаданием при смазке абразивных частиц вместе с откачиваемой водой. Применяемый в серийной конструкции насосов шариковый обратный клапан (рис.2), призванный предотвратить попадание абразивных частиц в подшипник I, по существу, не выполняет своей функции.

Во время монтажа электронасоса обратный клапан (рис.2) должен после заглубления насоса под уровень воды в скважине обеспечить выпуск воздуха из полости А через отверстия 2 и 3 и заполнение водой, отстоявшейся в скважине, подшипника I.

Вследствие превышения удельного веса стального шарика 4 над удельным весом воды при неработающем насосе он всегда находится в нижнем запертом состоянии, так как в гидростатическом отношении он находится в равновесии.

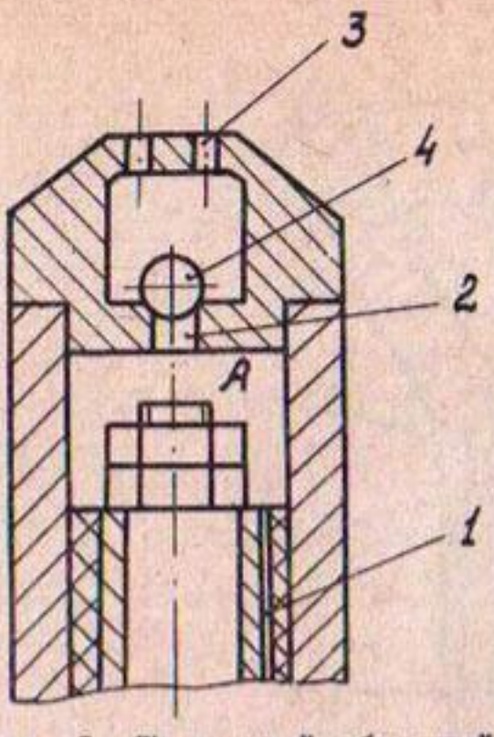


Рис. 2. Шариковый обратный клапан:

I - подшипник; 2,3 - отверстия; А - полость над подшипником; 4 - стальной шарик.

При условии плотного его прилегания к уплотнительной кромке воздух, вытесненный водой, скапливается в верхней части подшипниковой пары, часть которой может оказаться в незатопленном водой состоянии, что приведет к ненормальному режиму работы. В действительности из-за неплотного прилегания к уплотнительной кромке обратный клапан пропускает в прямом и обратном направлении окружающие его среды и, соответственно, при наличии в откачиваемой воде механических примесей подшипник быстро выходит из строя, так как твердость материала стальной втулки, равная HR_c = 47-52, становится недостаточной.

Выход из строя верхнего подшипника влечет за собой ускоренный выход и остальных узлов насоса, а именно: плавающего уплотнения рабочего колеса (рис.3) и нижнего подшипника с его каркасным уплотнением.

После значительного износа верхнего подшипника и увеличения общей неуравновешенности рабочего колеса I (рис.3) бандажное кольцо 2 задевает за обрезиненное плавающее кольцо 3, что ведет к его срыву и выходу из строя всего плавающего уплотнения.

Для предотвращения попадания механических примесей в верхний подшипник насоса и питания его очищенной проточной водой в полевых условиях на скв. I9 в Пахтааральском районе был разработан, изготовлен и испытан вертикальный отстойник (рис.4). Располагается он (рис. 4) непосредственно за насосом и обеспечивает очистку воды от песка с гидравлической крупностью выше I + 2 мм/сек и подачу воды $Q = 27$ м^3/сек для смазки и охлаждения подшипника I. Перекачиваемая вода от

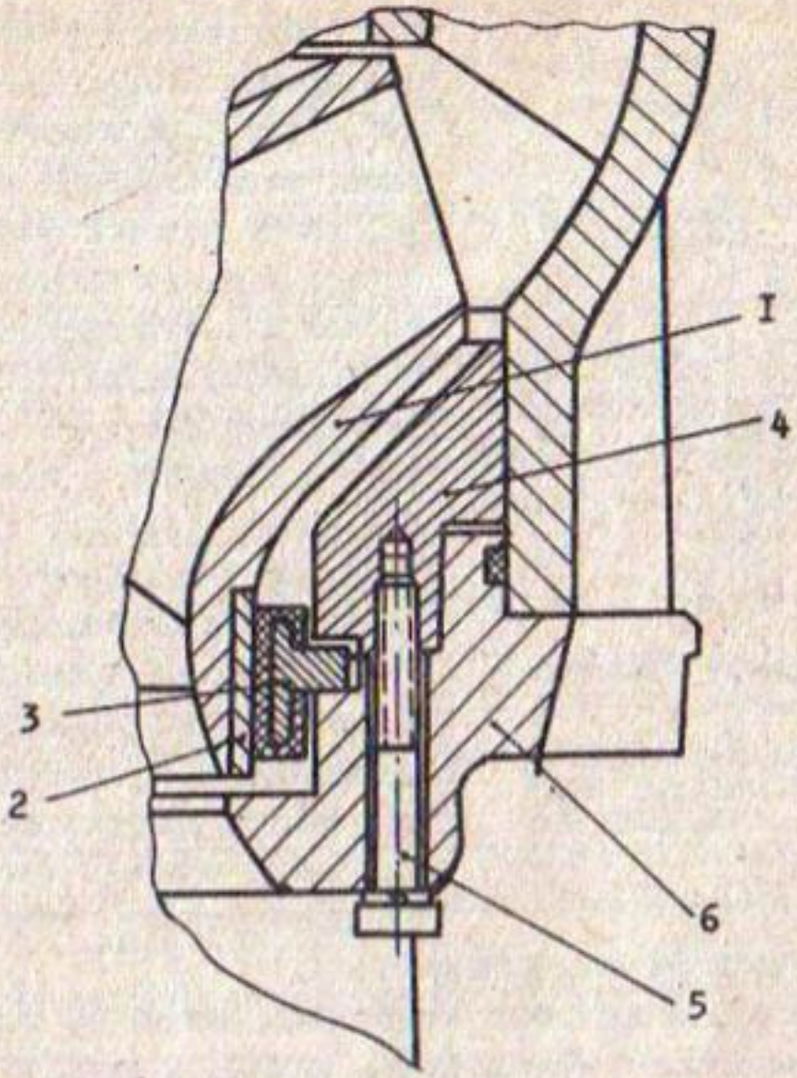


Рис. 3. Плавающее уплотнение рабочего колеса насоса:

I - рабочее колесо; 2 - бандажное кольцо; 3 - плавающее кольцо; 4 - диск; 5 - болт; 6 - корпус основания.

насоса поступает в отстойник 2 из напорного трубопровода 3 через отверстия 4. Посредством трубки 5 производится забор воды из верхней части отстойника и обеспечивается смазка подшипника I. При величине пескования скважины 5,8 г/л после пуска насоса наработка до отказа агрегата составила 6900 часов, в то время как у 3-х электронасосов этого же типа серийного исполнения, работавших на этой скважине, она не превышала 3500 часов.

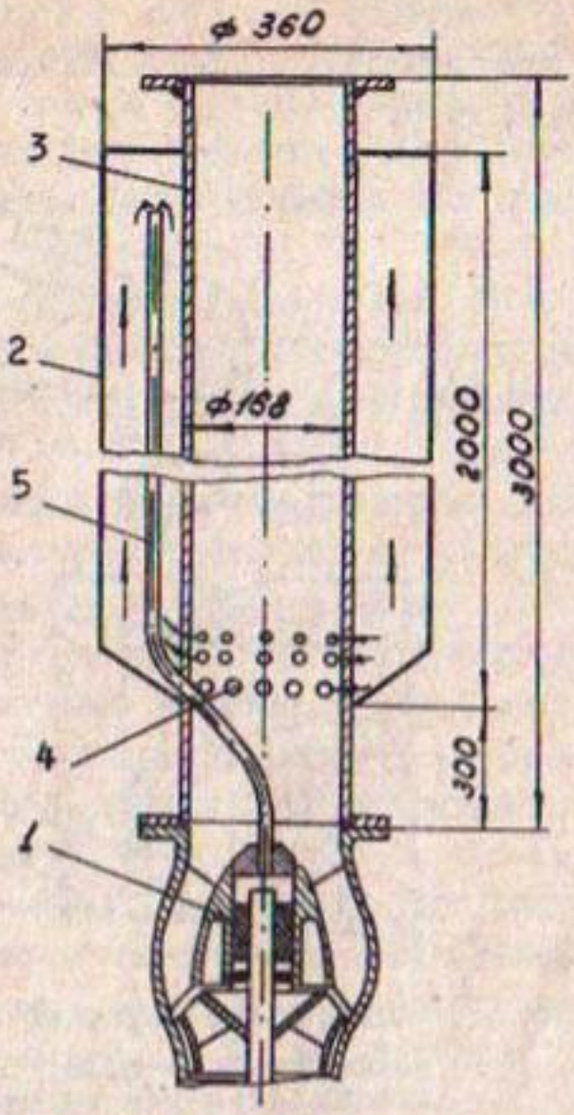


Рис. 4. Вертикальный отстойник:

1-верхний подшипник насоса;
2-отстойник; 3-напорный трубопровод; 4-отверстия;
5-трубка питающая.

В лаборатории водоподъемных машин САНИИРИ разработан, изготовлен и поставлен на испытание второй вариант защиты верхнего подшипника насоса от попадания механических примесей.

На рис. 5 показана принципиальная схема такой защиты. До погружения насоса в воду поплавок I находится в нижнем положении и игла 2 не перекрывает отверстие 3. По мере погружения насоса в воду вытесненный воздух из полости А че-

рез отверстия 4 и 3 выходит по трубке 5 в скважину. При достижении уровня воды поплавка I, он поднимается и перекрывает иглой 2 отверстие 3.

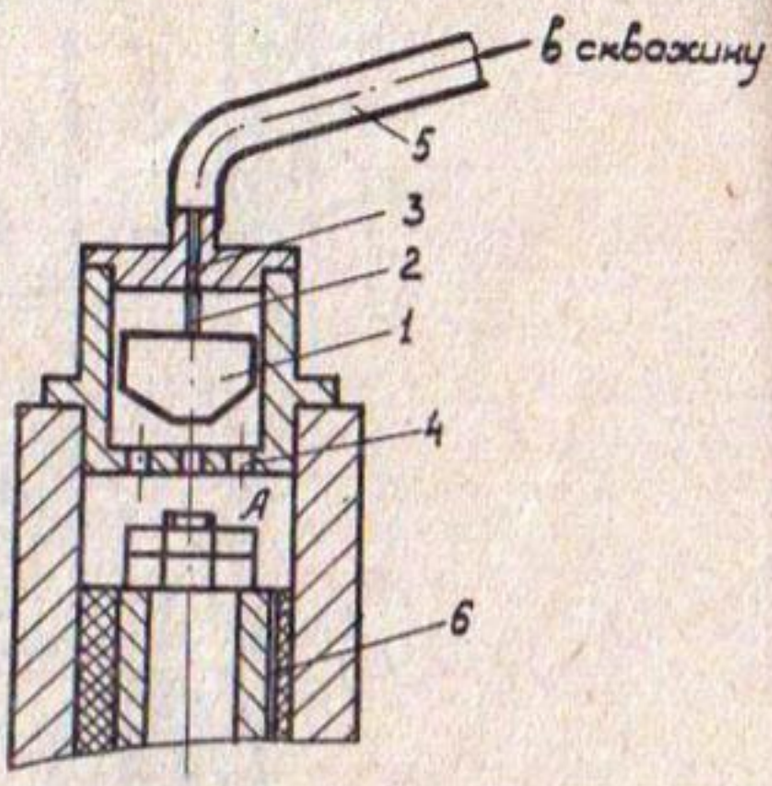


Рис. 5. Поплавковый обратный клапан:
I-поплавок; 2-игла; 3-отверстие;
4-отверстия для выхода воздуха;
5-трубка;6-верхний подшипник насоса.

При работе насоса полость А не соединена с напорной полостью насоса, что предотвращает попадание механических примесей в подшипниковую пару 6.

Данное устройство в настоящее время находится на испытании в скв.28 совхоза "Социализм" в Голодной степи.

Уплотнение нижнего подшипника выполнено в виде каркасного сальника, который при нахождении в откачиваемой воде сравнительно небольшого количества абразивных частиц быстро (через 600-800 часов) истирает стальную втулку в месте уплотнительного кольца, после чего абразивные частицы попадают в нижний подшипник насоса.

Для условий работы скважин вертикального дренажа и высоких окружных скоростей вала насоса втулки под уплотнительным кольцом должны изготавливаться из особо твердого материала, например стеллита, или необходимо будет переходить на другой, более надежный тип уплотнения, например, торцевого типа.

Значительные по величине колебания вала после износа подшипников насоса приводят к усталостному разрушению конца вала ротора электродвигателя в месте соединения его с валом насоса.

В некоторых случаях размах колебания рабочего колеса I (рис.3) велик настолько, что колесо задевает за диск 4 и срывает его. В результате значительного перепада давления между входом и выходом рабочего колеса жидкость по зазорам между диском и стенками основания, затем между болтом и отверстием в основании насоса поступает к входной его части. Это ведет к гидроабразивному износу болтов 5 крепящих диск к корпусу основания 6.

Для предотвращения срыва диска необходимо:

I) ликвидировать протечки жидкости через зазор между болтом и отверстием в основании, где проходит болт, для чего необходимо под головки болтов поставить уплотнительные шайбы;

2) изготовить болты из нержавеющей стали.

До настоящего времени обмотка статора является одним из важных узлов, требующих качественного повышения ее характеристики, так как на нее падает свыше I/3 всех отказов электродвигателя.

Одна из главных причин выхода ее из строя - повышение температуры в полости электродвигателя. При существующей схеме охлаждения его внутренних деталей наблюдается крайне неравномерное распределение температур в его внутренней полости. В лобовых и пазовых частях обмотки статора она равна 60-67°C, в то время как в месте заливной и сливной пробок 30-34°C, т.е. разница температур доходит до 30°C.

С целью снижения и выравнивания температуры в полости электродвигателя нами была разработана схема охлаждения с применением теплообменника (обеспечивающего дополнительную площадь охлаждения 0,8 м) и принудительной циркуляции воды.

Принудительная циркуляция воды создается упорным подшипником электродвигателя.

На рис. 6 представлен электродвигатель I, оборудованный теплообменником 2. Вода (40 г/сек), нагнетаемая упорным подшипником 3, поднимается вверх, проходит через всю полость электродвигателя, посредством латунной трубки 4 опускается вниз и через теплообменник 2 вновь подходит к упорному подшипнику 3. Температура воды над лобовыми частями обмотки статора в верхней части электродвигателя снижается до 45°С, что обеспечивает достаточную надежность изоляции провода.

Электродвигатели типа 6 ПЭДВ-230, оборудованные теплообменниками с принудительной циркуляцией, находятся на испытании на скв. I5 в колхозе "Ленин Жол" Пахтааральского района и скв. № 28 в совхозе "Социализм" Гулистанского района.

В Ы В О Д Ы

I. Величина пескования и величина минерализации откачиваемой воды в скважинах вертикального дренажа в значительной степени определяет уровень надежности погружных электронасосов.

2. Незащищенность от попадания механических примесей, а также нарастание по мере износа общей неуравновешенности рабочего колеса в сборе с валом насоса определяют малую долговечность верхнего подшипника насоса.

3. Величина износа подшипника насоса в значительной степени определяет долговечность стальных деталей насоса и вала электродвигателя.

4. Неравномерность нагрева внутренних частей в полости электродвигателя доходит до 30°С.

5. Наиболее высокая температура воды (до 67°С) находится в пазовых и лобовых частях полости электродвигателя.

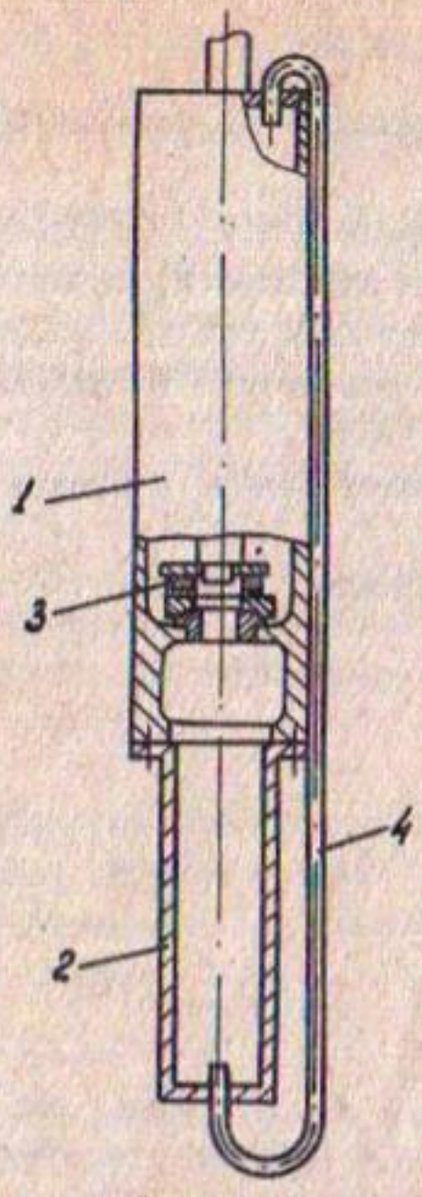


Рис. 6. Погружной электродвигатель, оборудованный теплообменником:

I-электродвигатель;
2-теплообменник;
3-упорный подшипник;
4-латунная трубка.

6. Испытания опытного насоса, оборудованного вертикальным отстойником, обеспечивающим предотвращение попадания абразивных частиц в верхний подшипник насоса, показали повышение его долговечности более, чем в два раза.

7. Испытания опытного электродвигателя, оборудованного теплообменником с обеспечением принудительной циркуляции в полости, показали повышение его долговечности более чем в I,5 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьев В.П. Испытания гидравлических машин.Госэнергоиздат, М.-Л., 1953.
2. Гнеденко Б.В.,Беляев Ю.К., Соловьев А.М. Математические методы в теории надежности, Физматгиз, М.,1965.
3. Дунин-Барковский И.Б.,Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике (общая часть), Гостехиздат, М., 1955.
4. Ломакин А.А. Центробежные и пропеллерные насосы, Машгиз, М.-Л.,1950.
5. Надежность. Термины, ГОСТ 13377-67.

А.М.МУХАМЕДОВ, Т.ЖУРАЕВ

О КОЭФФИЦИЕНТЕ ШЕРОХОВАТОСТИ р.АМУДАРЬЯ

Своеобразный интерес представляет исследование коэффициента шероховатости рек, транспортирующих большое количество мелких наносов. К таким рекам относится р.Амударья, в среднем и нижнем течении которой намечается строительство крупных гидротехнических сооружений ирригационно-энергетического характера и проведение большого об"ема защитно-регулировочных работ. Как известно, коэффициент шероховатости связан со скоростным множителем Шези. Среди эмпирических формул, предложенных для определения, в формуле средней скорости потока наибольшее применение получили формулы показательного вида: $C = \frac{1}{n} H^{y}$, (I)

где n - коэффициент шероховатости;

H - средняя глубина потока;

y - показатель степени, равный по Манингу $\frac{1}{6}$, по Форхгеймеру $\frac{1}{5}$, по Павловскому Н.Н.

$$y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{H}\,(\sqrt{n} - 0.1).$$

Величина коэффициента шероховатости здесь обычно назначается по шкале (СРИБНЫЙ М.Ф., МОСТКОВ М.А., НОСОВ Н.М., ХОРТОН, КИНГ и др.) в зависимости от характера русла. Однако известно, что выбор по таблицам того или иного значения n на основании характеристик потока и русла обладает тем недостатком, что при этом в оценку n вносится элемент суб"ективности.

Поэтому следует принятые в настоящее время шкалы коэффициентов шероховатости признать ориентировочными как для искусственных каналов, так и для естественных водотоков.

Например, по шкале Хортона или Кинга (7) для одних и тех же характеристик даже наиболее правильных и гладких поверхностей каналов даются четыре значения коэффициента шероховатости в зависимости от состояния поверхностей рельефа ("очень хорошая", "хорошая", "обычная" и "плохо").

Кроме того, существует большое количество эмпирических формул, исходящих из гидравлических особенностей потока с учетом размеров русловых отложений (I,3,5,6). Эти формулы, в основном, служат для определения коэффициента шероховатости горных и предгорных участков рек.

Однако в условиях р.Амударья определения коэффициента шероховатости по существующим шкалам и формулам не дают хороших результатов.

С целью исследования коэффициента шероховатости р.Амударья были обработаны нами гидрометрические данные на станциях Керки, Чарджоу, Тюямуюн, Ташсака, Турткуль, Карамышан и Чатлы, относящиеся к среднему и нижнему течению р.Амударья.

Определение коэффициента шероховатости, по данным измеренных расходов воды, сводится, как известно, к нахождению значения скоростного множителя С в формуле Шези, соответствующего данному расходу

$$C = \frac{v}{\sqrt{R_i}}, \qquad (2)$$

где v - средняя скорость;

R - гидравлический уклон;

i - продольный уклон водной поверхности.

После этого были определены коэффициенты шероховатости по формулам:

Манинга $$n = \frac{1}{C} H^{\frac{1}{6}}; \qquad (3)$$

Агроскина И.И. $$n = \frac{1}{C - 17.72 \lg H_{ср}}; \qquad (4)$$

Павловского Н.Н. $$n = \frac{1}{C} H^{y}, \qquad (5)$$

где $y = 2.5\sqrt{n} - 0.13 - 0.75\sqrt{H}(\sqrt{n} - 0.1)$

Все эти операции проводили при помощи электронно-вычислительной машины марки - М-2I.

Все три формулы дают одинаковый сходный результат в пределах точности расчета, откуда можно сделать вывод, что в условиях р.Амударья для определения коэффициента Шези при известном n можно применять, как наиболее простую, формулу Манинга.

Вычисленные по ней значения коэффициента шероховатости получаются весьма различными. В некоторых случаях значение n оказывается неожиданно низким (до 0,007) и не укладывается ни в одну из шкал коэффициентов (так, для мелко-песчаного дна по шкале n = 0,018). Это несоответствие М.А.МОСТКОВ и Н.Н.ФЕДОРОВ об"ясняют тем,что при больших скоростях непосредственно примыкающий ко дну слой потока с сильной концентрацией взвешенных наносов характеризуется весьма большой мутностью и как следствие повышенной вязкостью, играющей роль "смазки". Они утверждают, что, если толщина пленки насыщенного слоя покроет высоту влияния выступа шероховатости, движение перейдет в гладкую зону, что снизит величину коэффициента сопротивления.

По нашему мнению, русло р.Амударья оказывает сопротивление потоку не выступом шероховатости, а, в основном, своим рельефом дна в виде гряд, рифелей, побочней и островов, образованных из легкоразмываемых аллювиальных грунтов. Естественно, в меженный период, когда расходы воды в реке невелики, большое количество русловых образований сильно оказывает сопротивление потоку. В этот период русло управляет потоком. Этот процесс в реке, как показывает анализ натурных материалов, наблюдается при расходах до 2000 $м^3$/сек. С увеличением расходов воды в реке (2000 - 5000 $м^3$/сек) увеличивается мощность и размывающая способность потока, и русло подвергается интенсивному размыву. Происходит так же размыв гряд, побочней, отмелей и невысоких островов. Наступает период, когда поток управляет руслом; наблюдается сплошное движение придонного слоя, как бы исчезает граница воды и дна. Это доказывается максимальной мутностью перед прохождением пика паводка.
В этот период имеют место весьма низкие значения коэффициента шероховатости. Далее с увеличением расходов затопляются коренные, покрытые растительностью острова и поймы, вследствие чего незначительно стабилизуются коэффициенты шероховатости, что видно на графиках I-4.

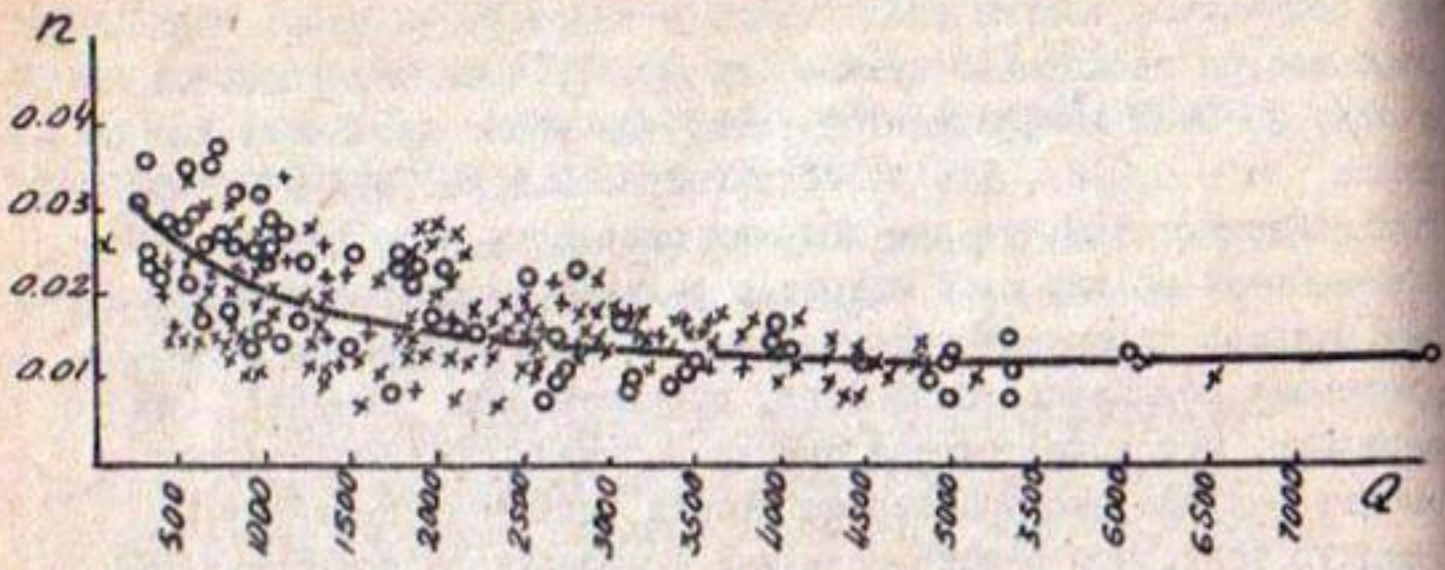


Рис. I. Зависимость $n=f(Q)$ для деформируемого участка р. Амударья:

o–Чарджоу; x– Турткуль; + – Ташсака.

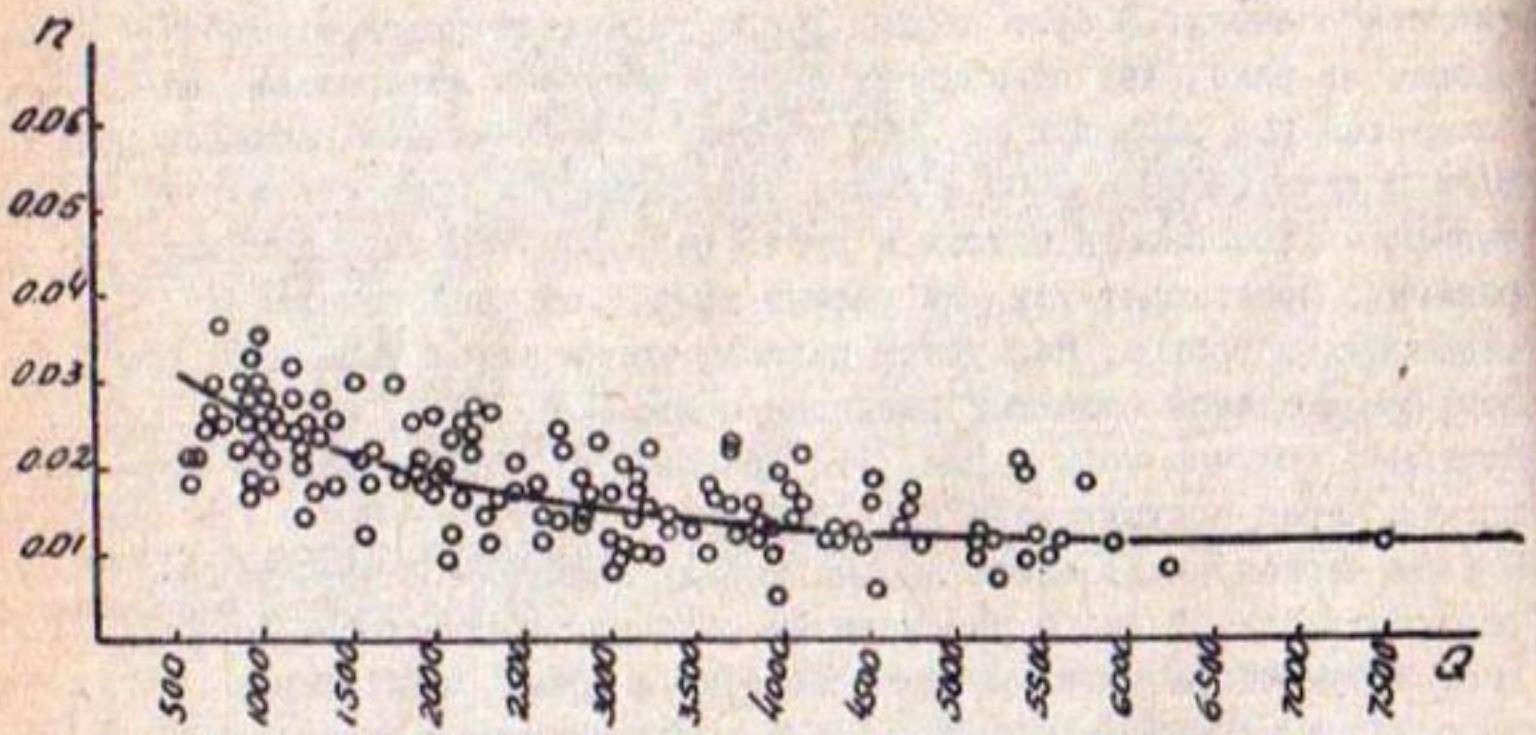


Рис. 2. Зависимость $n=f(Q)$ для гидрометрической станции Тюямуюн.

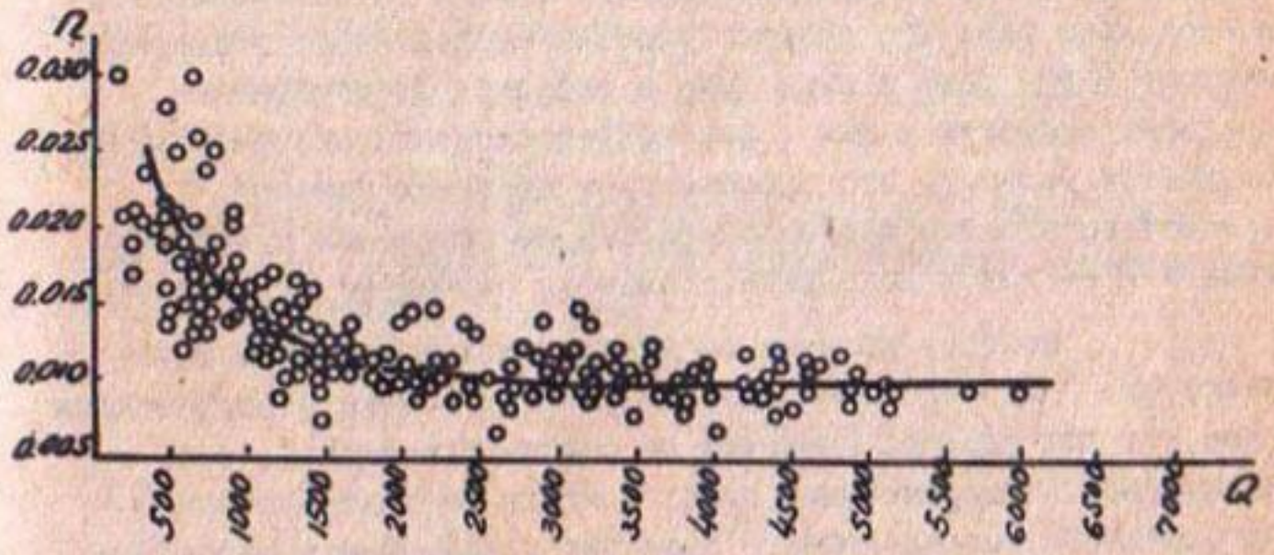


Рис. 3. Зависимость $n=f(Q)$ для гидрометрической станции Карамышлаш.



Рис. 4. Зависимость $n=f(Q)$ для гидрометрической станции Чатлы.

Кроме того, распределение скоростей потока по вертикали показывает, что величины донных скоростей значительные и превышают допустимые для мелкого песка скорости в несколько раз. Это создает условия непрерывного транспорта наносов у дна реки в виде гряд и рифелей. Следовательно, градиент скорости у дна (при соприкосновении потока с дном) создается большой, что способствует движению наносов. Вследствие избытка донных скоростей по сравнению с допустимыми для песков в ложе реки создается подвижная шероховатость.

Поэтому попытка об"яснить низкую величину шероховатости "смазкой" при большой мутности потока в пограничном слое, на наш взгляд, является не совсем правильной, т.к. насыщенность пограничного слоя является результатом основного фактора, определяющего значение коэффициента шероховатости - переформирование русла.

Таким образом, в условиях Амударьи низкая величина шероховатости зависит от своеобразности характера руслового процесса и кинематики потока.

Для количественного определения коэффициента шероховатости нами были построены зависимости n от гидравлических элементов потока. Наиболее удовлетворительная зависимость n получается от расходов воды.

Рассмотренные нами гидравлические станции по своему расположению, по характеру деформации берегов и реки можно разделить на две группы: деформируемые, устойчивые.

К деформируемым участкам реки относятся районы Чарджоу, Ташсака, Турткуль. Для них зависимости $n = f(Q)$ (рис.1) могут быть выражены:

$$n = \frac{1}{Q^{0.67}} + 0.009 \qquad (6)$$

Для устойчивых участков (станции Тюямуюн, Карамыштан, Чатлы) зависимости (рис.2-4) соответственно выражаются так:

$$n = \frac{0.6}{Q^{0.46}} ; \qquad (7)$$

$$n = \frac{11.8}{Q^{1.1}} + 0.012 ; \qquad (8)$$

$$n = \frac{5.2}{Q^{0.65}} + 0.008 \qquad (9)$$

Из-за ограниченности расходов с измеренным уклоном водной поверхности на станции Керки ярко выраженной зависимости $n = f(Q)$, не получили.

Различия значения $n = f(Q)$ об"ясняются специфическими характерами участков реки.

Вышеприведенные зависимости (6,7,8,9) могут быть применены для приближенного определения коэффициента шероховатости в условиях р.Амударья.

ЛИТЕРАТУРА

ЗУДИНА Н.И. — О коэффициенте шероховатости рек горно-предгорной зоны Чирчик-Ахангаранского бассейна, Труды САНИИРИ, вып.134, т.1971.

МОСТКОВ М.А. — О формировании верхних бьефов при невысоких плотинах (в условиях низовий рек), Русловие процессы и гидротехническое строительство", Ташкент, 1957.

МУХАМЕДОВ А.М. — О сопротивлениях в движении бурного потока, Вопросы гидротехники, изд-во АН УзССР, вып. 24, 1965.

СРИБНЫЙ М.Ф. — Формула средней скорости течения и их гидравлическая классификация по сопротивлению движения, Сб. "Исследование и комплексное использование водных ресурсов", изд-во АН СССР, Москва, 1960.

ТАЛМАЗА В.Ф. — Об определении коэффициента шероховатости рек горно-предгорной зоны, Вопросы водного хозяйства, вып.2, Фрунзе, 1968.

ФЕДОРОВ Н.Н. — Об определении скоростного множителя С для естественных русел, Труды ГТИ, вып.56(110).

ЧОУ В.Т. — Гидравлика открытых каналов, изд-во литературы по строительству, Москва, 1969.

А.М.МУХАМЕДОВ, Р.Р.АБДУРАУПОВ,
З.НУРИТДИНОВ

ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ ФОРМУЛЫ НЕРАЗМЫВАЮЩЕЙ СКОРОСТИ ДЛЯ АМУДАРЬИНСКОГО ПЕСКА

Под неразмывающей скоростью обычно понимается средняя скорость потока, отвечающая условиям предельного равновесия частиц наносов, которыми сложено дно русла. Нарушение динамического равновесия сил, действующих на частицы грунта, приводит в движение частицы. Существуют вертикальная и горизонтальная (лобовая) силы, под действием которых происходит перемещение частиц наносов. Составляющими вертикальной силы могут служить так называемая под"емная сила, обусловленная несимметричным обтеканием частицы потоком, которая принимается пропорционально квадрату донной скорости. Причиной вертикальных силовых импульсов могут быть вихреобразования у дна и пульсационные составляющие скорости потока. Частицы наносов, лежащих на дне, воспринимают в каждый данный момент неодинаковые силовые воздействия со стороны потока, что можно об"яснить наличием пульсационной скорости, неоднородностью крупности и удельного веса частиц наносов. Более крупные частицы воспринимают непосредственно лобовое воздействие потока, в то время как более мелкие могут находиться в зоне пониженного давления и воспринимают усилия не только другой величины, но и иного знака. Однако, учитывать всевозможные силовые воздействия потока на частицу наносов, лежащих на дне русла, невозможно. Поэтому, при составлении уравнения предельного равновесия на практике принимается схема силового воздействия для средней частицы наносов, лежащих на дне потока.

В большинстве случаев неразмывающая скорость принимается в зависимости от крупности частиц наносов и от их удельного веса. Исследования И.И.ЛЕВИ и В.С.КНОРОЗА показали, что кроме отмеченных выше факторов, влияющих на величину неразмывающих скоростей, необходимо учитывать еще и критерий режима движения, определяемого характеристикой потока в его придонной области, которую В.С.КНОРОЗ принимает в следующем виде:

$R_{e*}=\frac{U_{o*}\,d}{\nu}$, где U_* - динамическая скорость, отвечающая моменту предельного равновесия частиц; d - диаметр частиц; ν - кинематический коэффициент вязкости.

Известно, что состояние поверхности стенки (гладкая или шероховатая) зависит от соотношения диаметра частиц (или выступа шероховатости) и толщины ламинарного подслоя. Неразмывающая скорость отвечает условиям гладкого русла, когда частицы твердого материала или выступы шероховатости полностью лежат в пределах ламинарного подслоя и находятся в условиях безотрывного обтекания. В переходной области (от шероховатого к гладкому руслу) коэффициент сопротивления убывает с уменьшением R_e, здесь еще сказывается влияние шероховатости русла и подъемной силы, но заметно уменьшается силовое воздействие потока на частицы. В условиях гладкого русла сопротивление перестает зависеть от шероховатости, при этом лобовая сила медленно возрастает с уменьшением R_e, а под"емная - из-за изменения условия обтекания частиц (безотрывное обтекание их) значительно возрастает. В таких условиях неразмывающая скорость мало зависит от крупности частиц, а растет с увеличением глубины потока.

И.И.ЛЕВИ и В.С.КНОРОЗ, составляя уравнение динамического равновесия действующих сил на частицы, установили связь между динамической и средней скоростями потока и в результате получили для неразмывающей скорости формулу:

где $\alpha_1=f(R_{e*})\sqrt{\frac{2}{\lambda}}$, $U_0=\alpha_1\sqrt{\rho' g d}$. (1)

Значение α_1 увеличивается с уменьшением диаметра частиц, величина которого принимается из специального графика.

Исходя из условия обтекаемости частиц наносов, И.И. ЛЕВИ дал логарифмические формулы для различных соотношений относительной шероховатости H/d, а также для квадратичной, переходной областей и гладкого русла.

В.С.КНОРОЗ на основании многочисленных опытов, проведенных им в I95Iг. по определению неразмывающих скоростей в мелкозернистых грунтах с диаметром 0,I8-I,48 мм, установил, что неразмывающая скорость зависит не только от диаметра частиц и глубины потока, но и от критерия режима движения потока R_e, определяющего коэффициент трения потока $\lambda_н$. Поэтому неразмывающая скорость в квадратичной и переходной областях и в зоне гладких стенок выражается различными зависимостями.

Обработка опытов, проведенных В.С.КНОРОЗОМ, позволили ему рекомендовать следующие зависимости для неразмывающей скорости:

в квадратичной зоне $(d > 1{,}0 мм)$ $$U_н = 1{,}2 \lg \frac{14{,}7H}{d^{0{,}75}} \sqrt{gd} \ см/сек; (2)$$

в переходной зоне $(1 мм < d < 0{,}25 мм)$ $$U_н = 25 d^{0{,}3} \lg \left(\frac{3{,}6H}{d^{1{,}8}}\right) см/сек; (3)$$

в области гладкого русла $$U_н = \frac{90 d^{0{,}05} H^{0{,}125}}{\sqrt{7{,}5 + H^{0{,}25}}} \ см/сек. \quad (4)$$

Следует отметить, что за неразмывающую скорость В.С.КНОРОЗ принял среднюю из двух величин скоростей, отвечающих первым подвижкам частиц и их массовому движению по всей ширине потока. В.С.КНОРОЗ установил, что увеличение скорости против неразмывающей, дает уже вполне ощутимый расход наносов, а дно покрывается рифелями или грядами. Для определения неразмывающей скорости безгрядового движения В.С.КНОРОЗ рекомендует уменьшить скорость на I0+20% против вычисленной по его формулам.

Учитывая возможное возникновение гряд или рифелей на дне потока, В.Н.ГОНЧАРОВ также рекомендует принимать значение несдвигающей скорости для смещенных зерн наносов в I,4 раза меньше значений срывающей скорости.

И.К.НИКИТИН (II) для определения неразмывающей скорости рассматривает, как И.И.ЛЕВИ и В.С.КНОРОЗ, три зоны: область гладкого русла с $d < 0{,}3$ мм, переходную область с $0{,}3 мм < d < 1{,}25$ мм и квадратичную область при $d > 1{,}25$мм.

Значение неразмывающей скорости при глубине H = 1м в квадратичной зоне (при $d > 1{,}25$мм) приближенно И.К.НИКИТИН выражает зависимостью $U_{01} = 7d^{0.2}$. Для перехода к большим глубинам ($H > 1$м) он рекомендует пользоваться степенной зависимостью $U_H = U_{01} \cdot H^{0.08}$

С.Т.АЛТУНИН для неразмывающей скорости рекомендует при глубине H = 1м уравнение $U_{01} = 4{,}75\,d^{0.3}$, а для перехода к другим глубинам, на основе наблюдений на ряде среднеазиатских рек, рекомендует зависимость

$$U_H = U_{01} \cdot H^x, \qquad (5)$$

где x – показатель степени принимается 0,25÷0,33.

Значение показателя степени x в зависимости $U_H = U_{01} \cdot H^x$, характеризующей влияние на неразмывающей скорости глубины потока по И.И.ЛЕВИ, В.С.КНОРОЗУ и И.К.НИКИТИНУ и С.Т.АЛТУНИНУ примерно совпадают.

Исследования вышеизложенных авторов выполнены на глубоком анализе гидродинамических сил, действующих у дна потока на частицы песчаных наносов.

В настоящей статье их работы принимаются за основу предлагаемой зависимости без всякого анализа действующих сил.

Следует отметить, что не все существующие формулы проверены в натурных условиях, а получены в лаборатории. Учитывая это, здесь рассматривается влияние на неразмывающую скорость не только малых (лабораторных), а также и больших величин, достигающих речных глубин.

Поэтому в отличие от существующей формулы предлагаемая зависимость должна соблюдать размерность и отражать влияние глубины не только для условия $H > 1$м, а также и $H < 1$м. Тогда формула неразмывающей скорости принимает наиболее общий вид.

Для соблюдения размерности при других значениях глубин потока зависимость неразмывающей скорости рекомендуется в следующем виде:

$$U_H = U_{01} \left(\frac{H}{d_{cp}}\right)^x, \qquad (6)$$

где U_{01} - значение неразмывающей скорости при глубине H = 1м, определяемые по формулам И.И.ЛЕВИ, В.С.КНОРОЗА и И.К.НИКИТИНА и других с учетом критерий режима движения потока;

$d_{ср}$ - средний диаметр частиц донных отложений;

x - показатель степени, определяемый из опытных данных.

С целью определения показателя степени x были использованы данные измерения $U_н$ в натуре и полученные в лабораторных условиях, и также материалы из нормативов в справочниках.

Для определения неразмывающей скорости в лабораторных условиях были выполнены опыты в лотках шириной 20 см и 10 см. Глубина потока изменялась соответственно в пределах 5÷20см и 5÷40см, диаметр частиц использованных наносов 0,25 и 0,3мм. В опытах за неразмывающую скорость принималась ее средняя из двух величин, отвечающим первым подвижкам частиц и их массовому движению. Результаты данных измерений сходились с расчетными данными по формуле В.С.КНОРОЗА (рис.1).

Значение неразмывающей скорости $U_н$ для натуры определялось экстраполяцией кривых связей расходов наносов со средними скоростями как скорость, при которой расход наносов падает до нуля. Средний диаметр частиц наносных отложений в Амударье в створах Керки и регулятора АБК-2 составляет $d_{ср}$ = 0,25÷0,30мм. Средняя глубина потока колеблется в пределах 2÷3 м и максимальная 6÷10м.

Таким образом, используя лабораторные и натурные данные, был составлен график:

$$\frac{U_н}{U_{01}} = f\left(\frac{H}{1000d}\right)^x \quad (7)$$

Аналитическое выражение его получено в следующем виде:

$$\frac{U_н}{U_{01}} = 0{,}8\left(\frac{H}{1000d}\right)^{0{,}20} \quad (8)$$

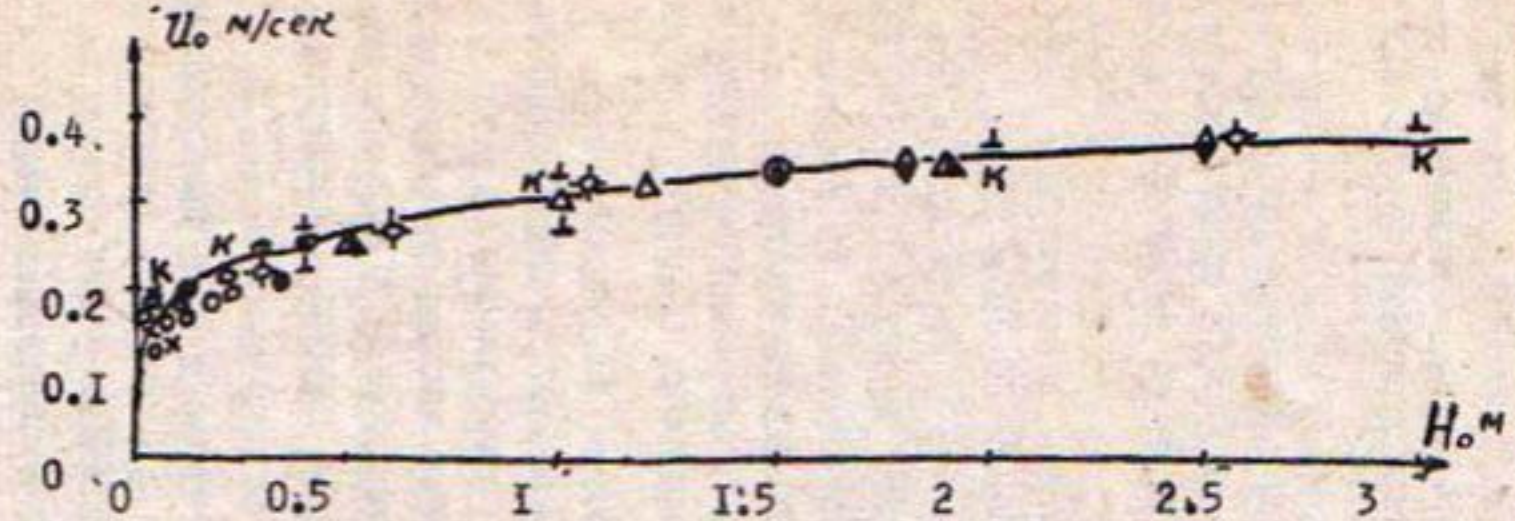


Рис. I. График неразмывающей скорости от глубины потока

- прокоп у Таш-сака , d = 0.22;
- лоток d = 0,37 мм;
- модель русла у регулятора АБК -2, d = 0.34 мм;
- Опыты Шарль Шукри d = 0.2I мм;
- справочник Киселева;
- таблица Алтунина С.Т.
- незаиляющая скорость (Агроскин);
- d=0.47 мм (Гончаров);
- d = 0,I8 ÷ 0.24; (Знаменская);
- по методу интерполяции, $Q=f(U)$ и $f(H)$ Тюя-Муюн
- лотки d = 0.22 и d = 0.3мм.

К- Кнороз.

Полученная зависимость установлена с учетом диаметра частиц донных отложений и глубиной до 3-х м. Дальнейшие накопления опытного материала по лабораторным и натурным исследованиям позволят уточнить значения коэффициента и показателя степени для других случаев.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Р.Р.АБДУРАУПОВ. "К вопросу о механизме и формах движения наносов ", Известия АН УзССР, серия техн.наук, № 5,I968г.

2. Р.Р.АБДУРАУПОВ. Определение уклона при движении донных наносов. ДАН УзССР,I957,№ 9.

3. А.М.МУХАМЕДОВ, Х.А.ИРМУХАМЕДОВ,О.А.КАЮМОВ. К вопросу оценки размывающей способности руслового потока. Труды САНИИРИ, вып.II7,I968г.

4. А.М.МУХАМЕДОВ, Р.Р.АБДУРАУПОВ. Некоторые результаты лабораторных исследований по регулированию потока и выправление русла реки Амударьи системой сквозных шпор в районе Ташсакинского гидроузла. Труды САНИИРИ,вып.I20,Ташкент,I970г.

5. Р.Р.АБДУРАУПОВ. К вопросу взаимосвязи русловых форм и явления дейгиша. Труды САНИИРИ,вып.I20,Ташкент,I970г.

6. И.И.ЛЕВИ. Динамика русловых потоков,Госэнергоиздат,I957.

7. В.Н.ГОНЧАРОВ. Основы динамики русловых потоков,Гидрометиздат,I954г.

8. Г.И.ШАМОВ. Речные наносы,Гидрометиздат,I954.

9. С.Т.АЛТУНИН. Регулирование русел,Сельхозиздат,I962.

I0. В.С.КНОРОЗ. Известия ВНИИГ, т.59,I958.

II. И.К.НИКИТИН. О зависимости неразмывающей скорости от диаметра частиц наносов и глубины потока. ДАН УзССР,№ I, I955.

I2. А.С.ЗНАМЕНСКАЯ. Обоснование и натурная проверка расчетов деформаций русла и определение расхода донных наносов. Труды ГТИ,вып.I47,Ленинград,I968.

И.В.КОПТЕВА

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СКОРОСТИ ПО ВЕРТИКАЛИ НА УЧАСТКЕ ДЕЙГИША

Установлено, что резкие свалы потока оказывают существенное влияние на распределение его скоростей [1,2] . Поверхностные струи, набегая на берег, размывают его и дно реки, продукты размыва подхватываются донными течениями и выносятся за пределы зоны дейгиша.

В данной работе сделана попытка сравнить распределение продольных и поперечных скоростей по вертикали, величины поперечных уклонов и направлений донных течений на участке дейгиша, полученных на основе обработки материалов натурных и экспериментальных исследований, с результатами расчета по существующим зависимостям. [1,2] .

В течение 1966–1967 г.г. в характерных поперечниках участка дейгиша в районе канала Кычбай были измерены скорости потока по вертикалям при различных расходах воды.

План реки в районе канала Кычбай для $Q = 1250$ м^3/сек с распределением скорости по глубине и векторов скорости по ширине русла показан на рис. 1.

Скорости наибольшего значения фиксировались в зоне свала потока на размываемый берег, где они увеличивались до $V_{ср.} = 1 \div 2$ м/сек, тогда как на подходном участке $V_{ср.} = 0{,}75 \div 1{,}3$ м/сек.

В зоне дейгиша происходило постепенное перемещение наибольших скоростей к вогнутому берегу.

Распределение продольных скоростей по вертикали неравномерно (рис.1). На подходном участке (створ 32) они постепенно уменьшаются по мере приближения ко дну потока. В центре дейгиша над откосом отложившихся наносов наблюдается некоторое увеличение придонных продольных скоростей за счет поперечных составляющих скоростей, которые приобретают здесь наибольшие значения /1/.

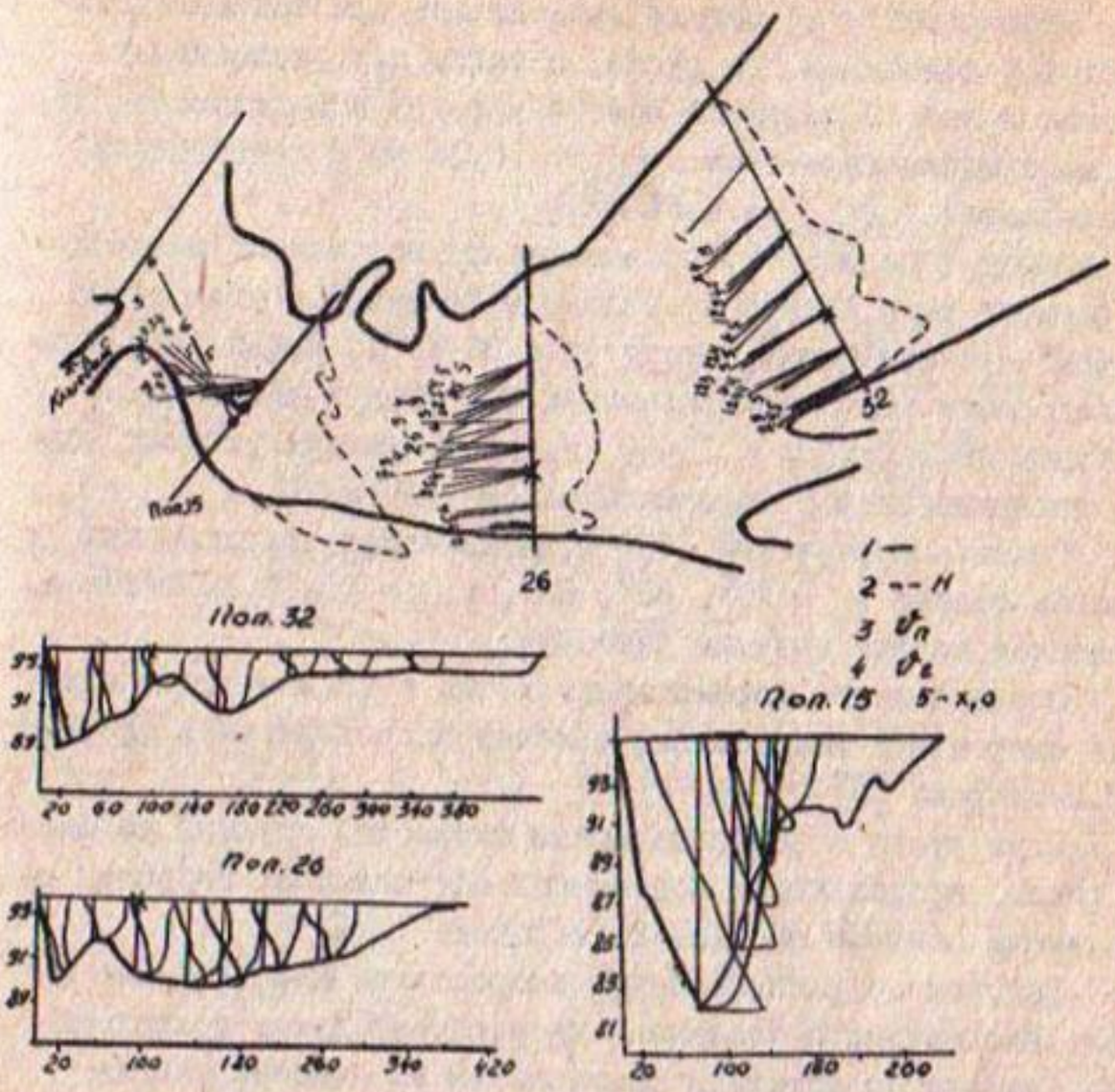


Рис. I. План Амударьи в районе канала Клычбай:

I-векторы скоростей от поверхностной точки ко дну ; 2- глубина; 3- продольная составляющая скорости; 4- поперечная составляющая скорости; 5- вертикали, на которых проводилось сопоставление расчетных и измеренных $v_n - x$, $v_z = 0$.

Эксперименты на модели проводились при закрепленных берегах и подвижном дне русла, а также при размываемых берегах и дне. В качестве ложа и наносов использовался песок со средним диаметром $d_{ср.}$ = 0,25 мм и легкоподвижный керамзит $d_{ср.}$ = 0,63 мм.

Опыты с песком (9) проводили при постоянных значениях расхода воды, наносов, уклона и переменном угле свала потока к размываемому берегу (α = 30-70°). Кроме того проводили опыты (9) с закрепленными берегами и размываемым песчаным дном при q = 15-50 л/сек, различных уклонах водной поверхности и потоке, насыщенном наносами.

Опыты с керамзитом (25) проводили при закрепленных берегах модели α = 30°, 45°, 60°, q = 10,15,20 л/сек и насыщении потока донными наносами.

После полного формирования русла в каждом опыте измеряли скорости и направления течений микровертушкой системы М.П.Мухтарова [2] .

План русла с распределением скорости, глубины по ширине русла, продольных и поперечных составляющих скорости по вертикали показан на рис. 2 (керамзит α = 30°).

Полученное распределение скорости по ширине русла и вдоль исследуемого участка в экспериментальных исследованиях аналогично натурным результатам на участке канала Кличбай. Наибольшие значения скорости фиксировались в зоне свала потока на размываемый берег. Так, в опытах с керамзитом при α = 30° и различных расходах воды средние скорости в створах 1-2 составили $V_{ср.}$ = 18,4-26,2 см/сек. Ближе к повороту (отв.3) происходило выравнивание скоростей и глубин по ширине русла. В зоне размыва (отв.4-8) средние скорости увеличились до $V_{ср.}$ = 22,1 - 32,2 см/сек (рис.2).

Картина распределения продольных составляющих скоростей по вертикалям в опытах подобна наблюдаемой на участке канала Кличбай.

В опытах с размываемыми песчаными берегами увеличения придонных продольных составляющих скоростей над откосом отложений не наблюдалось.

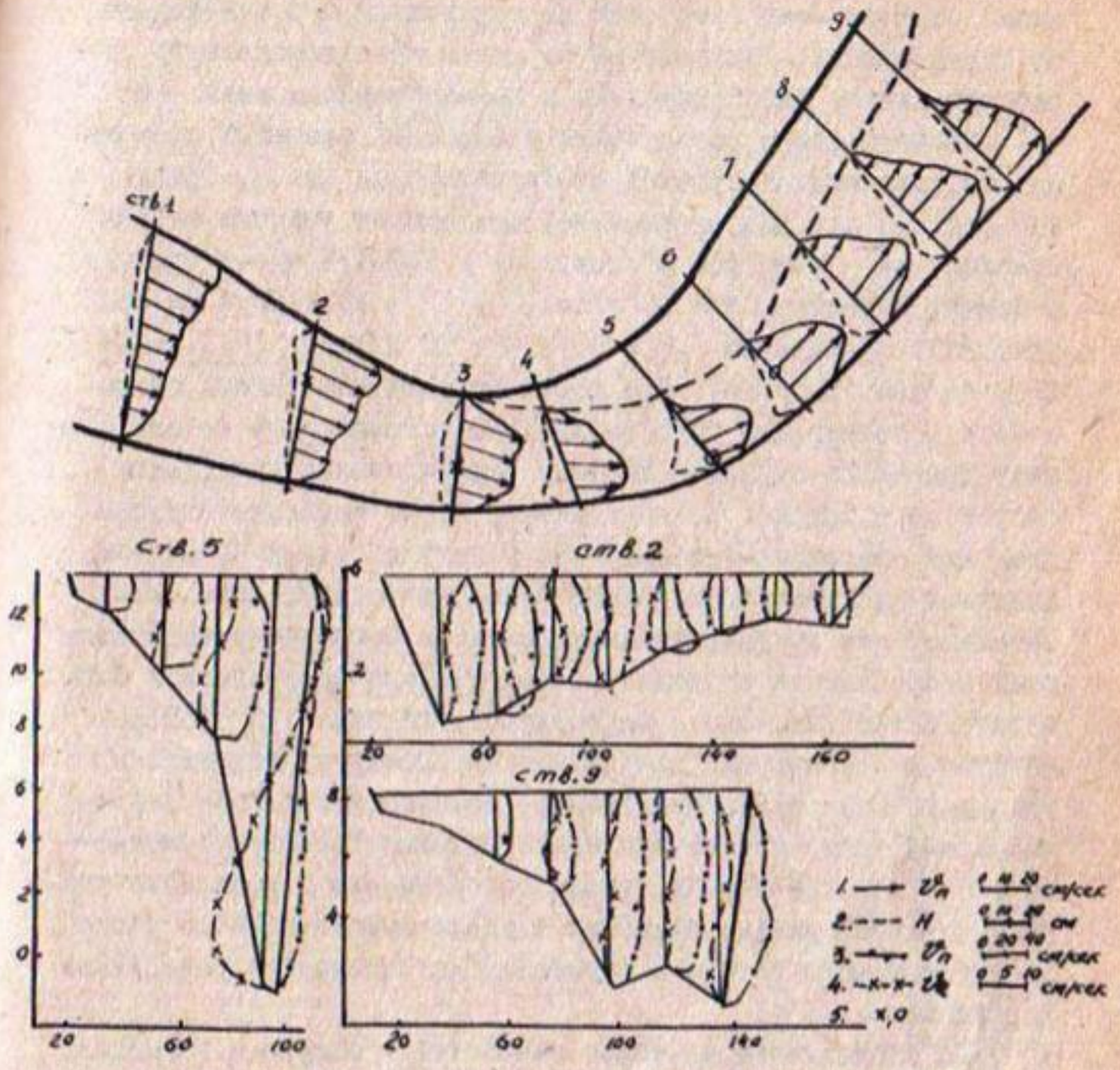


Рис. 2.- Распределение продольных скоростей по вертикали: I,2- продольные составляющие скоростей, глубина по ширине русла;3,4- продольные и поперечные составляющие скоростей по вертикалям;
5-X- вертикали, на которых проводилось сопоставление расчетных и измеренных $U_n, 0-U_z$.

В работе приведено сравнение натурных и опытных измерений составляющих скоростей по вертикалям с расчитанными по существующим в литературе формулам логарифмического, параболического, эллиптического и показательного вида [3] .

Сопоставление расчетных и измеренных значений продольных составляющих скоростей представлено на рис.3. Сравнение сделано для ряда вертикалей подходного участка канала Клычбай при Q = 1250 м^3/сек, $V_{ср}$ = 1,0-1,4 м/сек (рис.3а), в опытах с песком q = 25 л/сек, $V_{ср.}$ = 20,2-32,4 см/сек (рис.3б), керамзитом α = 30°, q = 10 л/сек, $V_{ср.}$ = 14,4-31,0 см/сек (рис. 3в). При сопоставлении измеренных скоростей с расчитанными по формулам, установили, что не все формулы правильно отражают картину распределения продольных скоростей в потоке. На подходном участке наиболее подходящими для описанных условий как в натуре, так и на модели, являются эллиптический, затем параболический законы. Следовательно, для предварительных расчетов продольных составляющих скоростей на подходном участке можно пользоваться формулами эллиптического и параболического вида [3] . Неравенство распределения продольных скоростей на вертикалях усиливает поперечную циркуляцию, возникающую в зоне дейгиша. Кроме того, при резком свале потока к берегу наблюдается 3-5 - кратное сужение русла по сравнению с подходным участком, такое сужение приводит к увеличению погонного расхода сваливаемого потока и повышению интенсивности поперечной циркуляции.

По направлению векторов скоростей в натуре и на модели был произведен расчет поперечных составляющих скоростей по методике И.Л. Розовского [4] , в отдельных створах участка канала Клычбай были определены поперечные составляющие скорости по его же формуле:

$$V_z = \frac{VH}{R}\,\frac{1}{x^2}\left[F_1(\eta) - \frac{\sqrt{g}}{xC}\,F_2(\eta)\right] \qquad (1)$$

где VH - средняя скорость, глубина вертикали;
C - коэффициент Шези подходного участка;
x - параметры Кармана;
R - радиус по оси потока;
$F_1(\eta), F_2(\eta)$ - значения функций даны в работе [4] .

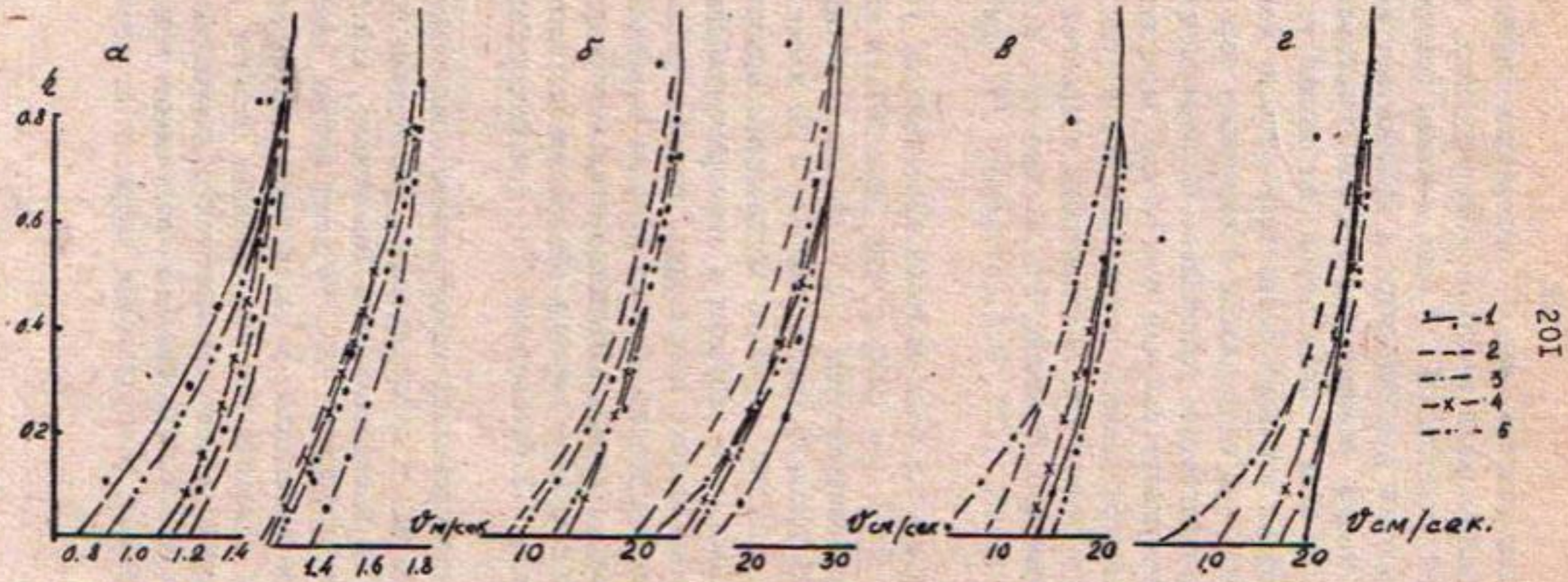


Рис. 3. Сравнение результатов расчета продольных составляющих скоростей по различным формулам с данными натурных и экспериментальных исследований:

а-натура; б- песок(берега закреплены); В- песок(берега размываемы); г- керамзит.

На подходном участке (рис.I) поперечная циркуляция выражена слабо. Направления векторов поверхностных, средних и донных скоростей неустойчивы. В зоне дейгиша поперечные составляющие скоростей увеличиваются и приобретают максимальные значения в центре размыва над откосом отложившихся наносов (поп.I5). При этом и наблюдается наибольший угол отклонения поверхностных векторов скорости в сторону вогнутого берега, придонных - в направлении к выпуклому берегу, средние занимают промежуточное положение. Экспериментальные исследования подтверждают наличие поперечной циркуляции, захватывающей в центре размыва почти весь поток (рис.2). Результаты расчета поперечных составляющих скоростей с существующими формулами М.В.Потапова, В.М.Маккавеева, К.И.Россинского и Н.К.Кузьмина /3/, И.Л.Розовского /4/ показаны на рис. 4.

Для сопоставления были выбраны вертикали на участке канала Клычбай при Q = I250 м^3/сек (поп.I5), в экспериментах с песком при закрепленных (q = 25 л/сек) и размываемых берегах (q = 20 л/сек), керамзитом (q = I0 л/сек). Расчетные формулы даны для случаев, когда русло описывает плавную кривую. Поскольку в натурных и экспериментальных исследованиях при свале потока происходило сужение русла, поперечные составляющие скоростей, расчитанные по перечисленным формулам, не всегда давали удовлетворительные результаты. Наиболее близко отражают картину распределения поперечных скоростей формулы И.Л.Розовского (I), В.М.Маккавеева, М.В.Потапова /3/.

В работе исследовались максимальные поперечные уклоны, полученные в опытах, и сопоставлены с расчетными по формулам М.В.Потапова, В,М,Маккавеева, И.Л.Розовского, А.В.Караушева, В.Ф.Талмаза и А.Н.Крошкина /3/. Во всех опытах максимальный поперечный уклон наблюдался в месте наибольшего размыва дна. В экспериментах с песком при закрепленных берегах расчетные значения достаточно хорошо согласуются с замеренными по формулам М.В.Потапова, И.Л.Розовского, полученным исходя из параболического закона распределения скорости по вертикали /3/.

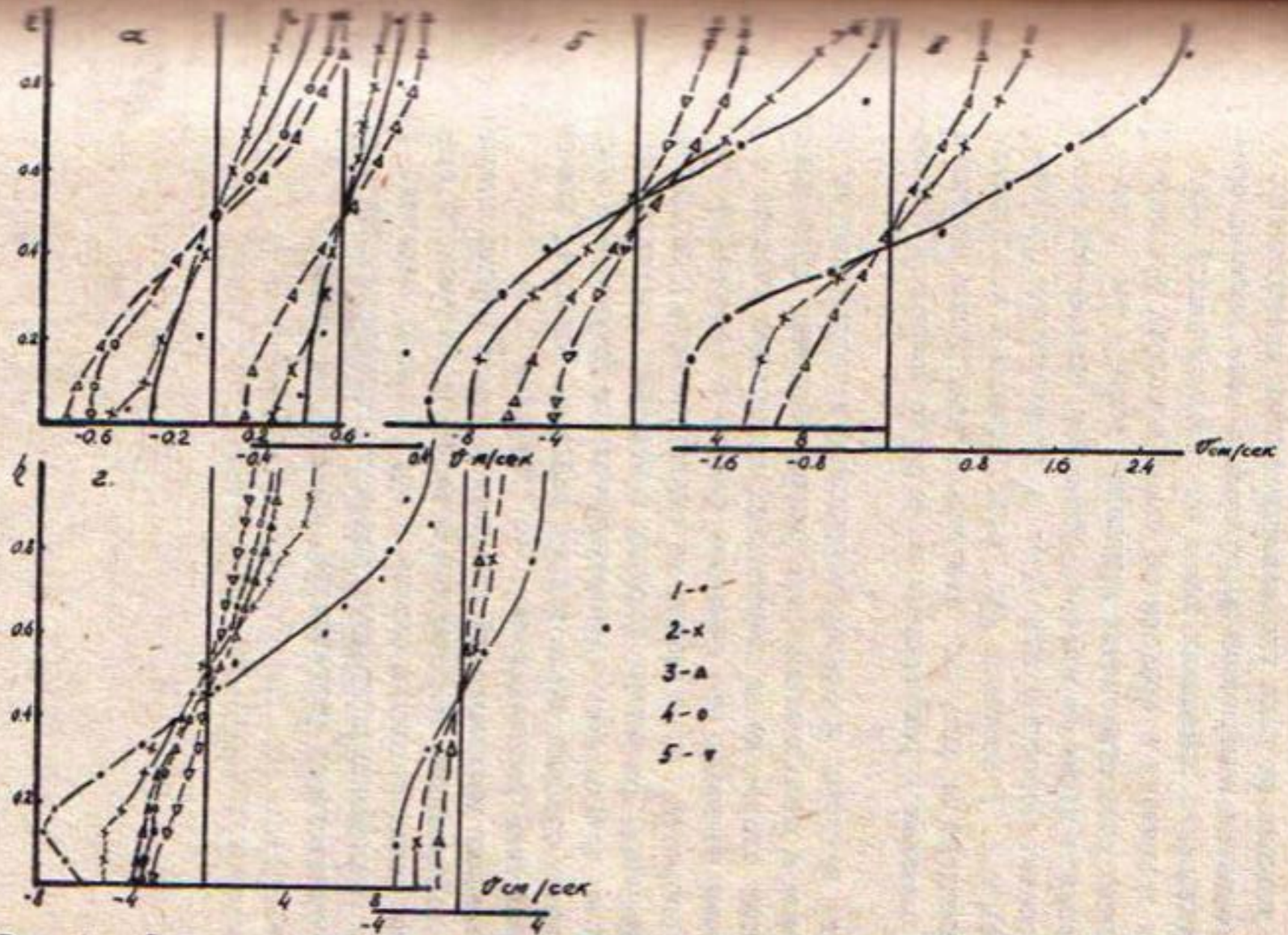


Рис. 4.- Сопоставление результатов расчета продольных составляющих скоростей по различным формулам с данными натурных и экспериментальных исследований : а- натура; б- песок (берега закреплены, размываемые)в- керамзит. I- измеренные ; 2- рассчитанные по формулам И.Л.Розовского; М.В.Потапова; 4- В.М.Макавеева; 5- К.И.Россинского и И.К.Кузьмина.

При размываемых песчаных берегах результаты расчета завышены. В экспериментах с керамзитом расчетные значения достаточно хорошо согласуются с замеренными. Формула В.Ф.Талмаза и А.М.Крошкина не дала удовлетворительных результатов.

При развитии поперечной циркуляции в зоне дейгиша происходит отклонение придонных токов от геометрической оси русла. Для сравнения в среднем по длине поворота был определен тангенс угла отклонения придонных токов ($tg\alpha$), который находился путем осреднения придонных отклонений векторов скорости. Сопоставление $tg\alpha$ с результатами расчета по формулам И.Л. Розовского /4/, В.Ф. Талмаза и А.М.Крошкина /3/ приведено на рис. 5. Измеренные нами точки оказались наиболее близкими к расчитанным по формуле Талмаза и Крошкина.

Анализ натурных и экспериментальных исследований на участке дейгиша и сопоставление измеренных значений продольных составляющих скоростей на вертикалях подходного участка с расчитанными показал, что наиболее близко к измеренным оказываются скорости, расчитанные по эллиптическому, параболическому законам. Расчетные формулы поперечных составляющих скоростей не всегда дают удовлетворительные результаты вследствие резкого сужения русла в зоне дейгиша. Наиболее близко отражает картину распределения $v_ч$ формула (I).

Измеренный максимальный поперечный уклон хорошо согласуется с расчитанным по формулам Потапова и Розовского при малом угле свала потока к берегу и закрепленных берегах.

Угол отклонения придонных токов от геометрической оси потока соответствует результатам, полученным Талмаза и Крошкиным.

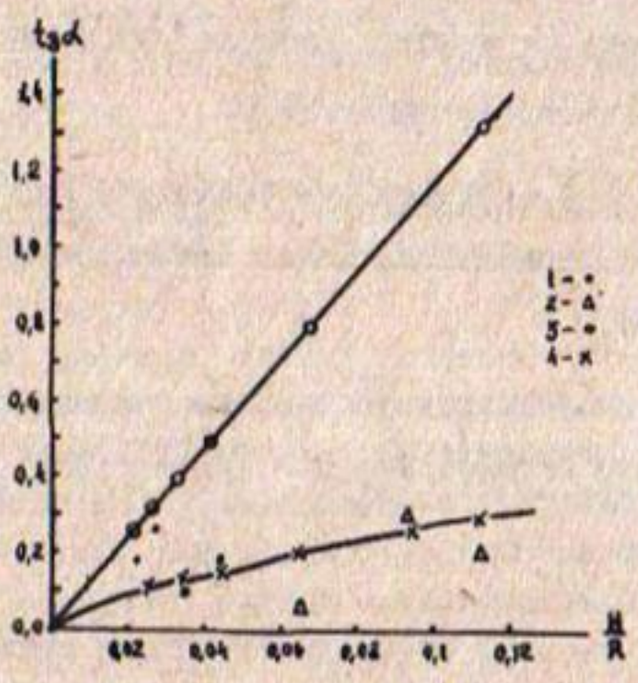


Рис.5- Сопоставление опытных данных $tg\alpha = f\left(\frac{H}{R}\right)$
с результатами расчета по формулам.
I-2- опытные(керамзит, песок), по формулам
3-И.Л.Розовского; 4- В.Ф.Талмаза и А.Н.Крошкина.

ЛИТЕРАТУРА

I. Мухамедов А.М., Ирмухамедов Х.А., Тузов В.Е., Когтева И.В. Некоторые результаты изучения гидравлических элементов и кинематики потока в зоне дейгиша. Тр.САНИИРИ,вып.I24, Ташкент-I970..

2. Ирмухамедов Х.А., Когтева И.В. Некоторые результаты исследования структуры распределения скоростей в потоке на участке дейгиша. Тр.САНИИРИ, вып. I24, Ташкент, I970. .

3. Талмаза В.Ф., Крошкин В.Ф. Гидроморфометрические характеристики горных рек. Из-во "Кыргызстан" Фрунзе, I968.

4. Розовский И.Л. Движение воды на повороте открытого русла Из-во Ак.наук Укр.ССР, Киев, I957.

К.Х.ИМАМУТДИНОВ

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА АСФАЛЬТО-БЕТОННЫХ ТЮФЯКОВ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ АМУДАРЬИ

Для защиты дейгинируемых берегов в нижнем течении Амударьи нами на основание анализа существующих конструкций гибких креплений рекомендуется применять крепления из асфальто-бетонных тюфяков, укладываемых по откосу и на дно отдельными лентами вкрест простирания по направлению течения. Такие крепления при правильном проектировании и расчете могут свободно деформировать без нарушения их целостности, препятствуя суффозии мелкопесчанных грунтов.

Тюфяки рекомендуется изготовлять из асфальто-бетона следующего состава, %: битум строительный - 10-30; песок местный - 70-40; гравий местный - 20-30.

Толщину тюфяков, по С.Т.Алтунину, следует принимать 5-7 см, армируя асфальто-бетон сеткой из проволоки диаметром 3-6 мм, с размерами ячеек 10x10 см, с обязательной проверкой арматуры на разрыв. Асфальто-бетонные тюфяки желательно укладывать после ослабления дейгина, для окончательного закрепления берега и предотвращения новых его размывов. Поэтому перед составлением проекта закрепления берега тюфяками не реже,чем через 50 м нужно проводить съемку поперечников вдоль береговой линии. Поперечниками желательно охватить дно реки, включая не только линию наибольших глубин у берега, но и весь откос с надвинувшейся на берег грядой наносов. Съемку поперечников необходимо распространить за границы дейгинируемого участка,по крайней мере на 350-500 м,как вверх по течению, так и вниз.

Проектирование крепления тюфяками надо начинать с составления проекта уположенного берегового откоса, придавая ему достаточно плавное очертание за счет срезки участков с большой крутизной и засыпки местных провалов. Особое внимание следует уделять выправлению пилообразного очертания берега в плане, срезая выступы между нишами и используя срезанный грунт для их заполнения.

Если на участке проводились берегозащитные работы с заброской карабуров из хвороста, пригруженного камнем, бетонными или бракованными железобетонными креплениями, желательно засыпать сохранившиеся на дне крепления грунтом с берега или взятым со дна реки на достаточном (не менее 40-50 м) расстоянии от береговой кромки. Отсыпанный откос должен иметь заложение не менее I:2 и толщину над верхом креплений не менее I м.

Схема регулировочных работ зависит от длины укрепляемого участка берега, определяемой пределами зоны максимально возможного размыва. В условиях нижнего течения Амударьи длина такого участка колеблется от 2500 до 3500 м. Крепление должно распространяться за пределы вогнутого берега излучины, охватывая участки прилегающего выпуклого берега выше и ниже течения на протяжении 200-300 м в каждую сторону.

На сравнительно прямолинейных участках должна быть проанализирована возможность образования свалов к берегу на всем протяжении, после чего следует выбрать участок наиболее интенсивных свалов, увеличивая длину участка крепления на 200-300 м вверх и вниз по течению.

Во всех случаях тюфячное крепление в начале и конце укрепляемого участка должно заделываться или врезаться в берег с укреплением врезки отсыпкой зуба из рваного камня со щебнем.

Расчеты тюфячного крепления должны включать: определение ширины тюфяка, укладываемого на дно реки; проверку прочности тюфяка на разрыв в процессе деформации или подбор арматуры; проверку устойчивости тюфяка на сдвиг под действием сдвигающего ледяного поля.

Рассмотрим их подробнее.

Определение ширины тюфяка, укладываемого на дно реки, следует производить для случая, когда речной конец тюфяка опускается в образующуюся перед ним воронку размыва.

Принимать ширину тюфяка такой, чтобы у его речного конца не было размывов, мы не рекомендуем, так как в этом случае она получается излишне большой.

Ширину тюфяка, опускающегося на откос образующейся перед ним воронки и размыва, следует определять по формуле:

$$b_к = (H_р - h_п)\sqrt{1+m_1^2} + 1{,}0, \qquad (I)$$

где $H_р$ – расчетная глубина воды в воронке размыва у речного конца тюфяка к моменту стабилизации размыва, м (рис.I);

$h_п$ – глубина воды при расчетном горизонте над подошвой укрепляемого откоса берега, м (рис.I);

m_1 – расчетное заложение укрепляемого откоса воронки размыва к моменту стабилизации деформации тюфяка;

1,0 – рекомендуемый запас в ширине тюфяка для создания у подошвы откоса берега горизонтальной площадки.

Глубины $H_р$ и $h_п$ – следует определять при нескольких расчетных уровнях воды в реке, начиная от наивысшего до близкого к меженн, принимая для расчета ширины " $b_к$ " – значения, дающие наибольшую величину разницы $H_р - h_п$. Расчетное заложение укрепляемого откоса воронки размыва m_1 можно принимать равным $m = ctg\,\varphi$, где φ – угол естественного откоса, слагающего дно реки. Для условий нижнего течения Амударьи значение этого угла в среднем $26^{0}30'$ ($m_1 = 2{,}06 \approx 2{,}0$). Расчетную глубину воды в воронке размыва $H_р$ можно предварительно определять по существующим эмперическим формулам с последующим уточнением на основе сравнения скорости у конца тюфяка со скоростью, допустимой на размыв для грунтов, слагающих дно воронки размыва с учетом отмостки его крупными фракциями по разработанной нами методике.

При предварительном определении глубины $H_р$ в условиях нижнего течения Амударьи целесообразно использовать формулы С.Х.Абальянца, И.А.Бузунова или О.А.Каюмова. Принимая из определенных таким образом глубин величину $H_р$, дающую наибольшую разницу $H_р - h_п$, производим ее проверку и уточнение по разработанной нами методике: вычисляем глубину h_1 в створе удара сваливающейся струи на откос (рис.2):

$$h_1 = \frac{h_0 + 0{,}215 \cdot \operatorname{csc}\alpha\,[m_2(H_р - h_0) + m_1 H_р]}{1 + 0{,}215\operatorname{csc}\alpha\,(m_1 + 0{,}75\sqrt{1+m_1^2})}; \qquad (2)$$

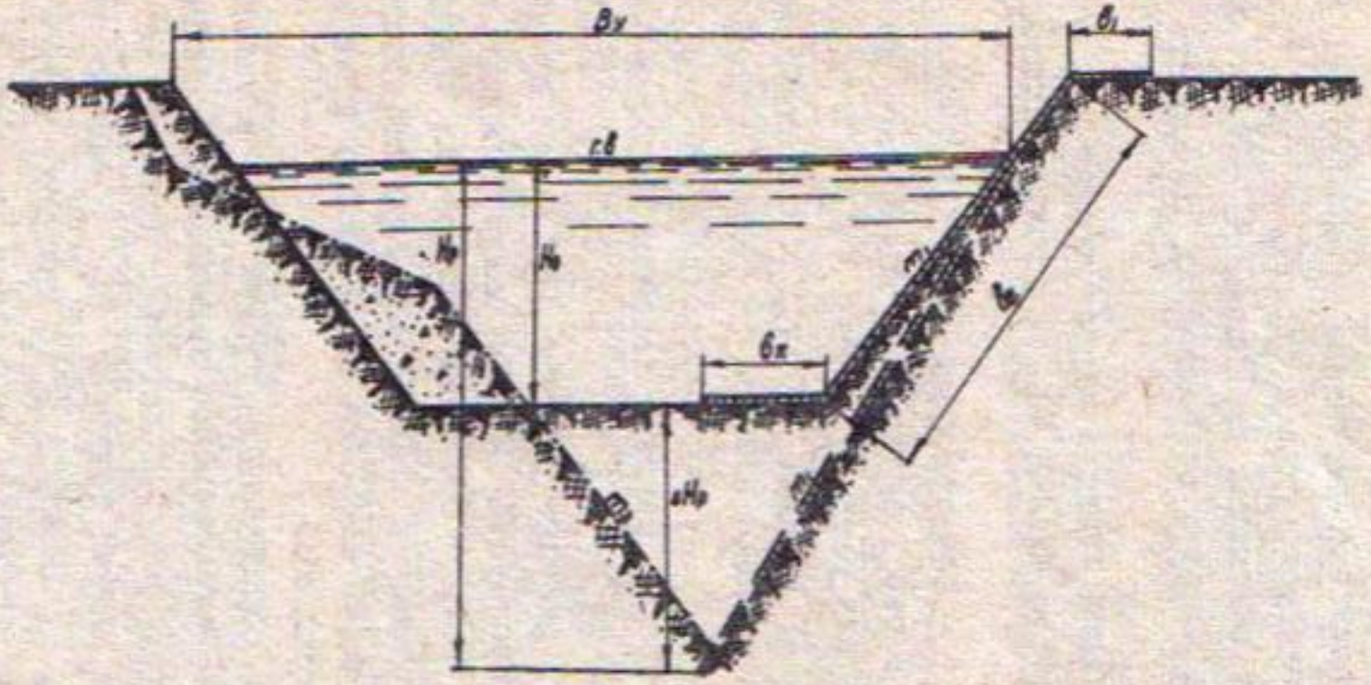
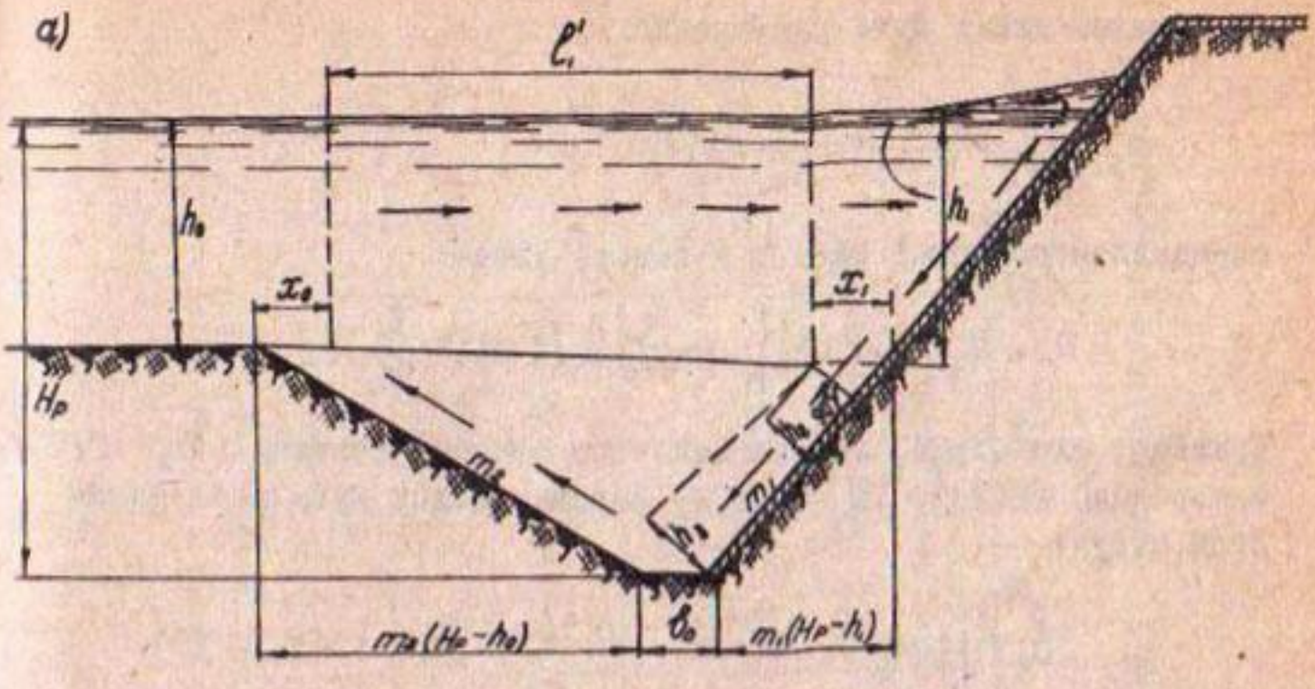
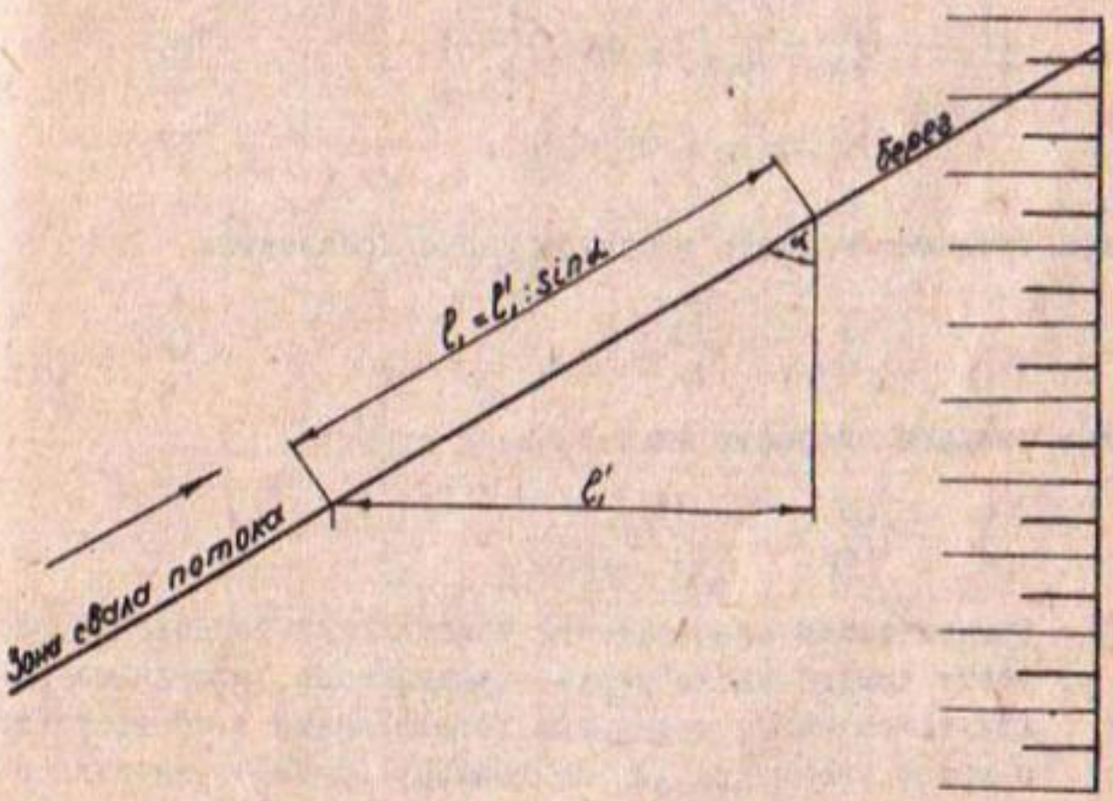


Рис.I.Схема деформации русла по данным модельных исследований автора: m_1, m_2-заложение откосов после пуска расходов воды; B_y-устойчивая ширина по зеркалу воды; δ_1 -некоторый запас ширины материала крепления; δ_2-ширина материала крепления на откосе и $\delta_н$-в воронках размыва; H_p-максимальная глубина размыва; H_0-средняя глубина русла; ΔH_p-глубина размыва.



а)для случая при свале потока нормально к линии берега



б)для случая при косом свале потока к берегу

Рис.2.Расчетные схемы размыва по автору.

определяем длину пути растекания l_1 :

$$l_1 = \frac{h_1 - h_0}{0,215} = 4,55(h_1 - h_0); \qquad (3)$$

определяем погонный расход в створе удара:

$$q_1 = q_0\left(1 + 0,06\frac{l_1}{h_0}\right) = v_0 \cdot h_0\left(1 + 0,06\frac{l_1}{h_0}\right); \qquad (4)$$

принимая для струи, опускающейся по откосу, толщину $h_2 = 0,75h_1$ и погонный расход $q_2 = 0,569q_1$, находим длину пути растекания этой струи:

$$l_2 = \left[(H_p - h_1)\sqrt{1+m_1^2} - 0,75\, m_1 h_1\right] \cdot \csc\alpha; \qquad (5)$$

определяем глубину и погонный расход опускающейся струи у конца крепления:

$$q_3 = q_2\left(1 + 0,06\frac{l_2}{h_2}\right); \qquad (6)$$

$$h_3 = h_2 + 0,215\, l_2; \qquad (7)$$

определяем среднюю скорость в створе конца крепления:

$$v_{cp} = \frac{q_3}{h_3}; \qquad (8)$$

определяем среднюю скорость нижней части струи:

$$v'_{cp} = \frac{v_{cp}}{0,63 + 0,37K_h}, \qquad (9)$$

где "Kh" - эмпирический коэффициент, учитывающий торможение скорости нижней части струи, принимаемый, исходя из результатов наших модельных исследований в соответствии с углом атаки при α по графику (рис.3); вычисляем допустимую скорость в воронке размыва для сравнения по формуле Ц.Е.Мирцхулава с введением эмпирического коэффициента "Kh" из выражения (9):

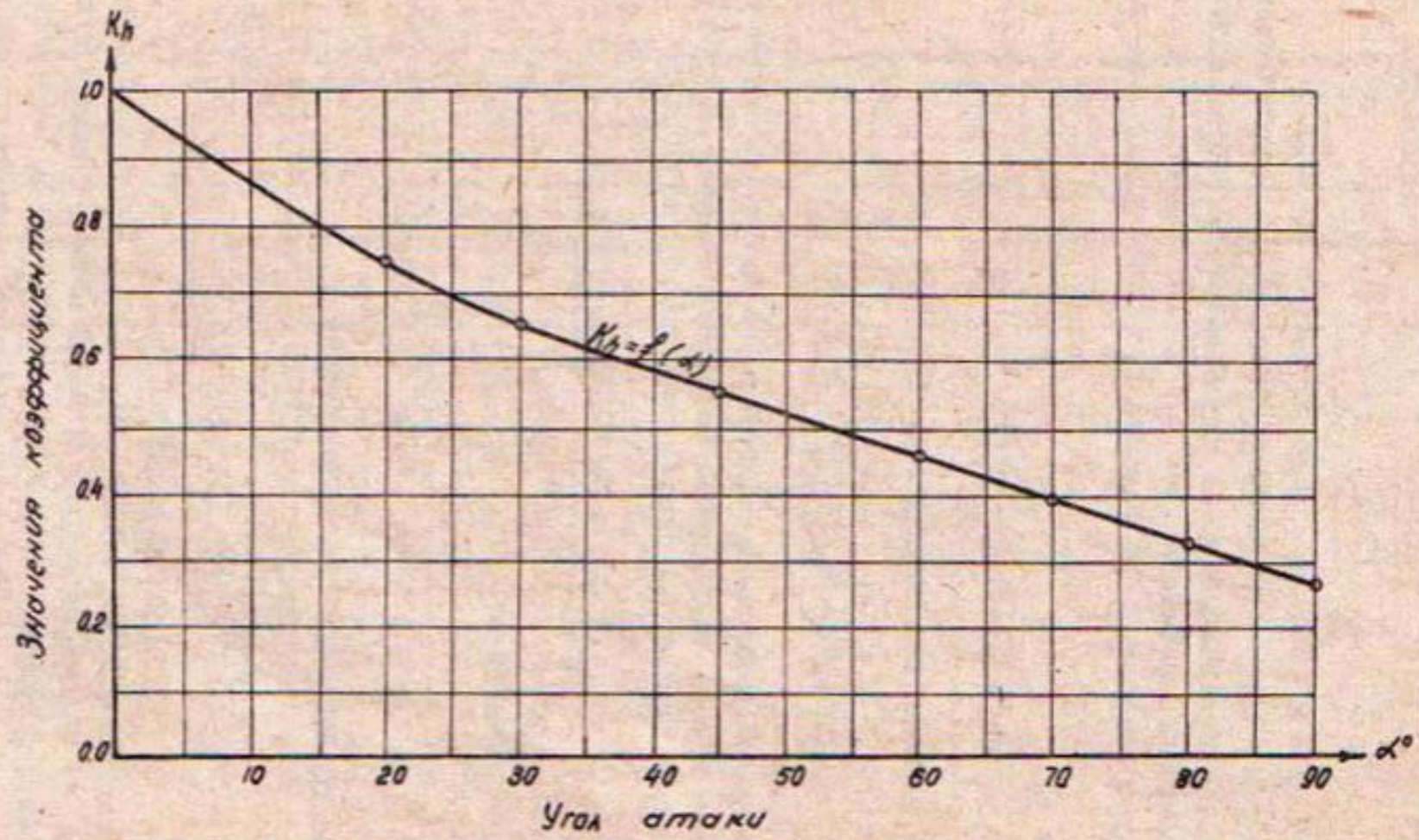


Рис.3.Кривая $K_h = f(\alpha)$ для определения коэффициента "K_h" при заданом угле атаки "α".

$$v_{доп} = lg\left(\frac{8{,}8K_{ш}\cdot h_{ш}}{d}\right)\sqrt{\frac{2gm}{0{,}44\cdot\gamma_{в}\cdot n}\left(\gamma_{н}-\gamma_{в}\right)d}\,; \qquad (10)$$

где $m = 2{,}0$; $\gamma_{н} = 2{,}63\ т/м^3$; $\gamma_{в} = 1{,}0\ т/м^3$; $n = 1 + \frac{d}{0{,}0005+d} = 2{,}58$;

$d_{0{,}05\%} = 0{,}45$ мм $= 0{,}00045$ м – диаметр частиц наносов.
Если скорость $v'_{ср}$ получилась больше $v_{доп}$, увеличиваем глубину $H_р$, в противном случае – уменьшаем, а расчет повторяем до получения равенства.

Следует заметить, что формула (2) справедлива лишь при условии

$$h_1 + 0{,}75h_1\frac{m_1}{\sqrt{1+m_1^2}} \leq H_р. \qquad (11)$$

Когда это условие не соблюдается, т.е.

$$h_1 + 0{,}75h_1\frac{m_1}{\sqrt{1+m_1^2}} > H_р, \qquad (12)$$

глубина воронки размыва $H_р$ недостаточна для того, чтобы опускающаяся по откосу струя имела начальную толщину $h_2 = 0{,}75h_1$. В этом случае глубину h_1 следует определять по формуле

$$h_1 = \frac{0{,}215\cdot m_2\cdot m_1(H_р - h_0) + m_1h_0 - 0{,}215H_р}{m_1 - 0{,}215} \qquad (13)$$

После этого вычисляем:

$$q_2 = K^2\cdot q_1, \qquad (14)$$

$$h_2 = K\cdot h_1, \qquad (15)$$

определяя коэффициент "К" по выражению

$$K = \frac{H_р - h_1}{h_1}\cdot\frac{\sqrt{1+m_1^2}}{m_1}. \qquad (16)$$

Пример расчета:

глубина сваливающегося потока $h_м$ = 1,5 – 2,5 м; поверхностная скорость потока на свале v = 2,5 м/сек; средняя скорость сваливающегося потока v_0 = 2,5 x 0,8 = 2,0 м/сек; угол свала (угол атаки) α = 15°; 25°; 60°; 90°; заложение откосов

Таблица I

ТАБЛИЦА

гидравлических расчетов по определению фактических и допустимых скоростей у конца асфальто-бетонного тюфяка к моменту стабилизации воронки размыва при $m_1 = m_2 = 2{,}0$ и $d = 0{,}00045$ м

№№ пп	Исходные данные				Расчетные данные														
	$h_м$	v	$v_0=0{,}8v$	α	$H_р$	h_1	l_1	q_1	q_2	h_2	l_2	q_3	h_3	$v_{ср}$	K_h	$v'_{ср}$	$v_{доп}$	K_δ	$v'_{доп}=v_{доп}\sqrt{K_\delta}$
I	I,5	2,5	2,0	I5°	I2	9,55	37,2	7,45	4,I7	7,I5	0,0	4,I7	7,I5	0,58	0,8	0,6	0,59	I,I4	0,63
2	"	"	"	25°	20	I4,2	59,0	I0,08	6,05	I0,07	0,0	6,05	I0,07	0,56	0,68	0,6I	0,60	I,23	0,67
3	"	"	"	60°	25	I5,5	6I,0	I0,I2	5,72	I0,40	I0,60	5,72	II,68	0,47	0,45	0,56	0,56	I,43	0,67
4	"	"	"	90°	40	I9,7	85,0	I3,2	7,40	I4,8	I6,0	8,I	I8,24	0,445	0,25	0,58	0,58	I,49	0,70
5	2,5	2,5	2,0	I5°	20	I6,0	62,9	I2,55	7,02	I2,0	0,0	7,02	I2,0	0,59	0,8	0,6I	0,62	I,I4	0,66
6	"	"	"	25°	25	I7,8	7I,2	I3,55	7,6	I3,4	0,0	7,6	I3,4	0,565	0,68	0,6I	0,6I	I,23	0,68
7	"	"	"	60°	35	I8,8	76,0	I4,0	7,85	I4,I	9,45	8,I5	I6,I3	0,505	0,45	0,60	0,60	I,43	0,72
8	"	"	"	90°	50	25,0	I05,0	I7,6	9,85	I8,75	I8,5	I0,4	22,73	0,457	0,25	0,59	0,59	I,49	0,72

воронки размыва $m_1 = m_2 = 2,0$; средний диаметр наносов $d_{50\%}$=0,00015 м; диаметр отмостки $d_{0,05\%} = 0,00015$ м;

Определяя основные элементы струи h_1; l_1; q_2; h_2; l_2; q_3; h_3; v_{cp} по приведенным выше формулам, производим расчет (табл.I). Затем, уточняя "Kh" по графику из рис.3, в зависимости от угла атаки α находим среднюю скорость струи у конца тюфяка v'_{cp}, допустимую скорость v_{gon} для горизонтального дна и допускаемую скорость в воронке размыва с учетом того, что вследствие продольно-винтового течения воды частицы поднимаются вверх по откосу:

$$v'_{gon} = v_{gon} \cdot \sqrt{K_\delta}, \qquad (17)$$

где

$$K_\delta = \frac{1}{\sqrt{1+m_1^2}}\left(\sqrt{1+m_1^2-\sin^2\alpha} + 1,33\sin\alpha\right). \qquad (18)$$

По результатам табл.I в таблицу 2 сведены значения глубин размыва, соответствующие условию равенства $v'_{\varphi} = v_{gon}$ и $v'_{cp} = v'_{gon} = v_{gon}\sqrt{K_\delta}$, т.е. с учетом увеличения допустимой скорости за счет подъема частиц грунта вверх по речному откосу воронки. Это дает уменьшение глубины размыва. Для сравнения в табл.2 приведены значения глубины размыва, вычисленные по формулам О.А.Каюмова и С.Х. Абальянца.

Таблица 2

Глубина размыва, вычисленная по методике автора и по эмпирическим формулам О.А.Каюмова и С.Х.Абальянца

h_m	α	По автору		По формуле О.А.Каюмова	По формуле С.Х.Абальянца
		при $v'_{cp} = v_{gon}$	$v'_{cp} = v'_{gon} = v_{gon}\sqrt{K_\delta}$		
		H_p	H_p	H_p	H_p
I,5	I5°	I2	II	2,08	2,5
I,5	25°	20	I6	2,35	3,I4
I,5	60°	25	I8	2,80	4,84
I,5	90°	40	22	2,92	5,35
2,5	I5°	20	I7	3,46	3,I6
2,5	2I°	25	I8	3,92	5,22
2,5	60°	35	26	4,67	8,07
2,5	90°	50	32	4,87	8,90

Приведенные в табл.2 глубины размыва, подсчитанные по нашей методике с учетом "K_δ", более соответствуют натурным данным. Глубины размыва по формуле О.А.Каюмова и С.Х.Абальянца представляются значительно заниженными. Принимая глубины размыва, определенные по нашей методике 20–32 м, имеем ширину крепления опускающегося в воронку размыва по формуле (I) – от 42,5 до 67,5 м. Исходя из конструктивных соображений, можно рекомендовать ширину мата тюфяка 50 м, а их длину с учетом габаритов плавсредств – 50–60 м.

Проверку прочности крепления и подбора арматуры рекомендуется производить на наибольшее разрывающее усилие, которое возникает в тюфяке в процессе его самопогружения. Величину этого усилия можно определить по методу И.Я.Ярославцева. Рассматривая условия максимума усилия "Р" за счет веса тюфяка и силы трения, создаваемой оползающим под ним грунтом, которому соответствует временное образование крутого откоса с заложением $m = f$, принимаем, что такой откос может образоваться при достижении глубины размыва "H_p". Имеем следующее выражение для определения разрывающего усилия на погонный метр, ширины тюфяка:

$$P_{раз} = (H_p - h_n)(1 + f^2) \cdot \delta \cdot \gamma_т, \qquad (19)$$

где δ – толщина тюфяка;

$\gamma_т$ – объемный вес асфальто-бетона в воде.

Проверку тюфяка на оползание при подмывах целесообразно производить, исходя из рассмотренного случая временного образования крутого откоса с заложением $m = f$.

Рассматривая тюфяк как гибкую нить, перекинутую через бровку низового откоса как через блок, лишенный трения, и считая, что оползанию тюфяка будет препятствовать сила трения его о грунт откоса, получим следующее выражение для проверки устойчивости тюфяка на оползание:

$$\left[b_к - H_p\sqrt{1+f^2} + m_1(h_n + d) \geq (H_p - h_n)\frac{\sqrt{1+f^2}}{f}\right]. \qquad (20)$$

Проверку устойчивости тюфяка на сдвиг под действием ледяного поля следует производить по имеющимся методикам (информационные сообщения ГТС МВХ СССР, М.,1964).

Рекомендуем при эксплуатации предотвращать примерзание ледяного поля к креплению или ослаблять давление устройством майн и околкой льда.

А.Я.РАБИНОВИЧ, И.Г.ЗУБ

ПРАВИЛА МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЦИОНАРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ СИСТЕМ, РАЗРАБОТАННЫХ В КазНИИВХ

В Казахском НИИ водного хозяйства разработана стационарная автоматизированная дождевальная система с подземными выдвижными гидрантами для дождевальных аппаратов импульсного и непрерывного действия.

Разработанная система состоит из следующих основных элементов: водозаборного узла, напорообразующего сооружения, сети напорных закрытых трубопроводов, подземных автоматизированных выдвижных гидрантов, дождевальных аппаратов (импульсного или непрерывного действия) и диспетчерского пульта.

Водозаборный узел выполняется из типовых сооружений и арматуры. При наличии в воде наносов диаметром более 0,25 мм в узле необходимо предусмотреть очистное сооружение, в качестве которого рекомендуется гидроциклон.

Напорообразующим сооружением, в зависимости от местных условий, служит насосная станция, самонапорный магистральный трубопровод или их комбинация. Эти сооружения также выполняются по типовым проектам.

Сеть напорных трубопроводов (рис.I) состоит из магистрального трубопровода, зонных, распределительных, поливных трубопроводов и может выполняться из стальных, асбоцементных, железобетонных и полиэтиленовых труб.

Подземные выдвижные гидранты устанавливаются на коротком ответвлении поливных трубопроводов через расстояния, определяемые радиусом действия дождевальных аппаратов и схемой их расстановки. В гидрантах стационарно устанавливаются импульсные малогабаритные аппараты конструкции КазНИИВХ или переносные дождевальные аппараты, подключаемые посредством быстросъемных приспособлений.

Для управления работой гидрантов и дождевальных аппаратов на оросительной системе применены устройства для телеуправления,

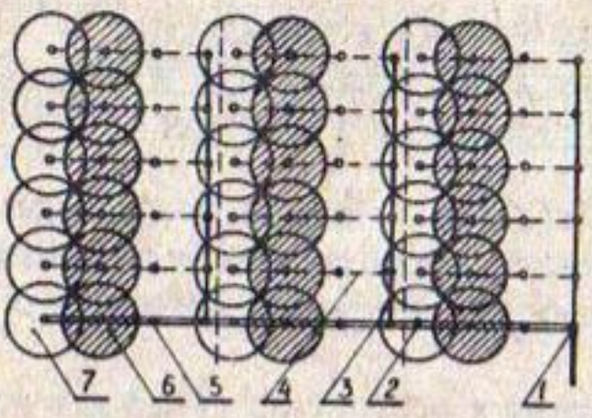


Рис.1. Принципиальная схема стационарной автоматизированной дождевальной системы:

1-магистральный трубопровод; 2-зонный трубопровод; 3-распределительный трубопровод; 4-поливной трубопровод; 5-дождевальный автоматизированный выдвижной гидрант; 6-политая площадь; 7-поливаемая площадь.

монтируемые на гидрантах. Они воспринимают сигналы в виде перепада давлений в сети трубопроводов и по определенной заранее заданной программе включают в работу гидранты системы. Перепады давлений в сети трубопроводов создаются открытием и закрытием задвижки, установленной на зонном трубопроводе. Управление приводом задвижки осуществляется автоматически с диспетчерского пульта.

Разработаны подземные выдвижные гидранты-водовыпуски, малогабаритный импульсный дождевальный аппарат и устройства для телеуправления работой гидрантов-водовыпусков[x)], которые испытаны в производственных условиях на ряде опытных систем (Алма-Атинский опорный пункт, совхоз "Бурненский" Казахской ССР, колхоз им. В.И. Ленина Таджикской ССР).

После изготовления подземных выдвижных гидрантов, импульсных аппаратов, устройств для телеуправления они подвергаются

---

x) Авторские свидетельства №№ 181470, 188203, 205423, 183528

заводским испытаниям.

Гидранты испытываются по специально разработанным правилам, которые заключаются в следующем.

До полной сборки производятся испытания пневмогидроаккумулятора, размещаемого в подвижном стволе гидранта. Его испытания на герметичность проводятся пневматическим способом или методом "керосина". Давление сжатого воздуха в колоколе пневмогидроаккумулятора при испытаниях должно быть не менее 6 кГ/см^2.

После сборки гидрантов согласно техническим условиям осуществляется проверка правильности монтажа и поджатия уплотнений. Уплотнения (верхнее неподвижное и нижнее подвижное) считаются нормально поджатыми и правильно собранными, если выдвинутый ствол опускается в исходное положение под собственным весом.

Прочностные испытания корпуса и ствола гидранта, фланцевых соединений производятся гидравлическим способом при давлении $P_u = (1{,}5\text{-}2{,}0)\,P_p$, но не менее 10 кГ/см^2, где P_p - рабочее давление (P_p = 5-7 кГ/см^2). При этом увеличение испытательного давления (P_u) сверх рабочего (P_p) должно быть не менее 5 кГ/см^2. Испытательное давление (P_u) поддерживается в течение 0,5-1,0 минуты. При испытаниях необходимо строго соблюдать технику безопасности - испытатели должны находиться в закрытом помещении, расположенном не ближе 10-15 м от испытательного стенда. В помещении должен находиться и пульт управления стендом.

Герметичность резиновых уплотнений проверяется при рабочем давлении 5-6 кГ/см^2. Утечка воды не должна превышать 0,01 л/сек. В процессе испытаний проверяется визуально герметичность сварных соединений корпуса гидранта.

Импульсный дождевальный аппарат ИН-3 и гидравлический шаговый искатель ГШИ-1 испытываются совместно с выдвижным гидрантом.

Основные параметры, устанавливаемые при испытании импульсного аппарата, должны быть следующие: устойчивая работа при подводимом расходе 0,8-1,2 л/сек; давление начала выплеска 5,0-6,0 кГ/см^2; давление в конце выплеска 2,5-3,0 кГ/см^2; радиус действия 25-28 м по крайним каплям; количество циклов срабаты-

вания 9-10 в мин; допустимая утечка воды через затвор аппарата в момент накопления расхода не более 0,03 л/сек.

Основные параметры гидравлического шагового искателя, определяемые при заводских испытаниях, должны быть следующие: максимальное давление, при котором ГШИ возвращается в исходное положение, 1,0-1,2 кГ/см^2; минимальное давление включения его в работу 3,0-3,2 кГ/см^2; не должны наблюдаться утечки через клапана, штуцера и соединения .

Результаты испытаний подземного автоматизированного гидранта и импульсного аппарата заносятся в технический паспорт. Изделия консервируются, комплектуются необходимыми запасными деталями согласно утвержденного перечня упаковываются и отправляются на объекты строительства.

В результате строительства и эксплуатации ряда опытных систем установлены основные правила монтажа и эксплуатации автоматизированных выдвижных гидрантов с дождевальными аппаратами импульсного и непрерывного действия.

Монтаж гидрантов для импульсных аппаратов на сети закрытых трубопроводов ведется после опрессовки сети согласно ТУ121-56, раздел 12 с учетом вносимых в них изменений.

На подготовленное основание котлована, устраиваемого одновременно с отрывкой траншей под поливные трубопроводы, с помощью автокрана или других подъемных механизмов строго вертикально устанавливают гидрант 1 (рис.2).При этом колено 7 может подсоединяться к гидранту до или после его установки в котлован.Затем основная полость гидранта (входное отверстие в нижней части) с помощью колена и тройника 5 через устройство для телеуправления работой гидранта 3 соединяется с поливным трубопроводом 6 системы.Межтрубная полость гидранта (входное отверстие в верхней части) соединяется с поливным трубопроводом через тройник и трубу 4.Нижняя отметка гидранта устанавливается исходя из высоты гидранта со смонтированным на нем дождевальным аппаратом и заглубления верхней кромки аппарата на глубине 0,4-0,5 м.Устройства для телеуправления работой гидранта также монтируются на глубине 0,4-0,5 м.Габаритные размеры тройника, трубы и колена определяются непосредственно при монтаже

гидранта.

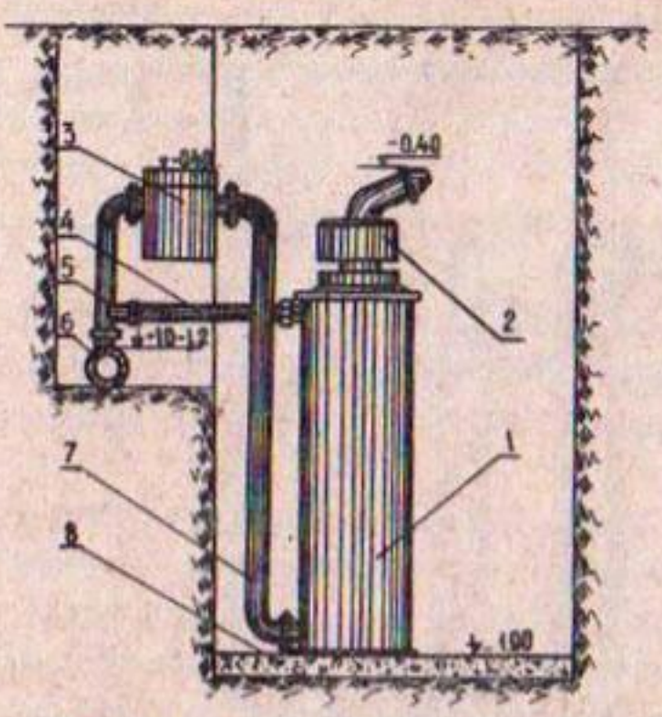


Рис.2. Монтажная схема автоматизированного выдвижного гидранта с импульсным дождевальным аппаратом:

1-выдвижной подземный гидрант; 2-импульсный дождевальный аппарат; 3-устройство для телеуправления работой гидранта; 4-труба d_y=20мм; 5-тройник-колено d_y=25мм; 6-поливной трубопровод; 7-колено d_y=20мм; 8-гравийно-песчаная подготовка.

Автоматизированный выдвижной гидрант 4 для переносных дождевальных аппаратов (рис.3) подсоединяется к поливному трубопроводу с помощью угольника 2 и колена I2 через гидрозадвижку 5. Диаметры угольника и колена определяются в зависимости от подводимого расхода к гидранту. Гидравлический шаговый искатель 7 с помощью колена I0 d_y= 20 мм и трубок со штуцерами 6 соединяют соответственно с основной полостью гидранта и гидрозадвижкой. Рабочая полость гидрозадвижки соединяется с межтрубной полостью гидранта посредством трубки 3 d_y= 20 мм или гибким шлангом. После этого устанавливается сливной бачок 9 емкостью 40 литров и посредством трубки 8 d_y= 20 мм его соединяют с патрубком сливного клапана гидравлического шагового искателя.

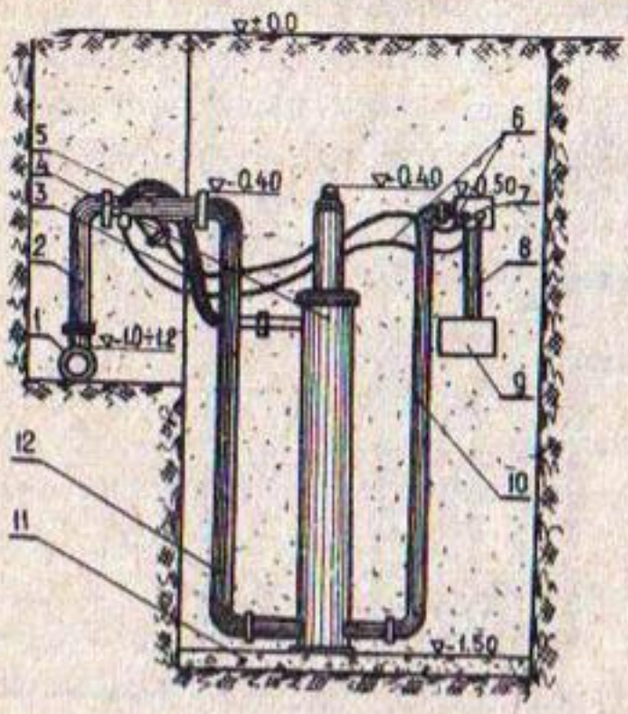


Рис. 3. Монтажная схема автоматизированного выдвижного гидранта для переносного дождевального аппарата:

1-поливной трубопровод; 2-угольник; 3-трубка $d_y = 3/4$" или гибкий шланг высокого давления; 4-выдвижной подземный гидрант; 5-гидрозадвижка; 6-медные трубки со штуцерами $d_y = 6$ мм; 7-гидравлический шаговый искатель (ГШИ); 8-сливная трубка $d_y = 3/4$"; 9-сливной бачок; 10-колено $d_y = 3/4$"; 11-гравийно-песчаная подготовка; 12-колено.

Отметка верха гидранта 4, гидрозадвижки 5 и гидравлического шагового искателя 7 должна быть не менее 0,4 м и не более 0,5 м. Отметка низа гидранта, размеры угольника и колен I0,I2 устанавливаются аналогично, как и при монтаже гидрантов для импульсных аппаратов.

После монтажа автоматизированных выдвижных гидрантов на сети поливных трубопроводов производят настройку устройств для телеуправления (ГШИ) согласно схемы их работы (по одному или несколько штук на поливном трубопроводе), принятой в проекте. При предварительных испытаниях устанавливается герметичность

всех соединений при рабочем давлении в сети трубопроводов, определяется продолжительность паузы, необходимой для перенастройки ГШИ, и проверяется работа выдвижных гидрантов, импульсных аппаратов, гидравлических шаговых искателей и гидрозадвижек. Время, необходимое для перенастройки гидравлических шаговых искателей, вводится в программное устройство диспетчерского пульта системы.

При предварительных испытаниях системы выявляются и устраняются неисправности в работе автоматизированных выдвижных гидрантов.Возможные неисправности и методы их устранения приведены ниже.

По окончании предварительных испытаний оборудования и устранения дефектов, обнаруженных в его работе, производится засыпка котлованов гидрантов.При засыпке котлованов необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить элементы системы гидроавтоматики.Засыпка производится в два этапа.Вначале вручную производят подбивку грунтом гидрантов, ГШИ и гидрозадвижек и частично их присыпают, а затем механизированным путем осуществляют окончательную засыпку.

Окончательное испытание системы проводят после всех работ по ее сооружению и благоустройству, но не раньше, чем через I-2 суток после засыпки.Работу системы проверяют как в автоматическом, так и в полуавтоматическом режимах.При этом программирование производят с таким расчетом, чтобы каждый гидрант с установленным на нем дождевальным аппаратом импульсного или непрерывного действия проработал не менее 24 часов или был бы проведен один поливной цикл.После этого система сдается в эксплуатацию.

Затраты труда на установку подземных выдвижных гидрантов для дождевальных аппаратов импульсного и непрерывного действия, как было указано выше, устанавливались хронометрированием отдельных видов работ при строительстве опытных систем.При этом выполнялись следующие работы: разработка грунта экскаватором; ручная доработка грунта в котловане глубиной до 2 м; устройство песчано-гравийной подсыпки толщиной I5 см; установка гидранта с импульсным аппаратом автокраном; монтаж гидравлического ша -

гового искателя и гидрозадвижки; монтаж фасонных частей диаметром до 50 мм; обратная засыпка котлована с утрамбовкой вручную и бульдозером. В табл. I приведены средние затраты труда в чел-часах и маш сменах.

Таблица I

Затраты труда на установку гидрантов

Наименование работ	Затраты труда на установку гидрантов для			
	импульсного аппарата		аппарата непрерывного действия	
	чел -час	маш /смен	чел -час	маш /смен
Строительные работы	8,45	0,69	8,45	0,69
Монтажные работы	3,69	I,0	7,04	I,0

Обслуживание стационарных дождевальных систем с оборудованием, разработанным в КазНИИВХ, производится высококвалифицированным обслуживающим персоналом в течение всего вегетационного периода. Все сооружения и оборудование к началу поливов должны быть осмотрены, отремонтированы и проведен пробный полив.

При проведении пробного полива проверяют работу выдвижных подземных гидрантов, импульсных аппаратов, гидравлических маговых искателей и пульта управления системой. В то же время диспетчер уточняет параметры работы системы для составления программы автоматического полива (время внесения заданной поливной нормы, время паузы понижения давления, необходимое для перенастройки ГШИ, и их время срабатывания)

При проведении поливов стационарной дождевальной автоматизированной системой необходимо соблюдать ряд правил, из которых наиболее важными являются:

I. Строгое соблюдение величины паузы понижения давления.

2. Открытие и закрытие задвижек производится постепенно для избежания гидравлических ударов.

3. Все работы по устранению неисправностей оборудования системы необходимо проводить только при отсутствии давления в сети напорных трубопроводов.

В результате трехлетней эксплуатации опытной автоматизированной дождевальной системы с импульсными аппаратами на Алма-Атинском опорном пункте были установлены возможные неисправности и нарушения нормальной работы ее оборудования и методы их устранения (табл.2).

Таблица 2

Возможные неисправности оборудования системы и методы их устранения

Вид неисправности	Возможная причина неисправности	Способ устранения
I	2	3
	Импульсный дождевальный аппарат ИН-3	
Аппарат не дает импульса	Вышла из строя диафрагма пневмозатвора или заело направляющий шток затвора	Разобрать затвор аппарата и устранить неисправности
Не работает механизм поворота	Вышла из строя собачка храпового механизма или диафрагма мембранного привода	Разобрать механизм поворота и заменить вышедшие из строя детали
	Выдвижной подземный гидрант	
Ствол гидранта не выдвигается на поверхность земли	Не работает задвижка или ГШИ	Откопать задвижку гидранта и ГШИ и проверить их работу
Ствол гидранта не опускается в исходное положение	Засорилось выпускное отверстие, или не закрылась задвижка гидранта, или не работает ГШИ	Вскрыть и очистить выпускное отверстие, или вскрыть и отремонтировать задвижку гидранта, или ГШИ
На поверхность земли выдвигается ствол гидранта, не соответствующий программе	Вышло из строя подвижное уплотнение гидранта	Заменить уплотнение
Наблюдается большая утечка воды через верхнее уплотнение гидранта	I. Вышло из строя верхнее шевронное уплотнение	Заменить уплотнение на новое

I	2	3
	2. Между стволом гидранта и уплотнением попал крупный песок	2. Необходимо сделать 3–4 цикла выдвижения и заглубления ствола гидранта
	Задвижка гидранта и ГШИ	
Задвижка не перекрывает доступ воды в гидрант	Нарушилась герметичность посадки клапана	Снять задвижку и произвести профилактический ремонт
Задвижка не пропускает расход воды в гидрант	Порыв мембраны задвижки или неисправность ГШИ	Вскрыть задвижку, ГШИ и устранить неисправность
ГШИ не перестраивается на восприятие последующей команды после снятия давления в сети трубопроводов	Разрегулировка хода штоков привода и клапанов, порыв диафрагмы	Вскрыть ГШИ, проверить диафрагму, отрегулировать ход штоков привода и клапанов

Эксплуатация остального оборудования системы (водозаборного и напорообразующего узлов, сети напорных трубопроводов и т.д.) производится по существующим для них правилам и рекомендациям.

А.М.ШАРКО, И.М.ГОНИАДИ

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ ДОЖДЕВАНИЯ

Существующие технические средства автоматизации стационарных систем дождевания отличаются многообразием принципиальных схем и конструктивных решений. Анализ условий применимости, опыта эксплуатации и направлений новых конструктивных разработок свидетельствуют о том, что гидроавтоматические устройства телеуправления, имеющие ряд существенных преимуществ, должны найти широкое применение.

Основным достоинством гидроавтоматических устройств телеуправления является представляемая ими возможность использования технологических трубопроводов и напорного потока оросительной воды в качестве каналов связи с устройствами управления и источника

энергии для привода силовых исполнительных органов. Это позволяет упростить конструктивное исполнение технических средств автоматизации и технологическую схему их применения.

Недостатком гидроавтоматического способа телеуправления водораспределением на стационарных системах дождевания является то, что все ее устройства управления одновременно воспринимают командные сигналы и совершают позиционные переключения. Поэтому наработка таких устройств за поливной сезон будет значительно большей, чем, например, у электроуправляемых элементов, которые срабатывают только в момент их включения.

Если система содержит n штук гидроавтоматов и из них одновременно включается в работу m штук, то для проведения одного полива на всей площади необходимо по сети трубопроводов $\frac{n}{m}$ раз посылать команды на выбор объекта и столько же раз на изготовку для выбора объекта. Суммарное количество переключений K у всех гидроавтоматов на системе за один полив определяется из выражения: $K = n \cdot \frac{n}{m} = \frac{n^2}{m}$.

За оросительный период таких переключений будет

$$K = CK = \frac{Cn^2}{m},$$

где K – суммарное количество переключений у всех гидроавтоматов за поливной сезон;

C – количество поливов за поливной сезон.

В связи с такой зависимостью суммарной наработки устройств гидроавтоматического телеуправления от их количества важное значение приобретают вопросы обеспечения надежности их функционирования.

Нами проведены исследования некоторых показателей надежности работы устройства для телеуправления задвижками конструкции КазНИИВХ[x]. На рис. I изображены следующие основные узлы этого устройства: мембранный гидропривод с возвратной пружиной I, храповый механизм 2, кулачковый вал 4, кулачок 5 и распределительный клапан 3. Командами для устройства служат импульсы давления в трубопроводах системы. Перемещение штока гидропривода при

---

x) Авторское свидетельство № 181470.

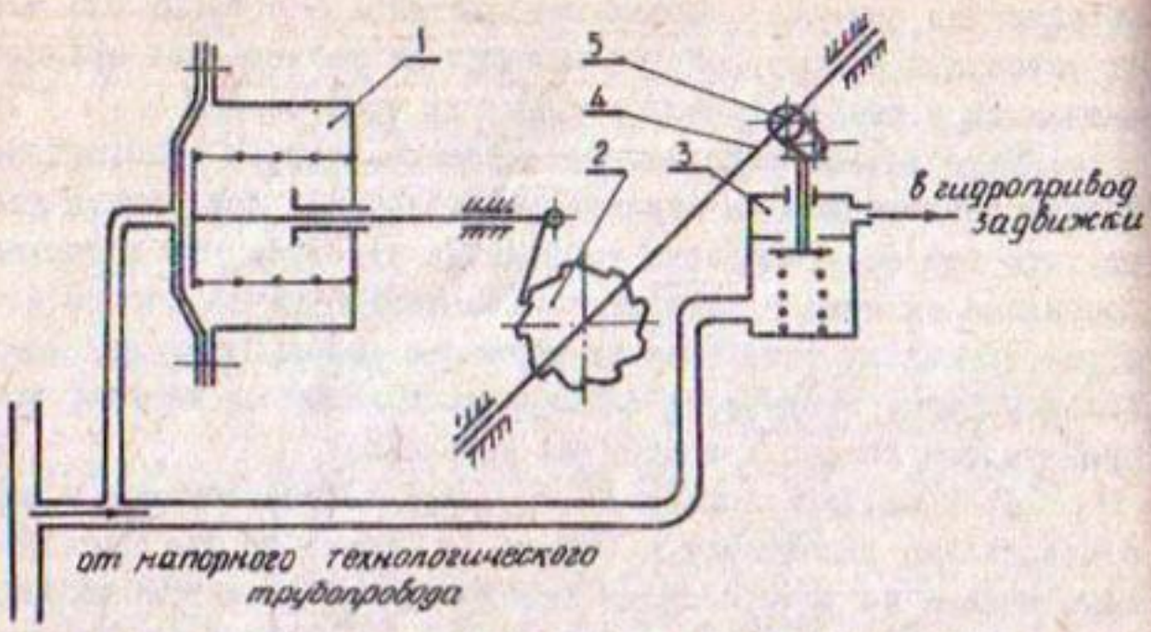


Рис.1 Принципиальная схема устройства.

повышении давления связывается с командой "выбор объекта", а возвращение штока в исходное положение при снижении давления с командой "изготовка".Перемещение штока фиксируется программным задатчиком, роль которого выполняет кулачковый вал, связанный со штоком храповым механизмом.Такая связь обеспечивает поворот вала на один зуб храпового колеса только в одном направлении. Включение устройством управляемого объекта в работу осуществляется при открытии кулачком клапана, который непосредственно управляет гидроприводом исполнительного органа.Смещением кулачка относительно клапана задается очередность включения в работу управляемого объекта.

Предусмотренные программой ресурсные и исследовательские испытания на действующей стационарной дождевальной системе предназначены для определения показателей долговечности и безотказности опытных образцов этих устройств.Их наработка учитывалась в циклах переключений храпового механизма.Критерием для определения ресурса принята вероятность возникновения отказов вследствие дефектов износового характера, а показатель безотказности устанавливался путем анализа потока отказов, вызванных случайными причинами и не связанных с механическим разрушением деталей или потерей качества их материала.

Ресурсными испытаниями установлено, что долговечность работы устройств определяется наработкой до предельного состояния мембранного гидропривода.Мембрана оказалась слабейшим звеном, которое отказывает первым при механическом разрушении.Остальные детали при такой же наработке не подвергаются недопустимому износу.Результаты ускоренных ресурсных испытаний мембран представлены графиками на рис.2.Они получены по данным продолжительности



Рис.2. Надежность работы мембран устройства

работы 37 мембран.Такая численность выборки позволяет определить среднюю наработку на отказ с доверительной вероятностью 0,8 и относительной погрешностью 0,10.Близость эмпирического распределения ресурса мембран к теоретическому нормальному распределению оценивалась отношением Романовского, которое равно 2,1, что и свидетельствует об их соответствии.Это позволяет определять вероятность безотказной работы мембран в зависимости от наработки при помощи функции Лапласа (кривая 3).Учитывая по литературным данным фактор старения материала и возможную наработку мембран за год, срок ее службы может быть назначен равным 5 годам с вероятностью безотказной работы 0,98.

Опытно-производственной проверкой 16 устройств для телеуправления установлено, что отказы в их работе, не связанные с износом, вызываются случайными причинами,в основном возникающими при отработке команды "изготовка".В результате испытания получено 33 отказа с общей наработкой каждого клапана 9800 циклов.Средняя наработка на случайный отказ устройства оказалась

равной 4200 циклам переключений.Так как за период вегетации одно устройство совершает не более 200 переключений, то за такой отрезок времени отказ отдельного устройства следует ожидать с малой вероятностью.Поэтому, оценивая на этом промежутке надежность работы схемы гидроимпульсного телеуправления стационарной системы, необходимо учитывать только количество устройств независимо от того, какую наработку они уже имели.

Для выявления закона распределения потока случайных отказов был применен графический метод.На вероятностной бумаге со специальной координатной сеткой (рис.3), соответствующей экспо-

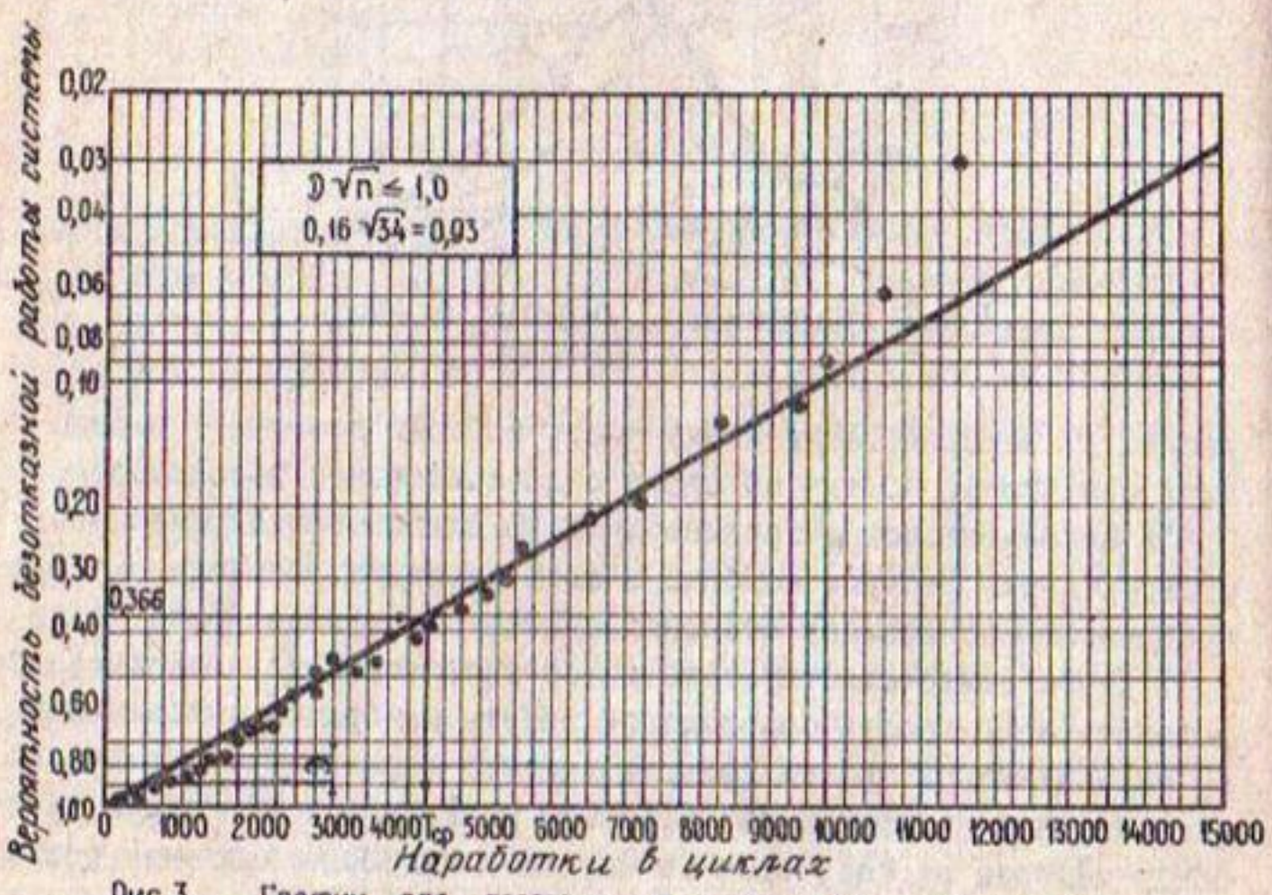


Рис.3. График для проверки на экспоненциальный закон распределения отказов гидроавтоматов.

ненциальному закону, эмпирические точки легли наиболее близко к прямой.Проверка возможной линейной интерполяции экспериментальных данных осуществлялась критерием согласия Колмогорова.

Таким образом, оценить вероятность появления случайных

отказов у разработанных устройств телеуправления можно исходя из экспоненциального закона распределения.В то же время, учитывая, что число устройств на системе велико и интенсивность отказа каждого из них стремится к нулю, то количество отказов на системе в течение рассматриваемого промежутка, согласно теоремы Пальма-Хинчина, должно следовать закону Пуассона.Тогда вероятность $P^*_{(K)}$ появления в системе K отказов за t циклов переключения n штук устройств определяется следующей формулой:

$$P^*_K = e^{-\lambda t} \sum_{K=0}^{n} \frac{(\lambda t)^K}{K!} .$$

В выражении λt является математическим ожиданием $M_{(K)}$ величины K (число появления отказов при t переключениях). Определение максимального количества устройств на системе при заданной доверительной вероятности появления допустимого числа отказов за вегетационный период сводится к выбору соответствующего этому условию параметра $M_{(K)}$ распределения потока отказов.

А.М.ШАРКО, И.М.ГОНИАДИ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛИВНЫХ УСТРОЙСТВ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ ДОЖДЕВАНИЯ

На стационарных дождевальных системах существует различие в поливной норме, вносимой в почву отдельными дождевателями.Ее величина зависит от разброса параметров дождевальных устройств, подводимых к ним расходов и напоров.Таким образом, расход влаги на суммарное испарение за вегетационный период на разных участках орошаемого поля будет различен, т.е. будет иметь место рассеивание оросительных норм относительно расчетной.

Рядом авторов установлено, что величина хозяйственного урожая является функцией показателя влагообеспеченности посевов /I,2/.Для хлопка, выращиваемого в условиях Узбекистана, эта зависимость выражается формулой (I):

$$У = 0{,}076E - 11{,}6 ,$$

где $У$ – урожай хлопка сырца, ц/га;

E – расходы влаги на суммарное испарение за вегетационный период, $м^3$/га.

Согласно данным Г.В.Воропаева, Н.С.Горюнова, Р.А.Квана уравнение связи урожая и оросительной нормы для сахарной свеклы можно представить параболической зависимостью (2):

$$У = У_m - (У_m - У_0)\left(\frac{М}{М_{кр}} - 1\right)^2, \qquad (2)$$

где $М$ – оросительная норма;

$М_{кр}$ – оросительная норма, при которой урожай с га максимален;

$У_m$ – урожай с га при оросительной норме $М_{кр}$;

$У_0$ – урожай с га при отсутствии орошения.

Выражение (2) наиболее полно характеризует водопотребление растений, так как многолетним опытом орошения установлено, что рост урожая при увеличении оросительной нормы доходит до определенного предела, а дальнейшее увеличение оросительной нормы приводит к снижению урожая.

Для случая, когда осадки выпадают в малом количестве и их величина не влияет на урожай, его оценку можно произвести по выражению, полученному из формулы (2):

$$У = У_m - У_m\left(\frac{М}{М_г} - 1\right)^2, \qquad (3)$$

где $М_г$ – условная оросительная норма, при которой урожай с га максимален.

Для получения урожая $У_0$ в этих условиях следует давать на поле оросительную норму $М_0$. Величина $М_0$, при которой желаем получить урожай $У_0$, выражается из (3). Вводя обозначение $К = \frac{У_m}{У_0}$, получим:

$$М_0 = М_г\left(1 - \sqrt{\frac{К-1}{К}}\right). \qquad (4)$$

Для получения максимального урожая в предполагаемых условиях следует к $М_0$ добавить критическую норму $М_{кр}$. Тогда получим выражение для $М_г$:

$$М_г = М_0 + М_{кр}. \qquad (5)$$

Решая уравнение (4) и (5), получим выражение:

$$M_{кр} = M_г \sqrt{\frac{K-1}{K}} \qquad (6)$$

При прочих равных условиях условного и орошаемого полей, приняв за основу, что урожай зависит от влагообеспеченности, преобразуем выражение (2) с учетом выражения (6):

$$y = y_m \left[1 - \frac{K-1}{K}\left(\frac{M\sqrt{K}}{M_г\sqrt{K-1}} - 1\right)^2\right]. \qquad (7)$$

Учитывая, что рассеивание рабочих параметров сети и дождевателей, обуславливаемое характером рельефа и технологией изготовления, подчиняется закону Гаусса, естественно, что и рассеивание оросительных норм также подчиняется этому закону, т.е.:

$$f(M) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma_м} e^{-\frac{(M-\bar{M})^2}{2\sigma_м^2}}, \qquad (8)$$

где $\bar{M}$ – математическое ожидание случайной величины M;

$\sigma_м$ – средне-квадратичное отклонение случайной величины .

Площадь, орошаемая нормой M, определяется по формуле:

$$S = n_0 \omega_1 f(M), \qquad (9)$$

где n_0 – общее количество дождевальных аппаратов в поле;

ω_1 – площадь, обслуживаемая одним аппаратом.

Выражение (9) позволяет определить количество аппаратов n в поле, выливающих норму M:

$$n = \frac{S}{\omega_1} = n_0 f(M). \qquad (10)$$

Математическое ожидание случайной величины находится в точке M, на которую рассчитывается сеть. Оно определяется из следующей целевой функции, которую следует назвать функцией удельной прибыли:

$$C_{уд} = C_1 y_m \left\{\left[1 - \frac{K-1}{K}\left(\frac{M\sqrt{K}}{M_г\sqrt{K-1}} - 1\right)^2\right] - \frac{BM}{t}(H + \Delta H)\right\}, \qquad (11)$$

где C_1 – стоимость единицы урожая;

H – свободный напор;

ΔH – потери напора;

B – стоимость поднятия I $м^3$/сек на I м;

t – продолжительность поливного периода.

Экстремум функции (II) находится в следующей точке:

$$M_{опт} = M_r \frac{K-1}{K}\left[1 - \frac{K}{K-1}\frac{B(H+\Delta H)}{2C_1 y_m}\right]. \qquad (12)$$

В точке $M = M_{опт}$ функция $C_{уд} = f(M)$ имеет максимум, так как $\frac{d^2C}{dM^2} < 0$.

Для самонапорных систем, где не требуется механической подачи воды к дождевальным аппаратам, $M_{опт}$ определяется из выражения (I2) при $B = 0$ или

$$M_{опт} = M_{кр} = M_r\sqrt{\frac{K-1}{K}}. \qquad (12а)$$

Таким образом, $\bar{M}$ в выражении (8) определяется по формулам (I2 и I2а), а σ_M зависит от совершенства конструктивных элементов системы дождевания. Полученные зависимости позволят определить величину ущерба, вызываемого функциональной надежностью дождевальных аппаратов.

Для определения величины ущерба необходимо произвести ряд выкладок. Величину урожая с орошаемого поля можно определить по формуле:

$$y = \sum_{i=1}^{m} \omega_i y(M_i), \qquad (13)$$

где ω_i – площадь, орошаемая нормой M_i;

$y(M_i)$ – урожай при поливе нормой M_i;

$i = 1,2 \ldots m$ – (m – зависит от точности вычислений, с достаточной для практики точностью 0,001 можно принять равным 6 .

Урожай с га при поливе нормой M_i определяется по формуле (2), в которой вместо M следует ставить величину $\frac{M_i + M_{i+1}}{2}$ или

$$y(M_i) = y_m\left[1 - \frac{K-1}{K}\left(\frac{M_i + M_{i+1}}{2M_r\sqrt{\frac{K-1}{K}}} - 1\right)^2\right]. \qquad (14)$$

В формуле (I3) площадь ω_i определена из выражения:

$$\omega_i = n_{i \div i+1} \cdot \omega, \qquad (15)$$

где $n_{i \div i+1}$ – количество гидрантов, поливающих нормой $\frac{M_i + M_{i+1}}{2}$.

Количество гидрантов, поливающих нормой $\frac{M_i + M_{i+1}}{2}$, определяется путем интегрирования следующей зависимости:

$$n_{i\div i+1} = \int_{M_i}^{M_{i+1}} n(M)\,dM. \qquad (16)$$

Подставляя значение $n(M)^{M_i}$ из (10) в (16) и интегрируя его, получим:

$$n_{i\div i+1} = n_0\left[\Phi\left(\frac{M_{i+1}-\bar{M}}{\sigma_M}\right) - \Phi\left(\frac{M_i - M}{\sigma_M}\right)\right], \qquad (17)$$

где $\Phi(Z)$ – функция Лапласа.

Функция величины урожая (13) с учетом формул (14, 15 и 16) принимает следующий вид:

$$y_z = n_0\omega_1 y_m\left\{\sum_{i=1}^{m}\left[\Phi\left(\frac{M_{i+1}-M}{\sigma_M}\right) - \Phi\left(\frac{M_i-\bar{M}}{\sigma_M}\right)\right]\left[1-\frac{K-1}{K}\left(\frac{M_i+M_{i+1}}{M_r\sqrt{\frac{K-1}{K}}}-1\right)^2\right]\right\}. \qquad (18)$$

Ущерб из-за функциональной надежности составляет:

$$\Delta y = n_0\omega_1 y_{опт} - y_z, \qquad (19)$$

где $y_{опт}$ – урожай с га орошаемого поля, определяемый из выражения (7), при $M = \bar{M}$.

Таким образом, подставляя в (19) значения $y_{опт}$ и y_z, имеем:

$$\Delta y = n_0\omega_1 y_m\left\{\left[1-\frac{K-1}{K}\left(\frac{\bar{M}}{M_r\sqrt{\frac{K-1}{K}}}-1\right)^2\right] - \sum_{i=1}^{m}\left[\Phi\left(\frac{M_{i+1}-\bar{M}}{\sigma_M}\right) - \Phi\left(\frac{M_i-M}{\sigma_M}\right)\right]\left[1-\frac{K-1}{K}\left(\frac{M_i+M_{i+1}}{M_r\sqrt{\frac{K-1}{K}}}-1\right)^2\right]\right\}. \qquad (20)$$

Выражение величины ущерба в % следующее:

$$\Delta y\% = \frac{\left[1-\frac{K-1}{K}\left(\frac{\bar{M}\sqrt{K}}{M_r\sqrt{K-1}}\right)^2\right] - \sum_{i=1}^{m}\left[\Phi\left(\frac{M_{i+1}-\bar{M}}{\sigma_M}\right) - \Phi\left(\frac{M_i-\bar{M}}{\sigma_M}\right)\right]\left[1-\frac{K-1}{K}\left(\frac{M_i+M_{i+1}}{M_r\sqrt{\frac{K-1}{K}}}-1\right)^2\right]}{1-\frac{K-1}{K}\left(\frac{\bar{M}\sqrt{K}}{M_r\sqrt{K-1}}-1\right)^2} \qquad (21)$$

С учетом (6) выражение (21) приводится к следующему виду:

$$\Delta y\% = \frac{\left[1-\frac{M_{кр}^2}{M_r^2}\left(\frac{\bar{M}}{M_{кр}}-1\right)^2\right] - \sum_{i=1}^{m}\left[\Phi\left(\frac{M_{i+1}-\bar{M}}{\sigma_M}\right) - \Phi\left(\frac{M_i-\bar{M}}{\sigma_M}\right)\right]\left[1-\frac{M_{кр}^2}{M_r^2}\left(\frac{M_i+M_{i+1}}{2M_{кр}}-1\right)\right]}{1-\frac{M_{кр}^2}{M_r^2}\left(\frac{\bar{M}}{M_{кр}}-1\right)^2} \qquad (22)$$

В зависимости от конкретных природных условий (потребная оросительная норма, уклон местности) и степени совершенства

системы, которая характеризуется коэффициентом вариации, построены графики для оценки ущерба от функциональной надежности (рис.I)

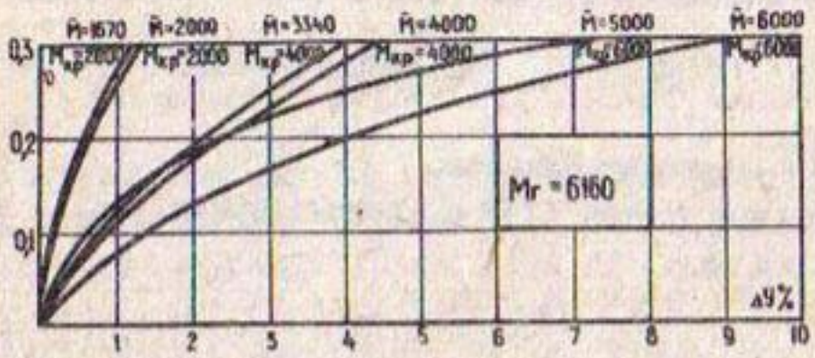


Рис.1. Зависимость ущерба урожая (Δ4) от степени совершенства (0) поливных устройств.

ЛИТЕРАТУРА

I. Абдуллаев А.К. Оценка условий влагообеспеченности и формирования урожая хлопчатника в Узбекистане."Метеорология и гидрология", 1970, № 7.

2. Воропаев Г.В.,Горюнов Н.С.,Кван Р.А. Определение экономически обоснованных оросительных норм."Сахарная свекла", 1961, № 2.

А.Я.РАБИНОВИЧ, А.Н.ТОКАРЕВ

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЛУСТАЦИОНАРНОЙ САМОНАПОРНОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПОДЗЕМНЫМИ ВЫДВИЖНЫМИ ВОДОВЫПУСКАМИ

В 1969 г. впервые в Казахстане в совхозе "Бурненский" Джамбулской области построена опытно-производственная оросительная система с подземными выдвижными водовыпусками и гибкими поливными шлангами для полива по бороздам сельскохозяйственных культур картофельного севооборота на площади 28,8 га.

Отличительной особенностью системы является оборудование ее подземными выдвижными водовыпусками конструкции КазНИИВХ [x],

x) Авторское свидетельство № 183528.

которые в нерабочем положении располагаются ниже пахотного горизонта и не препятствуют проведению механизированных работ на поле.При необходимости производства полива водовыпуски выдвигаются из почвы на поверхность и к ним подключаются посредством быстросъемных приспособлений гибкие поливные шланги.В качестве энергии для выдвижения и заглубления водовыпусков используется напор воды в сети подземных трубопроводов, создаваемый за счет уклона местности.Устройство и работа опытной системы в совхозе "Бурненский" показана на рис.I.К асбоцементному поливному тру-

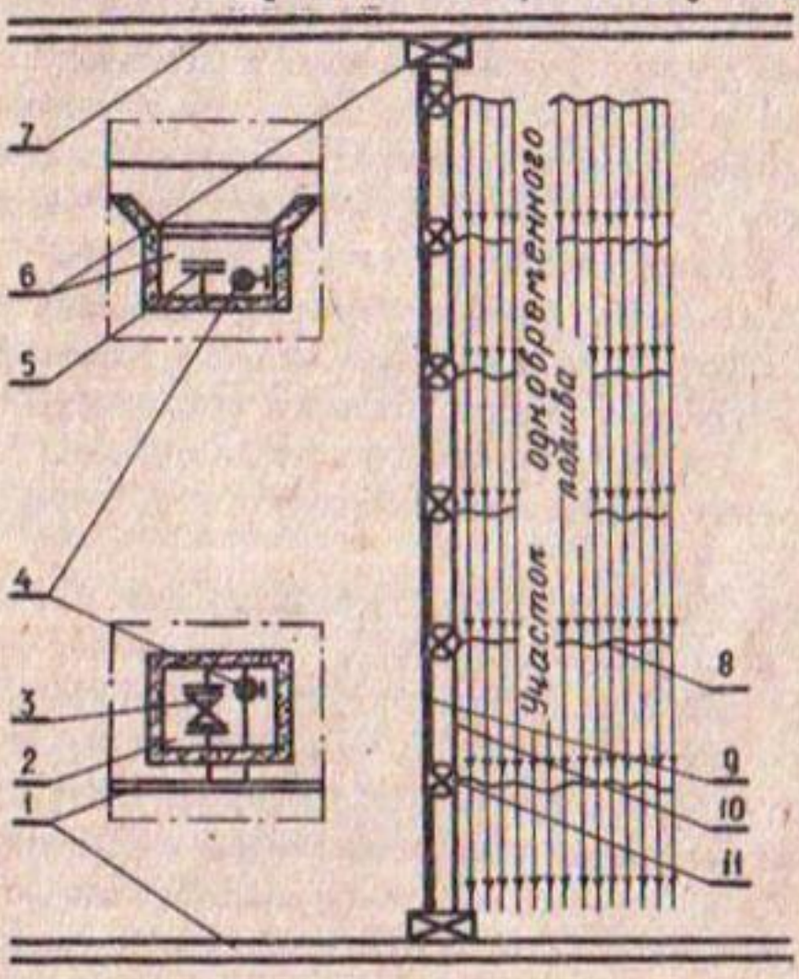


Рис.1. Полустационарная самонапорная оросительная система в совхозе „Бурненский":

1-сбросной водовод; 2-сбросной колодец; 3-задвижка „Лудло"; 4-вентиль; 5-поворотная заслонка; 6-водозаборный колодец; 7-участковый распределитель; 8-гибкий поливной шланг; 9-поливной трубопровод; 10-питательная трубка; 11-подземный выдвижной водовыпуск.

бопроводу 9, уложенному по наибольшему уклону местности на глубине I,0 м от поверхности земли,посредством сиделок "СК" подсоединены подземные выдвижные водовыпуски ПВВ II.Забор воды в асбоцементный трубопровод осуществляется из участкового распределителя 7 через водозаборный колодец 6, оборудованный щитом-регулятором и сороудерживающей сеткой.На торце асбоцементной трубы, выступающем в водозаборном колодце, смонтирована поворотная заслонка 5.В конце трубопровода в сбросном колодце 2 смонтирована задвижка "Лудло" 3.Межтрубные пространства водовыпусков сообщаются питательной трубкой IO, уложенной в одной траншее с асбоцементным трубопроводом и имеющей в колодцах вентиля 4.Для выдвижения из почвы стволов водовыпусков поливальщики в водозаборном колодце открывали заслонку и закрывали вентиль питательной трубки, а в сбросном колодце закрывали задвижку "Лудло" и открывали вентиль слива питательной трубки.При этом вода под напором, создаваемым в асбоцементном трубопроводе за счет уклона местности, поступала в основные полости водовыпусков.Под действием напора воды стволы водовыпусков, преодолевая сопротивление грунта, выдвигались из почвы на поверхность, вытесняя воду из межтрубных пространств водовыпусков по питательной трубке в сбросной водовод I.

Для производства полива снимали крышки водовыпусков и к их запорным механизмам посредством быстросъемных приспособлений подсоединяли гибкие капроновые шланги 8.Регулировка расходов воды в шланги осуществлялась запорными механизмами.Величины поливных струй в бороздах устанавливались на заданный расход специальными регулирующими приспособлениями в шлангах, установленных через 70 см (на величину междурядий).Полив осуществлялся из всех водовыпусков системы одновременно: сначала поливалась левая сторона, затем правая (по отношению к асбоцементному трубопроводу).

По окончании полива на всем участке поливальщики опускали водовыпуски в исходное положение - ниже пахотного горизонта.Для этого в водозаборном колодце закрывали заслонку асбоцементного трубопровода и открывали вентиль питательной трубки, а в сбросном колодце открывали задвижку "Лудло" и закрывали вентиль пита-

тельной трубки.Вода под напором поступала в полости межтрубных пространств водовыпусков и опускала их стволы в исходное положение, вытесняя воду из их основных полостей через асбоцементный трубопровод в сбросной водовод.

Стволы водовыпусков выдвигались и задвигались при сравнительно небольшом напоре воды - 0,7-0,9 кГ/см^2.При этом напоре и выбранных геометрических размерах водовыпусков создается усилие 670-880 кГ при подъеме ствола и 260-320 кГ при его заглублении.

Для сравнения технико-экономических показателей полустационарной самонапорной опытно-производственной системы и системы полива по бороздам из временной оросительной сети (общепринятой в совхозе) был выбран контрольный участок площадью 31,7га с идентичными природно-хозяйственными условиями.На опытном и контрольном участках картофель возделывался по технологии, общепринятой в совхозе.

На протяжении вегетационных периодов 1970-1971 г г. на опытном участке проведено в среднем 5-6 поливов продолжительностью 50-80 часов и более 12 механизированных обработок посевов.Площадь одновременного полива составляла 14 га, что является кратной производительности механизмов на обработках посевов.Это обеспечивало одновременное поспевание почвы на этой площади и возможность ее своевременной обработки.Продолжительность агротехнического комплекса: нарезка борозд - полив - культивация не превышала 10 дней.При этом отпали такие трудоемкие работы, как закрепление оголовков поливных борозд (дерном, бумагой, щитками и пр.).Затраты труда на полив сократились на 1,9 чел-час/га по сравнению с поливом на контрольном участке.

В табл.1 приведено сравнительное использование земельных ресурсов на опытном и контрольном участках.

Производительность тракторных агрегатов на опытном участке была значительно выше, чем на контрольном, за счет увеличения длины гона на опытном участке до 960 м, по сравнению с длиной гона на контрольном участке - 300 м.Следует отметить, что перед посадкой картофеля на контрольном участке была проведена разбивка временной оросительной сети и разворотных полос.На

Таблица I

Показатели использования орошаемой площади на опытном и контрольном участках

Показатели	Опытный участок	Контрольный участок
Площадь брутто, га	28,8	3I,7
Потери площади, в № от площади брутто:		
под временными оросителями		0,52
под выводными бороздами	-	0,I2
под разворотными полосами	I,9	5,82
под гибкими шлангами	0,II	-
Площадь нетто, га	28,2	29,64
Коэффициент использования поля на поливном участке, %	98,0	93,54

этих участках посев картофеля не проводился, в то же время ряд механизированных работ на них выполнялись (осенняя и весенняя пахота, боронование и др.).На опытном участке не выполнялись такие операции как нарезка оросителей, выводных борозд для полива и их заравнивание перед уборкой.По данным хронометрирования установлено, что затраты по механизированным работам на опытном участке были на 2,05 чел -час/га меньше, чем на контрольном.

Замена на опытном участке постоянных и временных оросителей асбоцементным трубопроводом и гибкими капроновыми шлангами ликвидировала очаги распространения сорной растительности, что привело к сокращению количества прополочных работ.Затраты труда по ручным работам на опытном участке были на 25 чел -час/га меньше, чем на контрольном.

В I970 г. урожай картофеля на опытном участке составил 2II ц/га, а на контрольном - 200 ц/га.

Капитальные вложения, произведенные совхозом на строительство опытной полустационарной системы в размере 32I,8 руб/га, обеспечили уменьшение ежегодных издержек на

4,93 руб /га и выход дополнительной продукции за счет более полного земельного использования и повышения урожайности на 296 руб /га. Окупаемость капитальных вложений составила I,I года.

А.Я.РАБИНОВИЧ

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВЫДВИЖНЫХ ВОДОВЫПУСКОВ КОНСТРУКЦИИ КазНИИВХ

Нами установлено, что при применении надземных водовыпусков для питания водой поливной техники из сети подземных трубопроводов до 2% площади орошаемого участка не обрабатывается механизмами, на I-2% уменьшается уборочная площадь, на I5-20% снижается производительность машинно-тракторного парка на обработках посевов, I0-I2% надземных водовыпусков повреждаются механизмами при обработках, особенно пахоте.

В Казахском НИИ водного хозяйства разработана техническая документация, изготовлены и испытаны в производственных условиях подземные выдвижные водовыпуски ПВВ-50 и ПВВ-I00 с расходом до I00 л/сек и напором до 6 кГ/см^2 /3,4/. Их отличительной особенностью является то, что запорный механизм, к которому подключается поливная техника, например, гибкие поливные шланги, размещается в подвижном цилиндрическом стволе и в межполивной период находится ниже пахотного горизонта (40-50 см от поверхности почвы), а при необходимости производства полива выдвигается на поверхность из почвы. Выдвижение и заглубление ствола водовыпуска осуществляется за счет напора воды в сети подземных трубопроводов.

Конструктивные особенности подземных выдвижных водовыпусков: наличие корпуса, подвижного ствола, уплотняющих устройств, запорных и водозаборных механизмов, а также их близкое расположение друг относительно друга (менее 20 их диаметров) вызывает необходимость проведения гидравлических исследований с целью определения потери напора (ΔH) при движении воды со скоростью (V) через водовыпуски и установления их расходных и дроссельных характеристик.

При движении воды через водовыпуски, в связи с небольшой их высотой (до 2 м), на величину потерь напора в основном влияют местные сопротивления. Величина коэффициента местного сопротивления ($\xi_м$) зависит от вида местного сопротивления, его геометрических размеров, характера режима движения жидкости (числа Рейнольдса R_e), характера распределения скоростей при входе потока в элемент местного сопротивления. Влияние режима потока на величину местных сопротивлений сказывается главным образом при малых значениях чисел Рейнольдса ($R_e < 10^5 - 2.10^5$).

Гидравлические исследования подземных выдвижных водовыпусков проводились по общепринятой методике на специальной установке при натуральной величине исследуемых объектов без моделирования /I/.

Потери напора в водовыпусках определялись из уравнения Бернулли, составленного для двух сечений на входе и выходе относительно горизонтальной плоскости сравнения:

$$Z_{вх} + \frac{P_{вх}}{\gamma} - \alpha_{вх}\frac{V_{вх}^2}{2g} = Z_{вых} + \frac{P_{вых}}{\gamma} + \alpha_{вых}\frac{V_{вых}^2}{2g} + \Delta H, \qquad (I)$$

где $Z_{вх}$, $Z_{вых}$ – расстояния от плоскости сравнения до сечений;
$P_{вх}$, $P_{вых}$ – абсолютное давление в сечениях;
$V_{вх}$, $V_{вых}$ – средние скорости в сечениях;
γ – удельный вес воды;
g – ускорение силы тяжести;
ΔH – потери напора на преодоление сопротивлений в водовыпуске;
$\alpha_{вх}$, $\alpha_{вых}$ – поправочный коэффициент Кориолиса, равный I,0-I,I при плавно изменяющемся движении потока.

Коэффициенты гидравлических сопротивлений ($\xi_{оп}$) определялись в зависимости от потери напора (ΔH) и выходной скорости ($V_{вых}$) из водовыпусков из выражения:

$$\Delta H = \xi_{оп} \cdot \frac{V_{вых}^2}{2g}. \qquad (2)$$

Давления в сечениях при установившемся расходе воды через водовыпуски замерялись ртутными пьезометрами в трехкратной повторности. Учитывая, что при проведении опытов показания трубча-

тых приборов из-за случайного попадания мелких грязевых частиц могут изменяться, после каждого опыта осуществлялся контроль правильности их показаний - установка на нуль. Отбор давлений в сечениях водовыпуска проводился в трех точках из отверстий в его стенках. Отверстия были выполнены одинаковыми диаметрами 3мм и формы, что приводит к взаимной компенсации погрешностей. Средняя скорость потока определялась по фактически измеренному расходу воды и известной площади сечения.

Исходя из точности применяемой аппаратуры и способов измерения при проведении гидравлических исследований, максимально возможная ошибка в определении коэффициентов гидравлических сопротивлений составляла 3,5-5,0%.

Опыты были проведены в трехкратной повторности при расходах от 24,1 до 57,7 л/сек для водовыпуска ПВВ-50 и от 25,8 до 93,6 л/сек для водовыпусков ПВВ-100. При этом числа Рейнольдса составляли от $1{,}9 \times 10^5$ до 14×10^5, что соответствовало эксплуатационному режиму работы водовыпусков. При проведении опытов их запорные механизмы были полностью открыты. На рис. 1,2 приведены результаты опытов по определению потерь напора.

Для сравнения потери напора ($\Delta H_{рас}$) в водовыпусках ПВВ-50 и ПВВ-100 были определены расчетным путем как сумма потерь напора отдельных конструктивных элементов по существующим формулам (2). Расчетные потери напора определялись для тех же расходов (скоростей), при которых проводились опыты (рис. 1,2).

Гидравлическими исследованиями установлено, что фактические потери напора на 20-26% больше расчетных при равных расходах воды через водовыпуски. Это вызвано тем, что в конструкциях подземных выдвижных водовыпусков местные сопротивления расположены непосредственно друг за другом (седло запорного клапана, поворот в водозаборный механизм) или на расстоянии друг от друга менее 20 диаметров (вход в корпус, вход в ствол). При этом поток воды не успевает выровняться между отдельными местными сопротивлениями, возмущающее влияние предыдущего (или предыдущих) сказывается на последующем местном сопротивлении.

По результатам опытов определены коэффициенты гидравлических сопротивлений ($\zeta_{оп}$) водовыпусков ПВВ-50 и ПВВ-100,

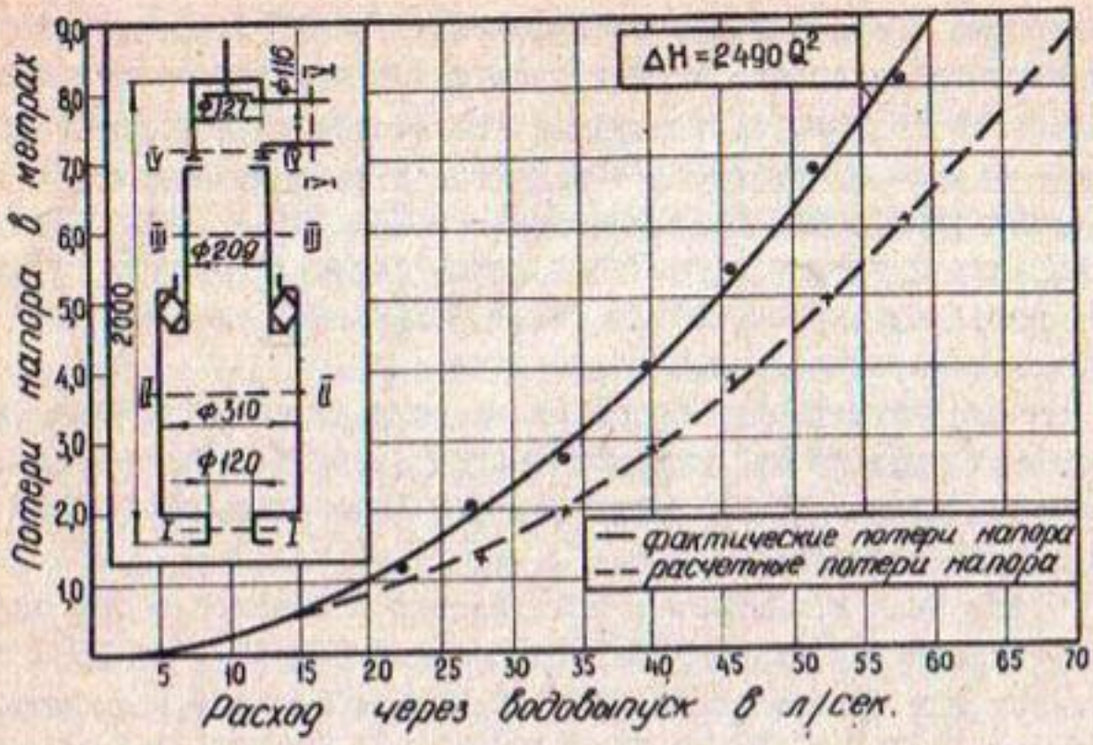


Рис. 1. Зависимость фактических и расчетных потерь напора от расхода в водовыпуске ПВВ-50.

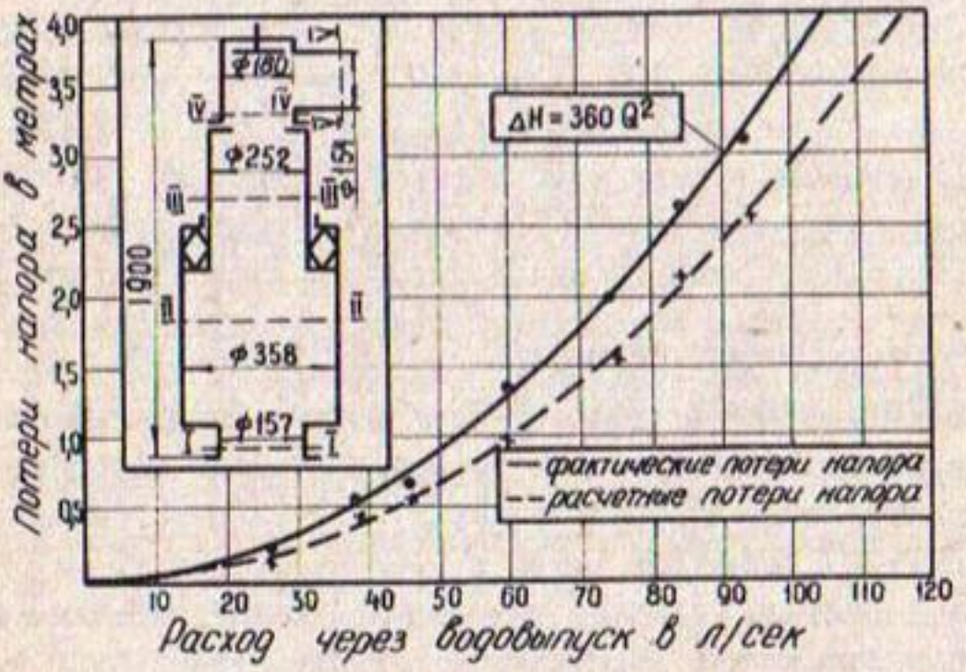


Рис. 2. Зависимость фактических и расчетных потерь напора от расхода в водовыпуске ПВВ-100.

соответственно равные 2,99 и 2,51.

Потери напора в водовыпусках (ΔH, м) в зависимости от расхода (Q, $м^3$/сек), площади выходного патрубка водовыпуска (w, $м^2$), коэффициента сопротивления (ξ_{on}), ускорения силы тяжести (g, $м/сек^2$) определяется из выражения:

$$\Delta H = \frac{\xi_{on}}{w^2 2g} \cdot Q^2 . \qquad (3)$$

В выражении (3) величина $\frac{\xi_{on}}{w^2 2g} = B$ имеет постоянное значение для определенной конструкции водовыпуска и характеризует собой величину гидравлических сопротивлений. Величина характеристического коэффициента (B) для водовыпусков ПВВ-50 и ПВВ-100 равна соответственно 2490 и 360 $сек^2/м^5$.

Учитывая, что скоростные напоры ($\frac{V^2}{2g}$) на входе и выходе из водовыпусков одинаковы (равенство площадей), и заменяя в выражении (I) потери напора (ΔH) через характеристический коэффициент (B) и расход (Q), нами получены расчетные формулы для определения напора на входе в водовыпуски ($H_{вх}$, м) в зависимости от расхода (Q, $м^3$/сек) и напора ($H_{вых}$, м), необходимого для работы поливной техники, подключаемой к водовыпускам:

для ПВВ-50 $$H_{вх} = H_{вых} + I,9 + 2490 Q^2 ; \qquad (4)$$

для ПВВ-100 $$H_{вх} = H_{вых} + I,8 + 360 Q^2 . \qquad (5)$$

В практике орошаемого земледелия при проведении полива по бороздам из гибких и жестких поливных устройств практикуется полив переменной струей. В процессе полива в борозды подается различное количество воды. Изменение расхода воды, поступающего из водовыпуска в поливные устройства, а следовательно и в борозды, может быть достигнуто дросселированием водовыпуска его запорным механизмом.

Для установления дроссельных характеристик водовыпусков ПВВ-50 и ПВВ-100 были проведены специальные исследования при различной степени открытия запорного клапана (отношение хода запорного клапана $h_к$ к диаметру выходного патрубка $d_п$). По результатам опытов определены значения коэффициентов гидравлических сопротивлений в зависимости от величины открытия запор-

ного клапана.Математическая обработка полученных значений коэффициентов гидравлических сопротивлений позволила установить их относительную погрешность (I,8-3,6% при доверительной вероятности 0,98).

Проведенные исследования показали, что коэффициенты гидравлических сопротивлений для водовыпусков ПВВ-50 при $h_к/d_п$ = = I,2 и ПВВ-I00 при $h_к/d_п$ = 0,78 практически не изменяются и равны соответственно 2,99 и 2,5I.При дальнейшем закрытии запорного клапана в водовыпуске ПВВ-50 до $h_к/d_п$ = I,0, а в водовыпуске ПВВ-I00 до $h_к/d_п$ = 0,65 коэффициенты сопротивлений меняются незначительно и равны соответственно 4,I0 и 3,60.Закрытие же запорного клапана в водовыпуске ПВВ-50 до $h_к/d_п$ = 0,6 и в водовыпуске ПВВ-I00 до $h_к/d_п$ = 0,39 приводит к резкому увеличению коэффициентов гидравлических сопротивлений соответственно до 80,5 и 35,8.Обработка данных опытов позволила установить эмпирические зависимости коэффициентов гидравлических сопротивлений от степени открытия запорного клапана:

для ПВВ-50 при $0{,}55 \le \frac{h_к}{d_п} \le 1{,}0$ $\quad \xi = \frac{3{,}7}{\left(\frac{h_к}{d_п}\right)^6} + 0{,}4$; (6)

для ПВВ-I00 при $0{,}36 \le \frac{h_к}{d_п} \le 0{,}65$ $\quad \xi = \frac{1{,}25}{\left(\frac{h_к}{d_п}\right)^6} + 1{,}8$ (7)

Установленные расходные и дроссельные характеристики водовыпусков ПВВ-50 и ПВВ-I00 позволяют определять степень открытия запорного клапана для обеспечения необходимых режимов работы водовыпусков (рис.3).

Характеристический коэффициент (B) в зависимости от степени открытия запорного клапана определяется из выражения:

для ПВВ-50 $$B = \left[\frac{3{,}7}{\left(\frac{h_к}{d_п}\right)^6} + 0{,}4\right] \frac{1}{W^2 2g}$$; (8)

для ПВВ-I00 $$B = \left[\frac{1{,}25}{\left(\frac{h_к}{d_п}\right)^6} + 1{,}8\right] \frac{1}{W^2 2g}$$. (9)

Зависимости между напором на входе в водовыпуски ПВВ-50 и ПВВ-I00 ($H_{вх}$,м), напором на выходе из них ($H_{вых}$,м) и расходом (Q ,$м^3$/сек) при дросселировании запорным механизмом ($h_к/d_п$)

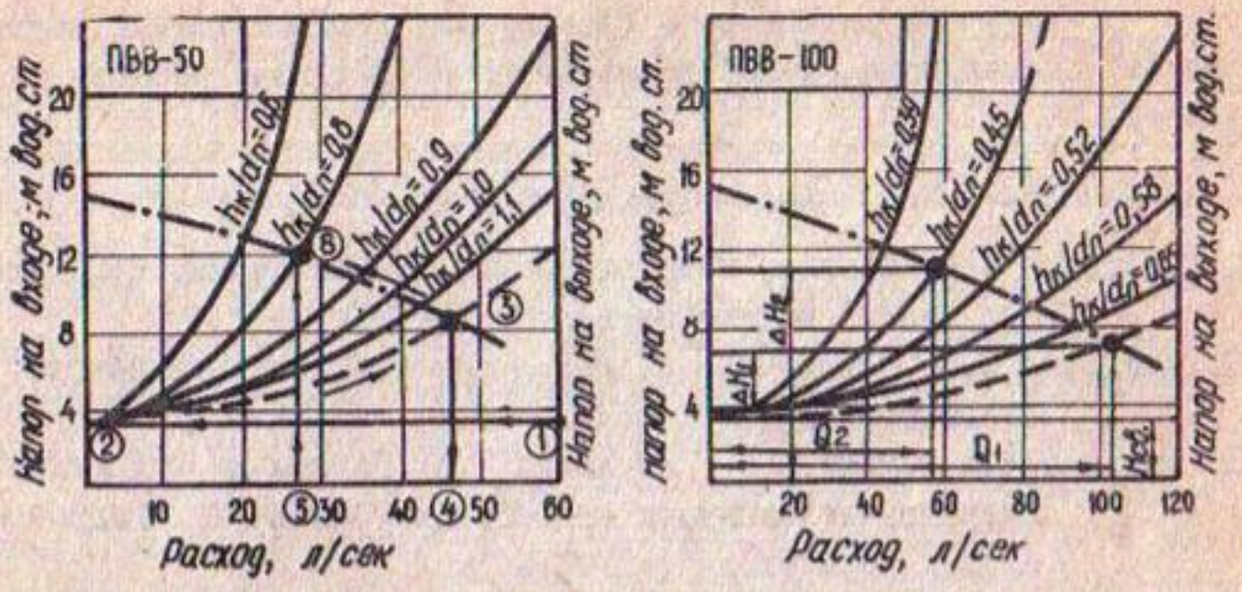


Рис. 3. Расходные и дроссельные характеристики подземных выдвижных водовыпусков:
– – – расходная характеристика $\Delta H = f(\xi, Q)$;
——— дроссельные характеристики $\Delta H = f(\xi_{др}, Q)$;
— · — совмещенная характеристика насоса с трубопроводом $Q = f(H)$.

имеют вид:

для ПВВ-50
$$H_{вх} = H_{вых} + 1{,}9 + \left[\frac{3083{,}3}{\left(\frac{h_к}{d_п}\right)^6} + 333{,}3\right] Q^2; \qquad (10)$$

для ПВВ-100
$$H_{вх} = H_{вых} + 1{,}8 \left[\frac{178{,}4}{\left(\frac{h_к}{d_п}\right)^6} + 257{,}0\right] Q^2 \qquad (11)$$

Полученные расчетные зависимости проверены при эксплуатации водовыпусков в производственных условиях.

Выводы

1. Фактические потери напора в подземных водовыпусках ПВВ-50 и ПВВ-100 на 20–26% больше расчетных (подсчитанных по существующим формулам) при сравнимых расходах воды.

2. Установлены коэффициенты гидравлических сопротивлений в водовыпусках ПВВ-50, ПВВ-100, равные соответственно 2,99 и 2,51 и их изменения в зависимости от степени закрытия запорного

механизма водовыпусков.

3. Получены расходные и дроссельные характеристики водовыпусков, позволяющие осуществлять выбор необходимых режимов их работы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Альтшуль А.Д. Местные гидравлические сопротивления при движении вязких жидкостей. Гостоптехиздат, 1962.

2. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Госэнергоиздат, М., 1965.

3. Носенко В.Ф., Сурин В.А., Рабинович А.Я. Подземные выдвижные гидранты-водовыпуски конструкции КазНИИВХ, "Гидротехника и мелиорация", 1968, № 10.

4. Рабинович А.Я. Выдвижной подземный гидрант. "Техника в сельском хозяйстве", 1967, № 6.

И.Г.ЗУБ, В.Г.БРЮКВИН

ВОДНЫЙ РЕЖИМ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ

В 1967-1970 гг. Казахским НИИ водного хозяйства совместно с Институтом физиологии растений АН СССР проведены полевые исследования по изучению влияния импульсного дождевания на рост и развитие сахарной свеклы. Одновременно изучался и водный режим растений. Опыт был заложен на Алма-Атинском опорном пункте, где поливы осуществлялись импульсными дождевателями конструкции КазНИИВХ.

Район исследований относится к пустынно-степной зоне Заилийского Алатау со следующими климатическими показателями: среднегодовое количество осадков составляет 420 мм, средняя температура самого жаркого месяца (июля) - 21,1-22,4°С, средняя относительная влажность воздуха того же месяца - 32 - 39%. Почвы представлены обыкновенными сероземами с разной степенью засоления. Грунтовые воды залегают на глубине 3-5 м с минерализацией 3-5 г/л.

Изучались следующие режимы увлажнения сахарной свеклы: ежесуточные дневные поливы нормами 30-60 м^3/га; ежесуточные вечерние поливы теми же нормами; ежедекадные поливы нормами 300-800 м^3/га. Контролем служили участки, поливаемые ежедекадно установкой КДУ-55 нормой 300-800 м^3/га.

Сев сахарной свеклы производился семенами сорта Р-1537 нормой 10-12 кг/га. В вегетационный период на вариантах опыта выдерживалась единая агротехника. Полевые наблюдения велись на стационарных учетных площадках размером 160 м^2.

В зависимости от естественного увлажнения и принятых режимов орошения на вариантах опыта было проведено от 8 до 9 ежедекадных поливов общей оросительной нормой 4470-5820 м^3/га и от 58 до 64 суточных поливов общей оросительной нормой 3200-4240 м^3/га.

Как известно, при увлажнительных поливах один раз в расчетный период влажность корнеобитаемого слоя почвы изменяется сразу после полива от максимального своего значения до принятого порога влажности.

Эта же картина наблюдалась и при импульсном дождевании один раз в декаду (рис. 1). Варианты ежесуточного импульсного дождевания существенно отличались по влажности верхнего слоя почвы (0-50 см) от контроля. В течение всего периода вегетации показатели влажности на этих вариантах находились на высоком уровне (75-80% ППВ) и в межполивные периоды практически не изменялись.

Параллельно с наблюдениями за динамикой влажности почвы определялись и показатели микроклимата на вариантах опыта (относительная влажность и температура воздуха).

При изучении микроклимата применялась следующая методика. На всех опытных делянках одновременно в течение суток с помощью самописцев на высоте 15 см от травостоя растений фиксировались температура и влажность приземного слоя воздуха. Контрольные замеры производились с помощью аспирационных психрометров.

Относительная влажность приземного слоя воздуха на участках ежесуточного полива в термически напряженный период суток (с 12 до 18 часов) была на 15-20% выше по сравнению с участками

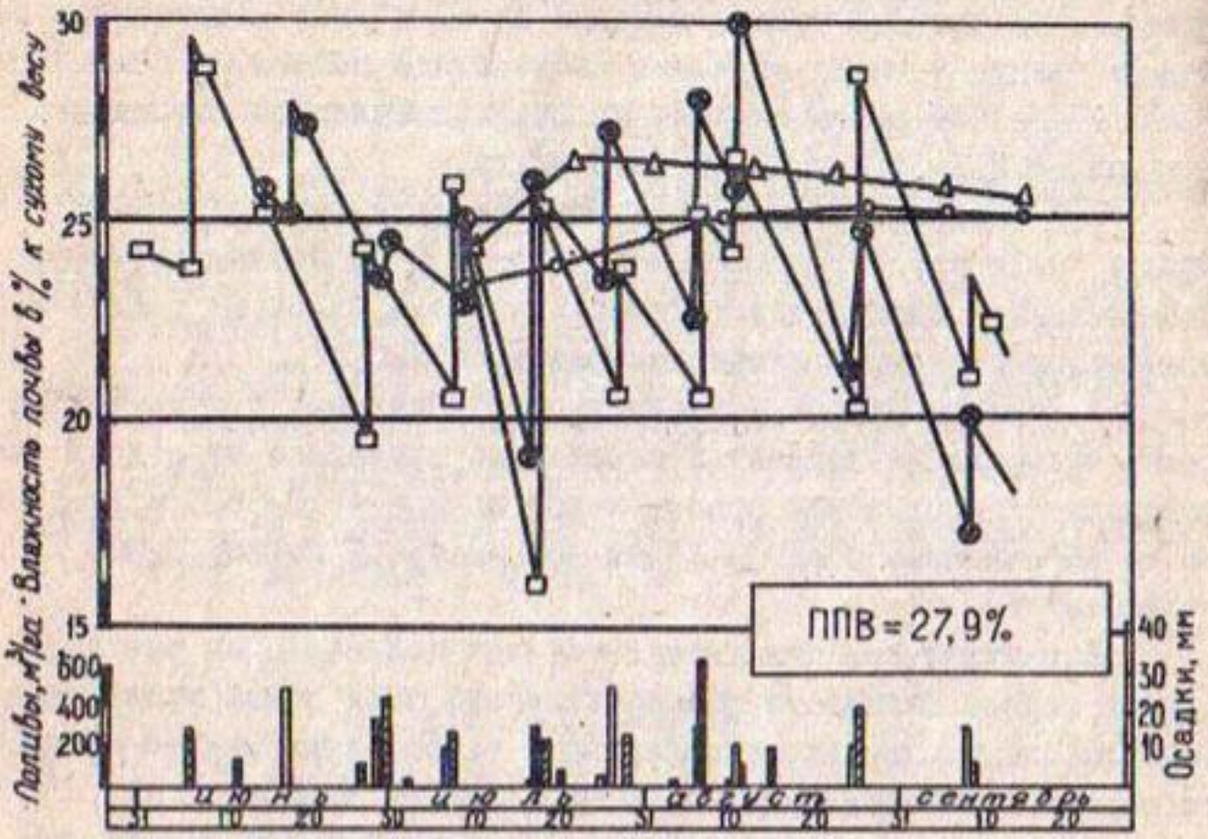


Рис.1. Влажность полуметрового слоя почвы на участках импульсного дождевания (сахарная свекла, опыт 1970 г.):

▯- импульсное дождевание ▯-дождевание КДУ ▮- осадки
o——o ежедневное импульсное дождевание в дневное время суток;
Δ——Δ ежедневное импульсное дождевание в вечернее время суток,
□——□ ежедекадное импульсное дождевание;
●——● ежедекадное дождевание установкой КДУ-55М.

ежедекадного дождевания, а его температура соответственно на 2-3°С ниже. Это происходит как за счет более интенсивного испарения с влажной поверхности почвы, так и более интенсивной водоотдачи листьями растений.

На участках ежедекадного полива импульсными аппаратами и установкой КДУ-55М сразу после полива значения температуры и относительной влажности воздуха приближались к значениям, полученным на участках, где поливы проводились ежедневно. К концу же межполивного периода эти показатели изменялись в неблагоприятную сторону. На высоте 2 м показатели микроклимата на всех вариантах опыта нивелировались.

Как известно, между оводненностью листьев растений и влажностью среды почва-воздух существует определенная зависимость. При оптимальной влажности воздуха и почвы наблюдается более высокая оводненность листьев растений.По нашим наблюдениям несмотря на различные показатели влажности верхнего (0-50 см) горизонта почвы на опытных делянках применение отличных друг от друга методов дождевания не дало значительных изменений в содержании воды во взрослых листьях растений.Их влагосодержание находилось на высоком уровне (88-93% от сырого веса) с незначительным увеличением этого показателя (до 3-4%) у растений на участках, где проводились ежесуточные поливы импульсными аппаратами.

В процессе исследований велись также наблюдения и за интенсивностью транспирации листьями растений.Транспирацию определяли весовым и хлоркобальтовым методами.

Известно, что интенсивность транспирации в определенной степени зависит от влагозапасов в почве, температуры и влажности среды, окружающей растение.С увеличением влажности почвы увеличивается и интенсивность транспирации.Еще более сильным фактором, определяющим интенсивность транспирации листьями растений, является влажность воздуха /5/.

По нашим наблюдениям максимальная величина транспирации листьями сахарной свеклы была у ежесуточно орошаемых растений импульсными аппаратами (рис.2).Ее увеличение на этих участках происходит не только за счет повышенной стабильной влажности полуметрового слоя почвы в течение всего периода вегетации, но и за счет увеличения (на 15-20%) относительной влажности приземного слоя воздуха и уменьшения его температуры на 2-3^{0}С.Несколько ниже величина транспирации была на участках ежедекадных поливов как импульсными аппаратами, так и при дождевании установкой КДУ-55М, хотя предполивная влажность полуметрового слоя почвы на этих вариантах опыта находилась на высоком уровне (не ниже 66-70% ППВ).

В условиях повышенной влажности среды почва-воздух изменяется и температурная характеристика растений.Наименьшую температуру имели листья ежедневно орошаемых растений.У растений

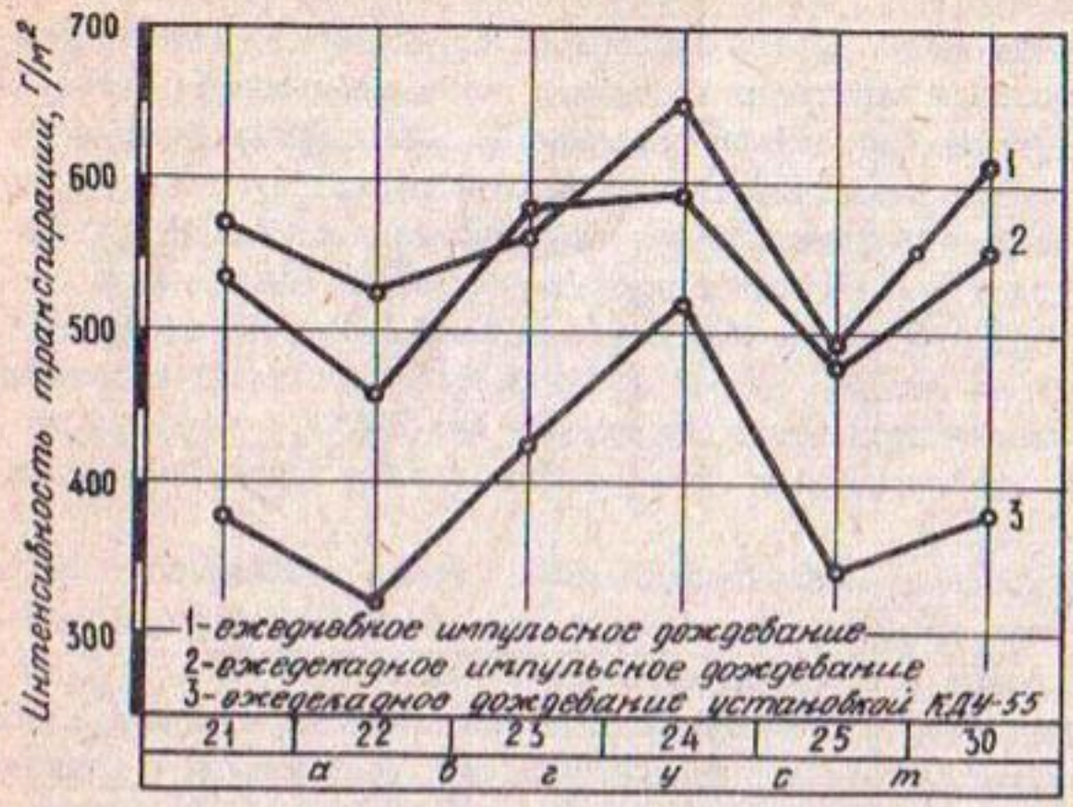


Рис.2. Интенсивность транспирации листьями сахарной свеклы в 13-15 час (опыт 1970г.).

орошаемых ежедекадно импульсными аппаратами и установкой КДУ-55М, она была на 5-7°С выше. Снижение температуры растений на ежесуточно орошаемых вариантах опыта связано с действием нескольких факторов: понижением температуры приземного слоя воздуха; увеличением транспирации; испарением капельножидкой воды с поверхности растений.

Аналогичная картина наблюдается и в температурном режиме верхних горизонтов почвы. Нами были проведены наблюдения за динамикой температуры почвы на глубине 10 и 20 см. Наибольшее ее значение наблюдалось на участках ежедекадного дождевания (рис.3).

Разница в температуре почвы (глубина 10 см) на вариантах доходила до 7-8°С. В ночные и утренние часы (с 24 до 8 часов) показатели температуры на всех вариантах опыта сглаживаются.

В процессе исследований нами велись наблюдения за показателями водного режима растений: интенсивность водоотдачи

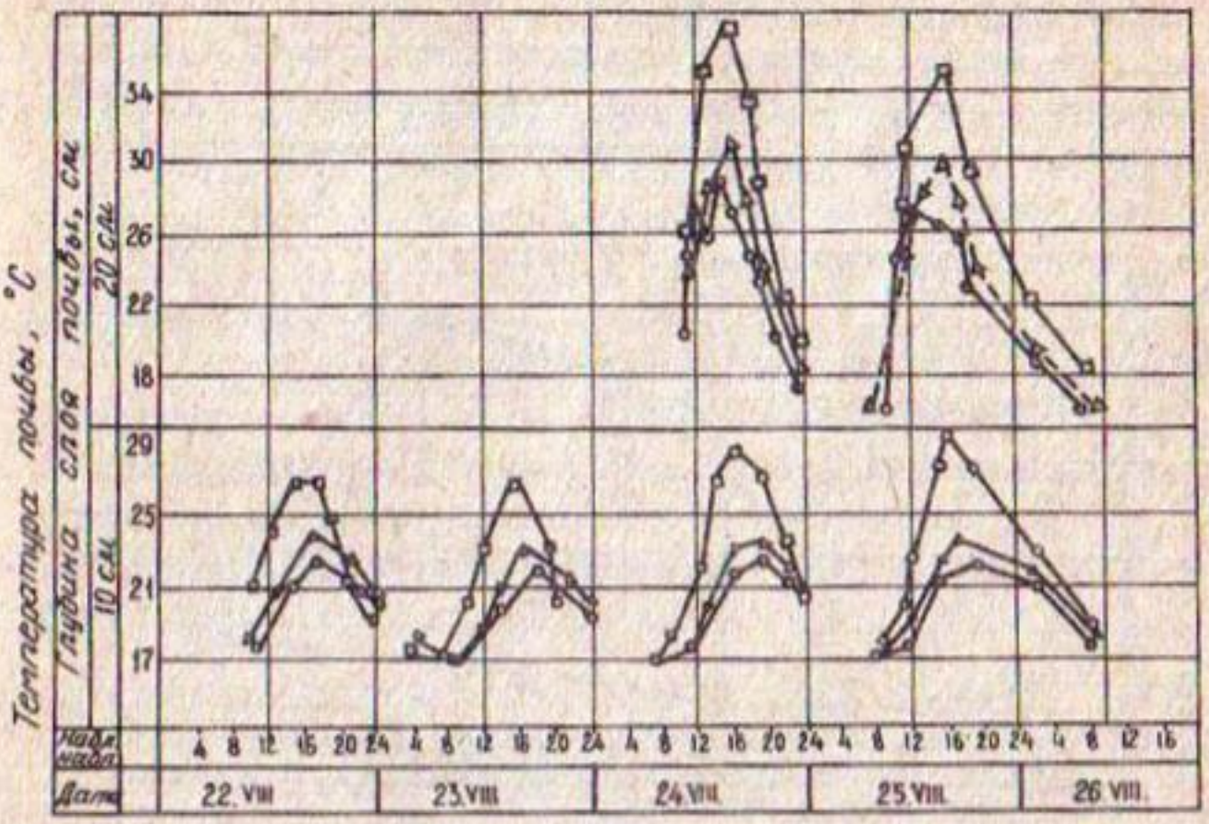


Рис.3. Температура почвы на опытных участках импульсного дождевания (сахарная свекла, опыт 1070 г.):

o—o - ежедневное импульсное дождевание в дневное время суток;
Δ—Δ - ежедневное импульсное дождевание в вечернее время суток,
o—o - ежедекадное импульсное дождевание.

листьев, их водопоглощающая способность и тургесцентность. При изучении интенсивности водоотдачи листья сахарной свеклы, собранные в 13–14 часов с вариантов опыта, быстро доставлялись в лабораторию и взвешивались. После взвешивания листья обезвоживали в течение 2 часов при температуре 20–25°С и затем определяли их сухой вес.

Листья сахарной свеклы, собранные с вариантов орошаемых ежедневно импульсными аппаратами, обладают наибольшей интенсивностью водоотдачи (до 1,5 г/г.сухого веса). У листьев растений с контрольного участка и варианта ежедекадного импульсного дождевания степень водоотдачи была на 30–35% ниже. Как известно, расчет на единицу сырого веса включает поправку на водонасыщенность тканей. В связи с этим полученные данные были рассчитаны

на воду, находящуюся в листьях.На рис.4 представлены данные этого расчета, на основе которого установлено, что листья сахарной свеклы, взятые с ежедневно орошаемых вариантов опыта, в течение 2 часов теряют больше воды, чем с участков, поливаемых ежедекадно.

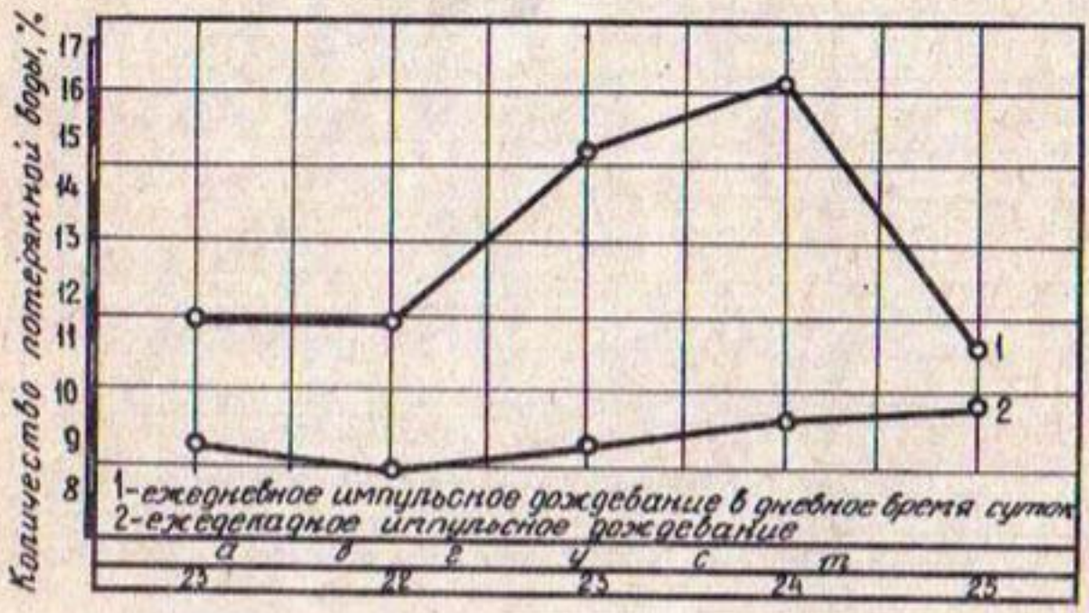


Рис. 4. Количество воды, потерянное листьями сахарной свеклы из расчета на первоначальное содержание воды.

Недостаток влаги в почве и в воздухе приводит к дефициту ее и в тканях растений /3/.Поэтому одним из показателей водообеспеченности растений является водопоглощающая способность их листьев.При определении водопоглощающей способности листьев растений пользовались следующей методикой.Взрослые листья сахарной свеклы взвешивали и помещали в воду на 4 часа.После насыщения листьев водой их обсушивали фильтровальной бумагой и снова взвешивали.Параллельно с этим проводили определение их сухого веса.Результаты опыта рассчитывали на единицу сырого и сухого веса.

Процесс поглощения воды листьями сахарной свеклы значительно зависит от их водоснабжения.Это наблюдалось раньше и на других культурах /I,2,4/.В наших опытах наименьшая водопоглощающая способность листьев сахарной свеклы (до 2,5 г) сухого веса) наблюдалась в условиях ежедневного импульсного дождевания.

На вариантах ежедекадного орошения импульсными аппаратами и установкой КДУ-55М водопоглощение листьями растений было соответственно на 30-40% выше. Это говорит о том, что оптимальная влажность почвы и повышенные показатели микроклимата, созданные на вариантах ежедневного импульсного дождевания нормой 30-60м^3/га, приводят к тому, что растения сахарной свеклы имеют более благоприятный водный режим.

В наших исследованиях велись наблюдения и за концентрацией клеточного сока, характеризующей водный режим растений. По данным наблюдений разница в величине концентрации клеточного сока на разноорошаемых вариантах опыта доходила до 1-2%. Ее максимальная величина наблюдалась у растений в условиях ежедекадных поливов (рис.5).

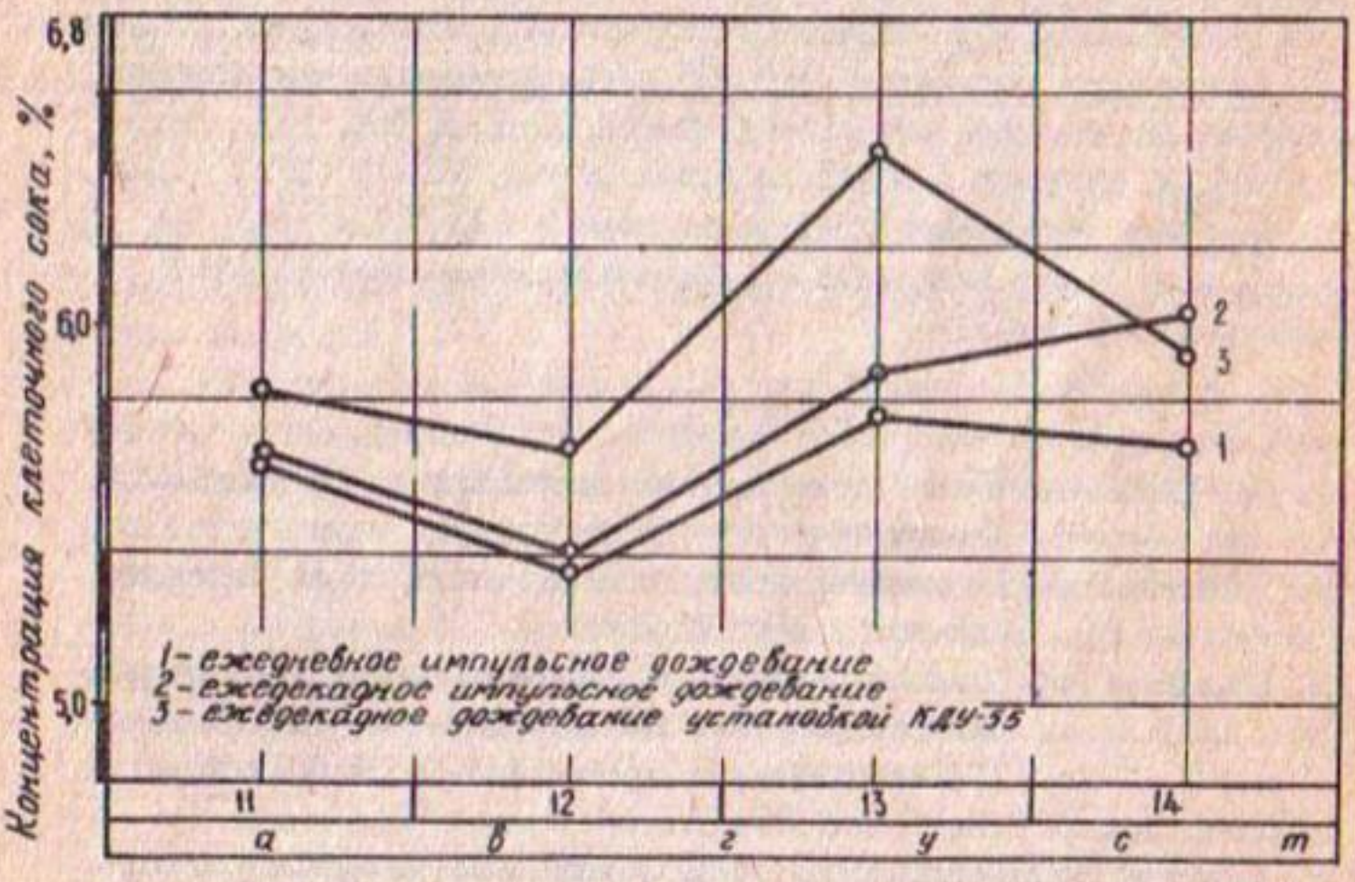


Рис.5. Концентрация клеточного сока листьев сахарной свеклы в 13 час.

Следовательно, согласно данным опыта, можно сделать вывод, что показатели водного режима растений сахарной свеклы в условиях ежесуточного импульсного дождевания малыми поливными нормами лучше, чем у растений, орошаемых один раз в декаду, как импульсным, так и непрерывным дождеванием. Это относится к водонасыщенности листьев, их транспирации, водоотдаче, уровню водопоглощения и концентрации клеточного сока. При ежедневных поливах улучшаются также температурный режим растений и почвы, а также показатели микроклимата орошаемого поля.

Благоприятные искусственно созданные микроклиматические условия, повышенная влажность полуметрового слоя почвы (без резких изменений этого показателя во времени), лучший водный режим растений на вариантах ежесуточного импульсного дождевания стимулировали ростовые процессы растений и позволили получить высокий урожай сахарной свеклы. В соответствии с полученными данными ее урожайность составила: 487-505 ц/га при ежесуточных дневных поливах импульсными аппаратами нормой 30-60 $м^3$/га; 541 ц/га - при тех же поливах в вечернее время суток; 367-430 ц/га - при ежедекадном импульсном дождевании нормой 300-800 $м^3$/га; 324 - 402 ц/га - при ежедекадном дождевании установкой КДУ-55 М нормой 300-800 $м^3$/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Али-Заде М.А. Физиология чайного куста. Изд-во АН Азерб.ССР. Баку, 1964.
2. Лебедев Г.В. Импульсное дождевание и водный обмен растений. Изд-во "Наука", М., 1969.
3. Максимов Н.А. Развитие учения о водном режиме и засухоустойчивости растений от Тимирязева до наших дней. IУ Тимирязевское чтение. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1944.
4. Окулова З.Н., Брюквин В.Г. Опыт применения импульсных дождевальных аппаратов. "Гидротехника и мелиорация", 1967, № 4.

5. Петров Е.Г. Влияние влажности воздуха на развитие и урожайность растений. ВНИИГиМ, т.Ш, М., 1940.

Ю.Д.ХУЙКО

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И МИКРОКЛИМАТ ПЛОДОВОГО САДА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ПОДКРОНОВОМ ДОЖДЕВАНИИ

В настоящее время полив плодовых насаждений дождеванием осуществляется стационарными, полустационарными системами и передвижными установками.

На стационарных системах используются дальнеструйные и среднеструйные дождевальные аппараты, устанавливаемые на стояках над кронами плодовых деревьев, и короткоструйные аппараты для подкронового полива. Из полустационарных установок, используемых для полива плодовых насаждений, известны ПДУ-50 /I/ для надкронового полива и КДУ-55М для подкронового полива. Необходимо отметить, что перестановка установки КДУ-55М с позиции на позицию в саду связана с определенными трудностями, а пришедшая ей на смену установка УДС-25 с аппаратами ХКЗ-4 не может быть использована для подкронового полива из-за большого угла вылета струй аппаратов.

Из сравнения приемов полива дождеванием плодовых насаждений под и над кронами можно сделать вывод, что почвоувлажнительный эффект при подкроновом дождевании значительно выше, так как при дождевании плодовых насаждений под кронами значительная часть оросительной воды задерживается кронами деревьев. По данным С.А.Яковлева /3/, кронами плодовых деревьев, в зависимости от сорта, возраста и характера крон, задерживается от 70 до 79% выпавших осадков, что приводит к неравномерному увлажнению почвы внутри сада.

Для осуществления подкронового дождевания плодовых насаждений в КазНИИВХ был сконструирован и изготовлен импульсный щелевой дождевальный аппарат, подающий воду на поверхность почвы в виде круговой конической струи. Радиус действия аппарата I2-- I4 м. Импульсное дождевание по сравнению с другими видами дож-

девания имеет ряд преимуществ.

Прерывистая подача воды импульсными аппаратами на орошаемую поверхность позволяет применять их на участках с тяжелыми почвами и с большими уклонами рельефа.Небольшой расход, подводимый к импульсным аппаратам, позволяет в большей степени рассредоточивать поливной расход по трубопроводам системы, что приводит к снижению их диаметров, уменьшению водооборота на системе. и улучшению условий для автоматизации системы.

Импульсное дождевание оказывает положительное влияние на водный режим растений: повышается обводненность тканей, изменяется состояние воды в них, снижается водоудерживающая и водопоглощающая способность листьев, усиливается транспирация и др.Это доказано работами Г.В.Лебедева /2/, который считает также, что применение систем импульсного дождевания способствует повышению продуктивности растений и еще большему поднятию культуры земледелия.Рекогносцировочный полевой опыт по изучению применения импульсного дождевания для создания влагозапасов в почве плодового сада и влияния на его микроклимат проводился в 1971 г. на производственном участке сада совхоза им.Чапаева Каскеленского района Алма-Атинской области.Сад состоит из смешанных посадок сортов: Апорт, Александр, Суслепер, Славянка и Белый налив возраста 10-12 лет.

Участок расположен на северном склоне хребта Заилийский Ала-Тау на высоте 1200 м на водоразделе рек Большая Алма-Атинка и Каргалы-Булак.

Климатические условия характеризуются следующими данными. Среднегодовая температура 8,7°С; абсолютные предельные температуры: максимальная + 42°С, минимальная - 38°С; сумма среднесуточных температур выше 10°С - 3140°С; дата перехода среднесуточной температуры через + 10°С весной - 13 апреля, осенью - 12 октября; продолжительность безморозного периода 181 день; годовое количество осадков 557 мм.Почвой участка является горный чернозем малогумусный, мощностью 70-80 см, по механическому составу почва участка относится к тяжелым суглинкам.Объемный вес меняется в пределах 1,23-1,38 г/см^3, удельный вес 2,52-2,63 г/см^3. Предельная полевая влагоемкость метрового слоя почвы составляет

в среднем 27,6% от сухого веса почвы.

Дождевание на участке опыта осуществлялось посредством экспериментальной установки с импульсными щелевыми аппаратами для подкронового полива и дефлекторными насадками. Установка состояла из водоприемного сооружения, насосной станции, распределительных трубопроводов, трех закольцованных крыльев с установленными на них 18 импульсными щелевыми аппаратами и двух тупиковых трубопроводов с дефлекторными насадками. Режим орошения на вариантах опыта поддерживался следующий: I вариант - ежедневный полив импульсным дождеванием нормой 60 $м^3$/га в жаркое время суток; II вариант - ежедневный полив импульсным дождеванием нормой 60 $м^3$/га в утреннее и вечернее время суток; III вариант - ежедекадное импульсное дождевание нормой 600 $м^3$/га; IУ вариант - ежедекадное дождевание дефлекторными насадками нормой 600 $м^3$/га.

Поливная норма контролировалась водомерами СХВК-1,6, установленными на отводах к дождевальным крыльям.

На всех вариантах через каждые пять суток проводился отбор проб почвы на влажность в 3-х кратной повторности послойно на глубине одного метра. Изменение температуры и влажности воздуха на вариантах фиксировались недельными термографами и гигрографами, установленными в метеобудках на высоте 2 м. Контрольные измерения проводились аспирационными психрометрами на высоте 0,5 и 2,0 м в климатологические сроки.

Анализируя динамику влажности почвы, можно отметить, что наименьшие колебания в пределах 71-81% ППВ имеет влажность на I варианте, а наибольшие от 57% до 96% ППВ - влажность на варианте ежедекадного короткоструйного дождевания. Разница в динамике влажности почвы на I и II вариантах при одинаковых ежедневных поливных нормах объясняется, очевидно, тем, что при импульсном ежедневном дождевании в жаркое время суток больше расходовалось воды на увлажнение приземного слоя воздуха, в то время как импульсное ежедневное дождевание в утреннее и вечернее время суток, проходящее при большей влажности воздуха, позволяет подавать больше оросительной воды для накопления влагозапасов в почве.

Суточные колебания температуры и влажности воздуха на вы-

соте 2 м по вариантам хорошо прослеживается на примере недельных термо и гигрограмм. Например, с 27 августа по 2 сентября сред - няя температура на вариантах была соответственно: I-I6,8°С ; П-I7,35°С; IУ-20,3°С. Средняя относительная влажность воздуха была равна: I-53,5%; П - 47%; IУ- 39,8%. Максимальная недельная амплитуда колебаний температуры на вариантах I- I6°, П- I4°, IУ- I2°. Это объясняется меньшей абсолютной температурой на I и П вариантах в ночное время.

Максимальная недельная амплитуда колебаний относительной влажности на вариантах следующая: I- 50%, П- 5I%, Ш- 53%.

Минимальная относительная влажность воздуха на I варианте достигала 35%, в то время как на П варианте падала до 28%, а на IУ варианте до I4%.

Хорошо заметен воздухоувлажнительный эффект импульсного дождевания в жаркое время суток при сравнении относительной влажности воздуха по вариантам в интервале I2-I4 часов. В это время разница относительной влажности между I и П вариантами достигала 2I%, между I и IУ - 49%.

Проведенный рекогносцировочный опыт по изучению влияния импульсного дождевания на динамику влажности почвы и микроклимата плодового сада позволяет сделать следующие предварительные выводы.

Ежедневное импульсное дождевание может стать эффективным средством для поддержания оптимального водовоздушного режима почвы плодового сада и его микроклимата.

Л И Т Е Р А Т У Р А

I. Беренштейн И.Б., Фризен Н.И. Полустационарная дождевальная установка ПДУ-50. "Гидротехника и мелиорация", I968, № 2.

2. Лебедев Г.В. Импульсное дождевание и водный обмен растений. М., I969.

2. Аяпбергенов А. Опыт применения дождевальных поливных агрегатов на Черноярской оросительной системе Павлодарской области.Материалы Республиканской научно-технической конференции молодых ученых водного хозяйства.Изд-во "Казахстан",Алма-Ата, 1971.

3. Боровенский Н.П. Водный режим, рост и развитие сахарной свеклы при дождевании и сочетании дождевания с поливами по бороздам в условиях юга и юго-востока Казахстана.Труды КазНИИВХ,т.У.Изд-во "Кайнар",Алма-Ата,1970.

4. Носенко В.Ф.,Боровенский Н.П.,Креккер Н.Ю., Хе И.Н. Автоматизированный дождевально-поливной агрегат АДПА-120. Экспресс-информация.Серия I,вып.2, Гипроводхоз,М.,1967.

5. Носенко В.Ф., Креккер Н.Ю., Боровенский Н.П.,Бордаков Г.П. Дождевальная и поливная машина.Авторское свидетельство № 254934,1969.

И.Н.ХЕ, Н.Ю.КРЕККЕР

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОДЕЛЕНИЯ И ТЕХНИКА ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В последние годы все более широкое распространение получают закрытые оросительные системы для полива по бороздам.Такие системы, обеспечивая полную механизацию бороздкового полива,позволяют осуществить автоматическую подачу воды в поливные борозды, что приводит к значительному сокращению трудовых затрат на проведение полива.

Основным элементом закрытых оросительных систем бороздкового полива является стационарный закрытый поливной трубопровод с выпуском воды в каждую поливную борозду, предложенный в 1958г. академиком И.А.Шаровым /I/.Такие трубопроводы располагаются на

глубине ниже пахотного горизонта (до 50 см от поверхности земли) и через интервалы, равные ширине междурядий, снабжаются водовыпускными отверстиями для подачи воды в борозды.

В известных системах /2/ подача воды в поливные трубопроводы осуществляется из транспортирующих трубопроводов, к которым по их длине через интервалы, равные длине борозд, привязаны поливные. Подача воды в транспортирующие трубопроводы осуществляется из открытых или закрытых участковых распределителей (рис. I)

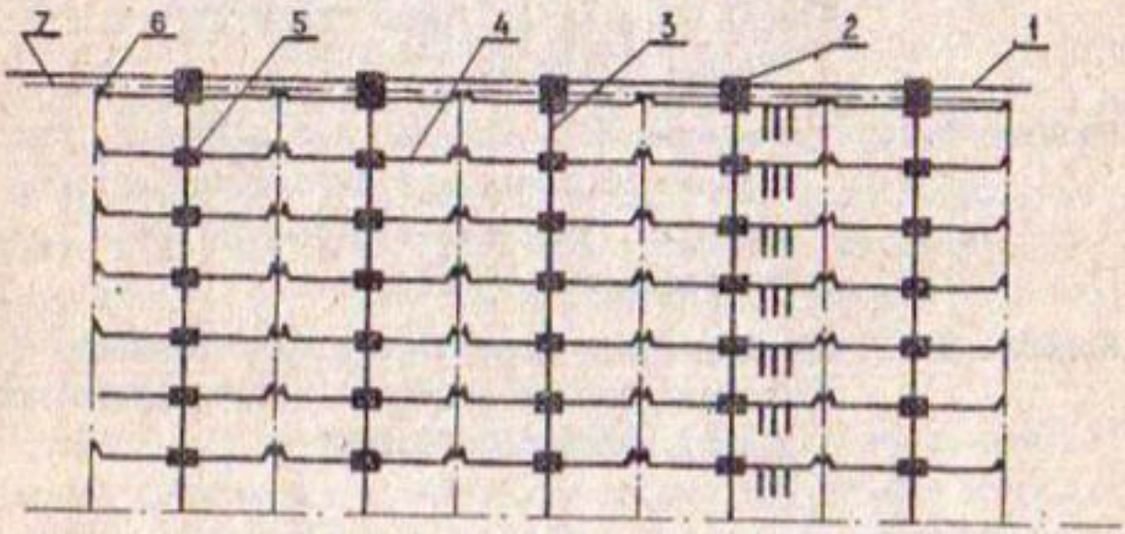


Рис. 1. Схема закрытой оросительной системы:
1-участковый распределитель; 2-водозабор в транспортирующий трубопровод; 3-транспортирующий трубопровод; 4-закрытый поливной трубопровод; 5-распределительный колодец; 6-промывная дроссельная задвижка; 7-граница поливного участка

Организация вододеления на таких системах осуществляется путем поочередного подключения транспортирующих трубопроводов к распределительным и группового подключения поливных к транспортирующим. В зависимости от схемы вододеления (количества одновременно работающих поливных трубопроводов) площадь одновременного полива составляет до 10-15 га, что обеспечивает своевременное проведение послеполивных работ по уходу за возделываемой культурой.

В существующих системах длина транспортирующих трубопро-

водов составляет до 1500-2500 м (в некоторых системах Голодной степи даже до 5000-6000 м).Поливные трубопроводы подвешиваются к ним через 75-250 м, их длина составляет 150-250 м.Увеличение длины поливных трубопроводов до 300-500 м (с целью снижения протяженности транспортирующих) обеспечивает сохранение достаточной для качественного полива равномерности распределения воды по участку, что приводит к увеличению его диаметра и ухудшению технико-экономических показателей системы.

Основными параметрами закрытой оросительной системы, определяющими затраты на ее строительство, являются удельная протяженность и диаметр транспортирующих и поливных трубопроводов, зависящие в заданных конкретных условиях от принятой схемы вододеления на системе.Схема вододеления должна обеспечивать равномерный в течение поливного цикла выход участков из-под полива площадью до 10-15 га, обеспечивающих своевременное выполнение всех механизированных работ на участке.Кроме того, делянки одновременного полива должны располагаться по всей длине участка в направлении полива, т.е. поливные трубопроводы по длине транспортирующего должны работать одновременно.

Удельная протяженность поливных трубопроводов определяется только длиной борозды на участке и равна:

$$l_{пол} = \frac{10^4}{L_б} \text{ м/га}, \qquad (1)$$

где $L_б$ – длина борозды (расстояние между поливными трубопроводами), м.

Удельная протяженность транспортирующих трубопроводов определяется длиной поливных трубопроводов и равна:

$$l_{тр} = \frac{10^4}{2L_{пол}} \text{ м/га}, \qquad (2)$$

где $L_{пол}$ – длина поливного трубопровода, м.

Диаметр поливного трубопровода зависит от его расчетного расхода, допустимой скорости движения воды в трубопроводе и определяется по зависимости:

$$d_{пол} = 1{,}13\sqrt{\frac{L_{пол} \cdot q_{бор}}{в \cdot v_{доп}}} \text{ м}, \qquad (3)$$

где $q_{бор}$ – средняя величина поливной струи в борозду, $м^3$/сек;
$в$ – ширина междурядий, м;

$V_{доп}$ – допустимая скорость движения воды в поливном трубопроводе, м/сек.

Диаметр транспортирующего трубопровода определяется количеством и протяженностью одновременно работающих поливных трубопроводов и равен:

$$d_{тр} = 1{,}13\sqrt{\frac{n \cdot L_{пол} \cdot q_{бов}}{\delta \cdot V_{доп}}} \text{ м}, \qquad (4)$$

где n – количество одновременно работающих поливных трубопроводов;

$V_{доп}$ – допустимая скорость движения воды в транспортирующем трубопроводе, м/сек.

Для исключения разрыва между поливом и послеполивными механизированными работами количество одновременно работающих поливных трубопроводов на системе является постоянным, обеспечивающим полив в течение суток площади, равной суточной производительности тракторных агрегатов, закрепленных за участком.

$$n = \frac{\omega_{сут} \cdot 10}{L_{пол} \cdot L_{бор}}, \qquad (5)$$

где $\omega_{сут}$ – площадь полива за сутки максимальной поливной нормой, га.

Принимая во внимание, что оптимальная длина поливного участка имеет величину 800–1000 м, длина поливных трубопроводов должна быть определена из соотношения:

$$L_{пол} = \frac{\omega_{сут} \cdot 10^4}{L_{уч}} \text{ м}, \qquad (6)$$

где $L_{уч}$ – длина орошаемого участка, м.

Из формулы (3) видно, что с уменьшением длины поливного трубопровода его диаметр (а, следовательно и стоимость) снижается. В связи с этим представляет интерес наиболее экономически эффективная длина поливного трубопровода. Длина поливного трубопровода, определенная по формуле (6), является по существу шириной участка суточного полива и может состоять из нескольких ветвей поливного трубопровода.

Удельная стоимость транспортирующих и поливных трубопроводов с достаточной точностью определяется по формуле:

$$C_{уд} = \frac{1}{\ell_0 d_0^2}\left(\ell_{пол} \cdot K d_{пол}^2 + \ell_{тр} \cdot K d_{тр}^2\right), \qquad (7)$$

где K – стоимость трубопровода длины ℓ_0 и диаметра d_0.

Подставляя в это выражение значения $\ell_{пол}$, $\ell_{тр}$, $d_{пол}$ и $d_{тр}$ из (I),(2),(3) и (4), получим:

$$C_{уд} = \frac{1{,}28 \cdot 10^4 K q_{бор}}{\ell_0 d_0^2 \delta V_{доп}} \left(\frac{L_{пол}}{L_{бор}} + \frac{n}{2} \right). \qquad (7')$$

Решая (7') с учетом (5), получим:

$$C_{min} = \frac{2{,}56 \cdot 10^6 K q_{бор}}{\ell_0 d_0^2 \delta V_{доп} L_{бор}} \sqrt{\frac{\omega_{сум}}{2}} \quad \text{при} \quad L_{пол} = 100 \sqrt{\frac{\omega_{сум}}{2}}, \text{ м}.$$

Полученная длина поливного трубопровода, равная 225–275 м при $\omega_{сум}$ = I0–I5 га, в I,5–2 раза выше, чем определенная по оптимальной длине участка (6). В связи с чем площадь одновременного полива резко возрастает, что вызывает определенные трудности по своевременному проведению послеполивных работ.

Определенный интерес представляют закрытые оросительные системы для полива по бороздам, выполненные из двух ниток оросительных трубопроводов, одна из которых – магистральная выполнена из цельных труб; вторая – поливная – из перфорированных /3/. В такой системе оросительный трубопровод разделяется задвижками на отдельные участки, полив из которых производится обособленно (рис.2).

Удельная протяженность поливных трубопроводов, уложенных в две нитки, в такой системе равна:

$$\ell_{пол} = \frac{2 \cdot 10^4}{L_{бор}}, \text{ м/га}. \qquad (8)$$

Удельная протяженность транспортирующих трубопроводов:

$$\ell_{тр} = \frac{10^4}{n_1 L_{пол}}, \text{ м/га}, \qquad (9)$$

где n_1 – количество участков поливного трубопровода;

$L_{пол}$ – длина участка поливного трубопровода, м.

Наибольшее количество участков поливного трубопровода равно:

$$n_{1max} = \frac{4{,}32 \cdot 10^8 q_{бор}}{\delta L_{бор} \left(\frac{m}{T} \right)_{max}}, \qquad (10)$$

где m – поливная норма, м^3/га;

T – межполивной период, сутки.

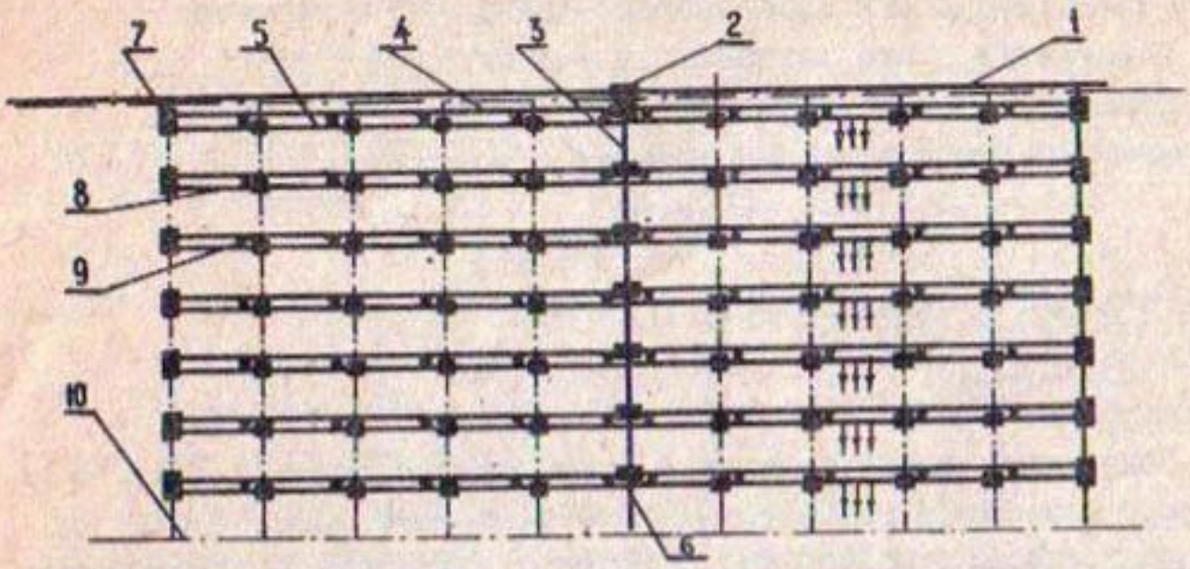


Рис.2. Схема закрытой оросительной системы с двумя нитками оросительного трубопровода

1-участковый распределитель; 2-водозабор в транспортирующий трубопровод; 3-транспортирующий трубопровод; 4-магистральный трубопровод; 5-поливной трубопровод; 6-распределительный колодец; 7-промывная задвижка; 8-перегораживающая задвижка; 9-участковая задвижка; 10-граница поливного участка

Удельная стоимость транспортирующих и оросительных трубопроводов рассматриваемой системы в соответствии с формулами (7), (8),(9),(3) и (4) равна:

$$C_{уд} = \frac{1{,}28 \cdot 10^4 \, K q_{заб}}{l_0 d_0^2 \delta V_{доп}} \left(\frac{2 L_{пол}}{L_{заб}} + \frac{n}{n_1} \right). \qquad (II)$$

Решая (II) с учетом (5), получим:

$$C_{min} = \frac{2{,}56 \cdot 10^6 K q_{заб}}{l_0 d_0^2 V_{доп} L_{заб}} \cdot \sqrt{\frac{2 \omega_{сут}}{n_1}}, \quad при \quad L_{пол} = 100 \sqrt{\frac{\omega_{сут}}{2 n_1}}, \, м.$$

Из приведенного видно, что при $n_1 > 4$ и прочих равных параметрах, удельная стоимость трубопроводов на системе снижается по сравнению с ранее рассмотренной.Снижается также и экономически

наиболее целесообразная длина участка одновременного полива в оросительном трубопроводе.Это приводит к снижению площади одновременного полива (или выхода из-под полива).При этом площадь суточного полива может состоять из нескольких последовательно поливаемых участков.

Закрытая оросительная система с аналогичной организацией вододеления при проведении цикла полива, но технически более совершенная, разработана и испытана в производственных условиях Казахским НИИ водного хозяйства /4/.В этой системе, в отличие от предыдущей, используется одна нитка оросительного трубопровода, также разделенного на отдельные участки одновременного полива (рис.3).Каждый участок оросительного трубопровода включает жесткий поливной перфорированный трубопровод и размещенный внутри его эластичный трубопровод (из мелиоративной ткани или полиэтилена).Участки оросительного трубопровода соединяются друг с другом двумя задвижками : магистральной для сообщения магистральных эластичных трубопроводов соседних участков и перепускной для подачи воды из эластичного трубопровода в поливной следующего участка.Концевой участок оросительного трубопровода снабжен сбросной задвижкой.

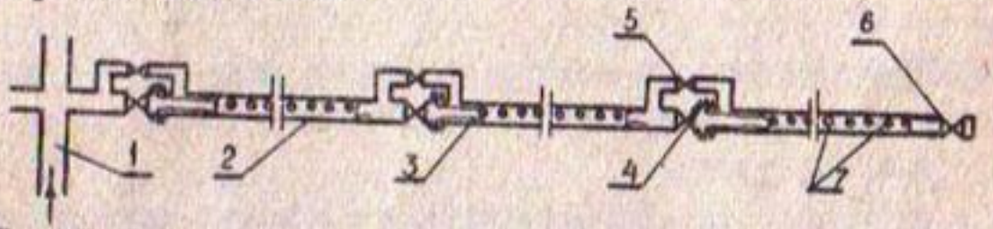


Рис.3. Схема закрытой оросительной системы конструкции КазНИИВХ:

1-транспортирующий трубопровод; 2-поливной трубопровод; 3-эластичный магистральный трубопровод; 4-магистральная задвижка; 5-перепускная задвижка; 6-сбросная задвижка; 7-поливные отверстия.

В начальном положении задвижки головного участка и перепускные задвижки закрыты, межучастковые магистральные и сливная задвижки открыты.Для проведения полива из первого участка открывается его перепускная задвижка и при необходимости проводится промывка этого участка поливного трубопровода.Затем закры-

вается магистральная задвижка в конце первого участка и вода из поливных отверстий этого участка трубопровода через почвенный слой поступает в борозды. Эластичный трубопровод находится в поджатом к нижнему полупериметру поливного трубопровода положении. После окончания полива первого участка закрывается перепускная задвижка этого участка и открываются магистральная первого и перепускная задвижка второго участка. Вода, заполняя эластичный трубопровод первого участка, вытеснает воду из поливного трубопровода этого участка частично через поливные отверстия, частично через перепускную задвижку и поливной трубопровод второго участка и далее на слив. Затем закрывается магистральная задвижка в конце второго участка и начинается полив этого участка. Процесс полива из последующих участков оросительного трубопровода проходит аналогично.

К транспортирующему трубопроводу подсоединяются в соответствии с длиной орошаемого участка и длиной борозд ряд оросительных трубопроводов, полив из которых производится одновременно по их одноименным участкам.

Данная система, как и предыдущая, позволяет значительно снизить протяженность транспортирующих и диаметр поливных трубопроводов.

Удельная протяженность поливных трубопроводов здесь такая же, как в первом варианте закрытой оросительной системы, а транспортирующих - как во втором.

Удельная стоимость транспортирующих и поливных трубопроводов (без учета эластичных) для данной системы в соответствии с формулами (I),(3),(4),(7) и (9) равна:

$$C_{уд} = \frac{1{,}28 \cdot 10^4 \, K q_{бор}}{t_0 d_0^5 \delta V_{доп}} \left(\frac{L_{пол}}{L_{бор}} + \frac{n}{n_1} \right). \qquad (I2)$$

Решение этой зависимости с учетом (5) дает:

$$C_{min} = \frac{2{,}56 \cdot 10^6 K q_{бор}}{t_0 d_0^5 \delta V_{доп} L_{бор}} \sqrt{\frac{\omega_{сут}}{n_1}} \quad при \quad L_{пол} \sqrt{\frac{\omega_{сут}}{n_1}}, \; м.$$

Удельная стоимость трубопроводов в данной системе наименьшая из рассмотренных вариантов систем, а длина участка одновременного полива обеспечивает в течение суток поочередный выход из-под полива нескольких участков общей площадью, достаточной для своевременного проведения послеполивных работ.

К преимуществам системы можно отнести также то, что транспортирующие и оросительные трубопроводы системы в течение поливного цикла находятся постоянно под поливным током и вододеление осуществляется непосредственно в трубопроводах последнего порядка системы.

Опытная проверка рассматриваемой системы была проведена в 1971 г. в совхозе "Бурненский" Джамбулской области на производственном участке кукурузы. Испытаниями подтверждена работоспособность системы. Потери полезного времени системы на проведение подготовительно-заключительных операций по подключению отдельных участков оросительного трубопровода не превышали 0,5%. Коэффициент полезного использования земли при применении системы практически равен I (незначительные потери площади имелись под распределительными колодцами). За счет более равномерного распределения воды по орошаемому участку было получено некоторое увеличение урожая зеленой массы кукурузы - 218 ц/га против 200 ц/га с контрольного участка, поливаемого по бороздам вручную.

Для повышения эффективности системы разработаны и изготовляются управляющие задвижки с выглубляющими стояками. Применение их облегчит проведение механизированных работ на орошаемом участке, чему в определенной мере препятствовали расположенные непосредственно на участке железобетонные распределительные колодцы.

Проведенные проработки и полученные данные испытаний закрытой оросительной системы свидетельствуют о достоинствах как конструкции системы, так и примененном в ней принципе вододеления. Применение разработанной системы позволит в значительной мере снизить затраты на строительство закрытых оросительных систем для бороздкового полива.

ЛИТЕРАТУРА

I. Шаров И.А. Эксплуатация гидромелиоративных систем.Сельхозгиз,М.,I959.

2. Шейнкин Г.Ю.,Сурин В.А.,Горбунова Е.Н. Оросительная сеть с закрытыми трубопроводами.Изд-во "Колос",М.,I965.

3. Fischbach P.E., Wittmuss H. Desigh Requirements for Automatic Surface irrigation with reus Systems. ASAE 1967.

4. Носенко В.Ф.,Креккер Н.Ю,Хе И.Н. Закрытая оросительная система.Авторское свидетельство № 259542,I970.

Н.Ю.КРЕККЕР, Н.П.БОРОВЕНСКИЙ

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОЛИВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Сравнительное изучение процессов внесения, распределения и расходования влаги в почве при дождевании и бороздковых поливах показывает, что эти способы полива не в полной мере удовлетворяют изменяющиеся в течение вегетации потребности растений в воде.

В условиях юга Казахстана (при глубоком залегании грунтовых вод) дождевание позволяет поддерживать оптимальную влажность корнеобитаемого слоя только в начале вегетации. Частые поливы малыми нормами позволяют компенсировать расход воды из верхних горизонтов почвенного слоя на транспирацию и испарение. При проведении первых поливов по бороздам наблюдается значительное колебание влажности верхних горизонтов почвы (в то время как основная масса корневой системы в этот период сосредоточена именно в них) и снижение ее ниже допустимой. В середине вегетации (в наиболее термически напряженный период) даже учащенные поливы дождеванием нормой 450–600 $м^3$/га не восполняли расход воды из почвы, влажность нижних горизонтов почвенного слоя опускалась в это время до 50–60% от ППВ. При поливе по бороздам почвенный слой увлажнялся полностью. В конце вегетации более равномерное распределение влаги происходит при дождевании, так как в этот период поливные борозды из-за смыкания междурядий не нарезаются и осуществление бороздкового полива затруднительно.

Рост и развитие растений, изменение климатических и гидромелиоративных условий диктуют необходимость гибкого регулирования запасов влаги в почвенном слое, что зачастую может обеспечить только сочетание различных способов полива.

В практике орошения уже давно применяют сочетание различных способов полива. Например, влагозарядковый (или промывной) полив осуществляется по полосам или бороздам, а вегетационные поливы – дождеванием. Кроме того, при возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых условиях часто возникает необхо-

димость проведения ранних поливов (предпосевных, вызывных) малыми нормами, осуществление которых возможно только дождеванием.

В условиях юга Казахстана при орошении сахарной свеклы оказалось целесообразным сочетать дождевание с поливами по бороздам.При этом появляется возможность дифференцировать расходование воды на пополнение ее запасов в почве, на орошение листовой поверхности и повышение влажности приземного слоя воздуха.

Начиная с 1971 г., комбинированные поливы дождеванием и по бороздам являлись объектом изучения и исследования Казахского НИИ водного хозяйства.В результате проведенных работ были разработаны принципы комбинированного способа орошения, агротехнические требования к поливному агрегату, технология и технические средства для его проведения; проведены исследования конструкций поливных агрегатов, технологии их работы на поливе сахарной свеклы в условиях юга Казахстана.Исследования проводились в лабораторных условиях, на опытных и опытно-производственных участках по общепринятым методикам.Исследовались различные схемы комбинированных поливов: сочетание дождевания нормами 300-450 $м^3$/га в начале вегетации с поливами по бороздам увеличенными нормами (800-1000 $м^3$/га) в середине и дождеванием нормами 300-450 $м^3$/га в конце вегетации; комбинированный полив с постоянным в течение всей вегетации соотношением норм полива, вносимых дождеванием и по бороздам (10%; 90%; 20%; 80%).Контролем служили поливы в течение вегетации только дождеванием и только по бороздам, осуществляемые тем же агрегатом, что и комбинированные поливы.На всех вариантах опытов осуществлялся осенний влагозарядковый полив нормой 1000-1200 $м^3$/га.

Для проведения комбинированных бороздково-дождевальных поливов использовались двухконсольные агрегаты ДДА-100М.Наличие широкозахватной фермы позволяет использовать агрегаты этого типа в качестве дождевально-поливных /4,5/.Для осуществления различных способов полива агрегат ДДА-100М оборудовался специальными сменными рабочими органами.При этом организация территории поливного участка, оросительной сети, труда и водопользования не претерпевали существенных изменений (табл.1).

Таблица I

Техническая характеристика агрегата ДДА-100М
со сменными рабочими органами

Показатели	Величина показателей при поливе		
	дождевании	по бороздам	сочетании поливов
Ширина захвата, м	114-115	110-111	110-111
Расход воды, л/сек	95-100	100-110	100-110
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	2,4-2,5	-	1,8-2,2
Расходы воды поливным шлангом, л/сек	-	0,5-0,7	0,5-0,7
Производительность при поливе нормой 600 м³/га, га/час	0,55	0,60	0,60
Обслуживающий персонал, чел.	I	I	I

Рабочий орган для бороздкового полива (рис.Iа) состоит из штуцера I, наконечника 2 с дозирующим водовыпускным отверстием (Ø6,5 - 8,0 мм) и поливного шланга 3.

Рабочий орган для комбинированного полива (рис.Iб) состоит из корпуса I, в прорези которого при помощи оси 5, шплинта 4 и шайбы 3 устанавливается заслонка 2.Корпус I верхней резьбовой частью соединяется со штуцером трубы нижнего пояса фермы, нижней - с поливным шлангом.

Для проведения бороздкового полива заслонки при помощи последовательно соединяющих их тяг выводятся из прорезей корпусов, из них вода поступает в поливные шланги, распределяясь далее по бороздам.Для проведения дождевания заслонки теми же тягами вводятся в прорези корпусов поливных органов, и вода из водовыпускных отверстий корпусов подается на направляющие вырезы заслонок, образующих совместно с корпусами щелевые насадки, и разбрызгивается в виде дождя.

В комплект сменного оборудования входит 180 водовыпусков с поливными шлангами (при междурядии 60 см).При переоборудовании агрегата ДДА-100М в трубах нижнего пояса сверлятся

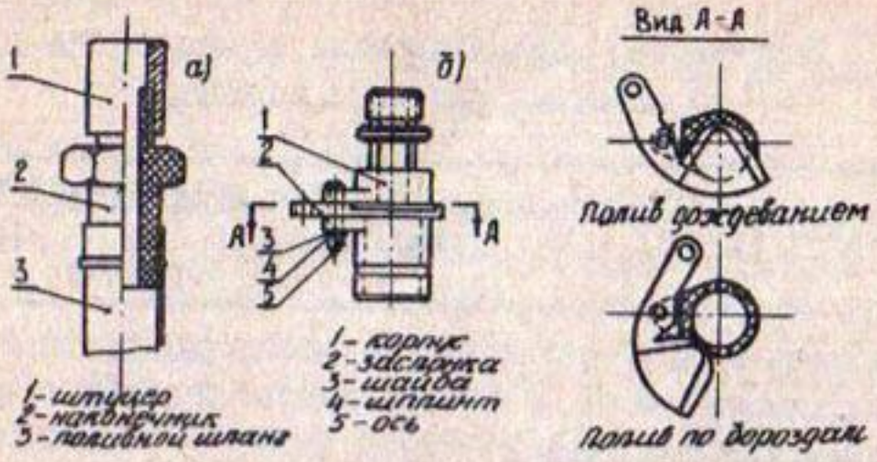


Рис.1. Сменные рабочие органы к агрегату ДДА-100М:
а-для полива по бороздам;
б-для комбинированного полива.

(или прожигаются газосваркой) отверстия Ø 10 мм на расстоянии 120 см друг от друга (в шахматном порядке). Дефлекторные дождевальные насадки глушатся при помощи резиновых вкладышей.

Агрегат ДДА-100М со сменными рабочими органами позволяет осуществлять качественные бороздковые и бороздково-дождевальные поливы любыми поливными нормами от 75 $м^3$/га при поливе в движении до 1000 $м^3$/га и более при позиционной работе.

Работа поливного агрегата осуществлялась в соответствии с операционной технологической картой. Величина элементов техники полива устанавливалась с помощью разработанной нами номограммы (рис.2) и уточнялась затем с помощью пробных поливов.

Анализ различных схем движения агрегата ДДА-100М на поливном участке показал, что оптимальным является гоновый челночный способ движения агрегата с двумя беспетлевыми поворотами при заезде и выезде агрегата с участка в голове оросителя. В этом случае полив начинается и заканчивается у водовыпуска.

Агроприемы по уходу за посевами сахарной свеклы до первого полива состояли из довсходового и послевсходового боронования, рыхления междурядий, прореживания всходов и проводились как в поперечном, так и в продольном направлениях. В дальнейшем обработка посевов проводилась обособленно на делянках, полученных в результате нарезки оросительной сети. Число таких делянок

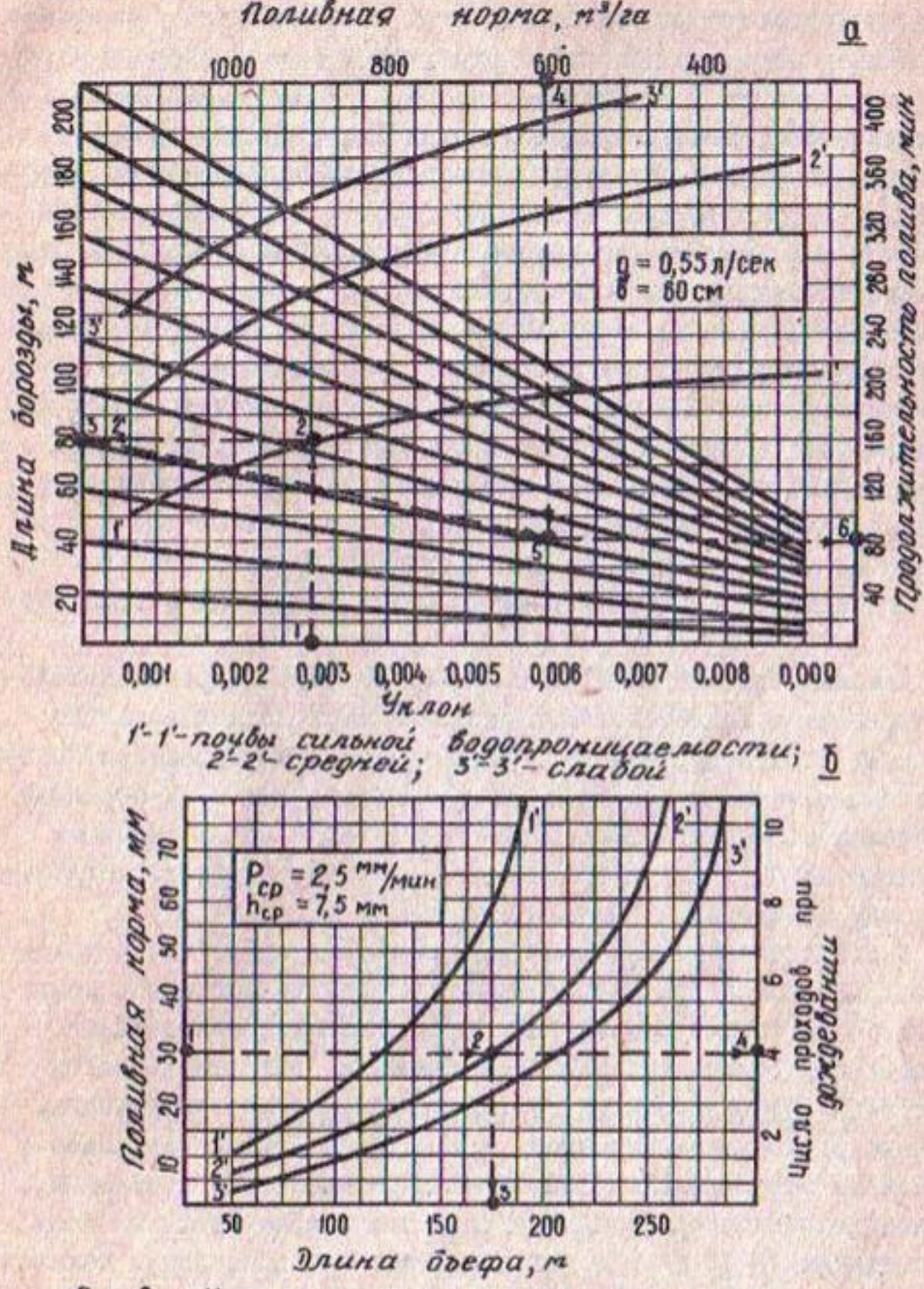


Рис. 2. Номограммы для определения величины элементов техники полива агрегатом ДДА-100М:
а-при поливе по бороздам; б-при дождевании.

на поливном участке колебалось от 5 до 7, площадь их составляла I4-I6 га.Все агромероприятия по уходу за сахарной свеклой на делянках состояли из 7-8 завершенных циклов и 3-4 незавершенных.В цикл включались: междурядная обработка (нарезка поливных борозд), внесение минеральных удобрений, полив (дождеванием или по бороздам) и послеполивная культивация.Все работы цикла выполнялись машинами и механизмами, за исключением прополки сорняков в рядках, и заканчивались за 6-I0 суток.

Первые поливы проводились малыми нормами (300-450 $м^3$/га) и сопровождались рыхлением на 5-I0 см, последующие поливы - увеличенными нормами (600-I000 $м^3$/га) и глубоким рыхлением почвы. Причем в обоих случаях суточная производительность на поливе и на междурядной обработке были примерно равными, что позволило свести до минимума разрыв между поливом и рыхлением почвы.В результате на участке почти на протяжении всего вегетационного периода поддерживались оптимальный водный и воздушный режимы почвы.

Комбинированный полив с применением бороздково-дождевального агрегата технологически состоял из двух последовательно проводимых способов полива: дождевания и по бороздам.Необходимое соотношение между нормами полива дождеванием и по бороздам обеспечивалось продолжительностью работы агрегата на позиции при поливе по бороздам и количеством проходов агрегата дождеванием между позициями.

В результате многолетних опытов установлено, что в условиях юга Казахстана на почвах слабой и средней водопроницаемости и глубоком (более 3-5 м) залегании слабоминерализованных грунтовых вод (такие условия преобладают в зоне свеклосеяния Казахстана) комбинированные поливы способствуют существенному повышению урожайности сахарной свеклы до I0-I5% по сравнению с поливами по бороздам и до 25%, а иногда и выше, по сравнению с дождеванием.Расход оросительной воды при комбинированных поливах составлял I3-I5 $м^3$/ц и был ниже, чем при проведении поливов только дождеванием (на 5-6 $м^3$/ц) или по бороздам (на 2-3 $м^3$/ц).

В течение 3-4 дней после проведения комбинированного полива наблюдалось существенное улучшение микроклимата свеклович-

ного поля.В середине вегетации при комбинированном поливе относительная влажность воздуха средняя за 3-4 дня после полива была на 3-8% выше, чем при поливе по бороздам.

Комбинированные поливы обеспечивали также лучшее сохранение влаги в почве - за межполивной период расход влаги на испарение из почвы был на 2-6% ниже, чем при дождевании и равнялся примерно расходу влаги свекловичным полем при поливах по бороздам.Почвоувлажнительный эффект при комбинированном поливе изменялся в пределах 0,75-0,80 и был выше, чем при поливах только по бороздам или дождеванием соответственно на 5-7 и II-I3%. Влажность корнеобитаемого слоя почвы при сочетании дождевания с поливами по бороздам поддерживалась оптимальной на протяжении всего вегетационного периода сахарной свеклы (рис.3).

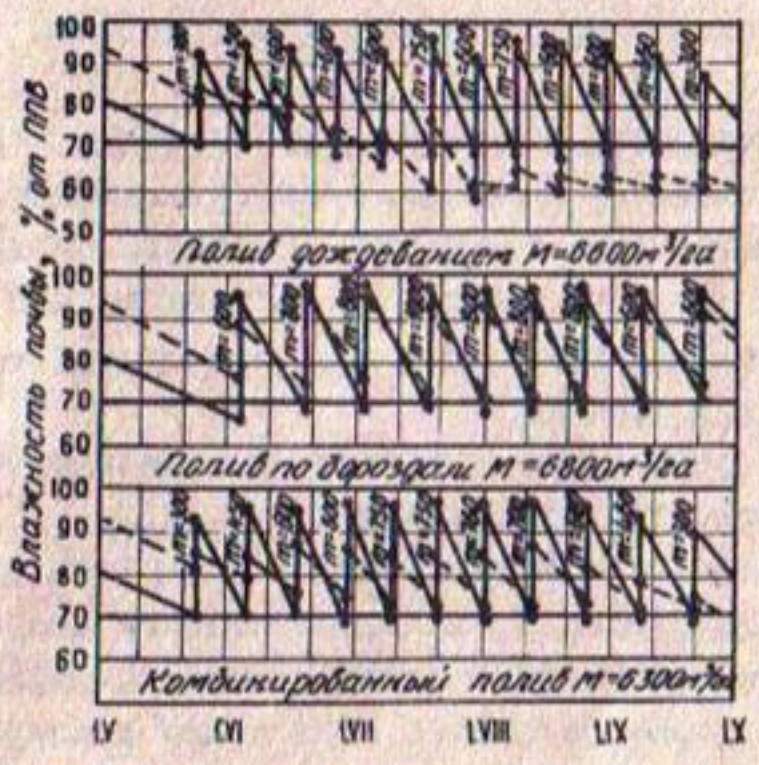


Рис. 3. Динамика влажности почвы свекловичного поля при различных способах полива:
—в слое 0-50см; ---в слое 50-100см

Изучение динамики роста свеклы при различных способах полива показало, что при дождевании суточный прирост массы свеклы, в особенности листового аппарата, в первый период ее развития на 15-20% выше, чем при поливе по бороздам /3/.

Интенсивное развитие сахарной свеклы при дождевании происходит за счет улучшения микроклимата приземного слоя воздуха и достаточного в это время увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

С середины вегетационного периода прирост массы корня при дождевании снижался и становился меньше, чем при бороздковых поливах.Среднесуточный прирост корня в июле и августе при дождевании составлял 5-6 г против 8-10 г при поливе по бороздам.Снижение прироста массы корня сахарной свеклы при дождевании происходило из-за недоувлажнения нижних горизонтов почвенного слоя.Ухудшение водного, а вместе с ним и питательного режимов почвы во второй период развития свеклы при дождевании, несомненно, сказывалось на затухании ее роста.

Сочетание дождевания с поливами по бороздам позволило устранить основной недостаток дождевания-недоувлажнения нижних горизонтов корнеобитаемого слоя почвы.При сочетании поливов затухания прироста массы сахарной свеклы не наблюдалось.Ее урожай на этом варианте был значительно выше, чем при поливе только дождеванием или только по бороздам.

Аналогичные результаты получены при комбинированном орошении и других сельскохозяйственных культур /1,2/.

Полученные данные свидетельствуют о больших потенциальных возможностях комбинированных поливов.Сочетание дождевания с поливами по бороздам позволило в наших опытах поддерживать оптимальную влажность корнеобитаемого слоя почвы и микроклимат приземного слоя воздуха и наиболее полно удовлетворять изменяющимся потребностям растений во влаге при более экономном расходовании оросительной воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев К.Э. Одновременный полив хлопчатника по бороздам и дождеванием.Изд-во "Туркменистан",Ашхабад,1968.

Р Е Ф Е Р А Т Ы

(НОВАЯ ТЕХНИКА В ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СРЕДНЕЙ АЗИИ)

1972 год

УДК 626.

"НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА ПРИМЕРЕ СТАРОЙ ЗОНЫ ОРОШЕНИЯ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ"

Х.ЯКУБОВ, Л.КОРЕЛИС, А.АБИРОВ.

В работе в сжатой форме изложены результаты многолетних исследований мелиоративной эффективности вертикального дренажа, построенного в различных природно-хозяйственных условиях старой зоны орошения Голодной степи; вскрыты основные организационные и технические причины низкого уровня эксплуатации скважин, а также даны конкретные рекомендации по улучшению работы дренажных систем.

Рисунков I, таблиц II.

УДК 626.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ЗАКРЫТОЙ ДРЕНАЖНОЙ СЕТИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ.

Г.В.ЕРЕМЕНКО, И.А.ЕНГУЛАТОВ, Г.Е.БАТУРИН, М.С.МЕРИШЕНСКИЙ.

В статье сообщены многолетние наблюдения и исследования САНИИРИ по технической эксплуатации существующих горизонтальных систем в различных гидрогеологических условиях. Даны конкретные рекомендации по освоению наддренных полос, реконструкций арматуры на сети. Предлагаются методы установления дефектов в трубчатых линиях и улучшения эксплуатации закрытых дрен.

УДК 626.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИФОННЫХ ВОДОВЫПУСКОВ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ.

Б.И.БЕЛЕСКОВ, Л.А.ГЕХТЕР,

УДК 626.

С.И.КЕБЕРЛЕ, А.С.КОНДАКОВ,
В.В.ПЕРЕПЕЛКИНА.

В статье отмечаются общие недостатки из практики эксплуатации насосных станций, в частности, их сифонных водовыпусков на примере Кукмазарской и Хамзинской насосных станций. Отмечаются недостатки в работе электромеханических клапанов срыва вакуума; даются рекомендации по улучшению режима эксплуатации сифонных водовыпусков насосных станций.

Рисунков 6, таблиц 2.
УДК 626.

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АМУБУХАРСКОГО МАШИННОГО КАНАЛА ИМЕНИ XXIII С"ЕЗДА КПСС.

А.В.БОЧАРИН, В.К.ТЯН.

В статье на основании фактического материала даются рекомендации по комплексу вопросов, связанных с эксплуатацией АБК: предложена схема водозабора, организация очистки наносов в голове канала, рекомендуется способ борьбы с мусором и метод учета производительности насосных станций, что позволит улучшить эксплуатацию канала и повысить надежность работы комплекса сооружений.

УДК 626.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНОЙ СТАНЦИИ "ХАМЗА".

Р.А.УСМАНОВ

В статье приведены основные результаты натурных испытаний н/с "Хамза": натурная рабочая характеристика; режим работы станции; мероприятия по увеличению производительности; методика построения диспетчерского графика подач станции.

УДК 626.

УДК 626.361

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕРЬ ВОДЫ И ТЕХНИКА ПОЛИВА ХЛОПЧАТНИКА В КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ.

М.Д.ЧЕЛЮКАНОВ, Г.А.БЕЗБОРОДОВ, Х.Т.ТАШЕВ.

Изучение потерь воды в бригадных каналах, работающих непрерывно и периодически, проводилось в соответствии с методикой, предусматривающей предварительное районирование почво-грунтов по степени водопроницаемости. Водопроницаемость почво-грунтов оценивается по пятибальной системе. Получены формулы для определения относительных потерь воды в каналах, проложенных в грунтах 2-5 баллов водопроницаемости.

Проведены исследования по изучению техники полива хлопчатника по бороздам и даны рекомендации по выбору элементов бороздкового полива для различных уклонов и водопроницаемости грунтов.

Таблиц 3, рисунков 5.

УДК 626.8.333

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ В ПРОЕКТАХ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.А.БЕЗБОРОДОВ, Х.Т.ТАШЕВ

В статье излагается методика выбора оптимального расстояния между трубопроводами при условии проведения полива с помощью гибких капроновых шлангов. Приводятся результаты исследования фактических режимов орошения хлопчатника в различных районах Кашкадарьинской области.

Таблиц 4, рисунков 3.

УДК 626.8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ В ЛОТКАХ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ

А.А.СКОРОВ

В работе приводятся результаты определения расхода воды в лотках параболического профиля типа ЛС-60; ЛС-80; ЛС-100.

Автором, в результате большого числа тарировок лотков с многоточечными замерами скоростей воды, был получен коэффициент расхода, позволяющий определять расход воды путем однократного замера максимальной глубины в лотке. Точность измерения не превышает ± 4%.

УДК 621.649.7

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

В.К.ТЯН, И.Л.ГОРЕВ,

В отделе эксплуатации гидромелиоративных систем САНИИРИ были проведены работы по изучению водно-энергетической характеристики насосных станций Амубухарского канала, в результате чего получены расчетные зависимости для определения расходов воды, поданной насосными агрегатами.

Рисунков 3.

УДК 626.8

ОБ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИРРИГАЦИОННЫМИ ВОДОХРАНИЛИЩАМИ В КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ УЗССР

Ю.С.ДЬЯКОНОВ

В статье обрисовывается современная эксплуатационная система индивидуального управления ирригационными водохранилищами Кашкадарьинской области и на этой основе намечены мероприятия по ее усовершенствованию.

Рисунок I, таблиц 4.

УДК 626.81/85

НОВЫЕ СТРУЕНАПРАВЛЯЮЩИЕ ОРГАНЫ ДЛЯ ДАЛЬНЕСТРУЙНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН И УСТАНОВОК

(в порядке обсуждения)

Г.Ф.РОЖКОВ

В работе излагаются принципы исследования конструкции струенаправляющих органов.

Приведены исследования с насадками указанных конструкций для установления рациональной геометрии приточных каналов насадок с расходным коэффициентом 0,96-0,98 с повышенной дальностью полета струи и ее ветроустойчивостью в полете.

Рисунков 2.

УДК 626.81/.85

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ОБОБЩЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ С ПУНКТИРНЫМИ СТРУЯМИ

Н.Н.БОЕВ

В работе освещается открытый группой по технике дождевания САНИИРИ способ дробления выбрасываемой из сопла струи на отдельные отрезки, с переднего торца которых интенсивно выделяется водяная пыль. Описанные наблюдения над пунктирными струями имеют практическое значение для лучшего дробления дождевальной струи, необходимое для опрыскивания растений в целях борьбы с вредителями сельского хозяйства.и др.

УДК 621.317.763

ЩЕЛЕВОЙ ВОДОБОЙНЫЙ ПОЛ УРАЛЬСКОГО ТИПА НА КОНСОЛЬНЫХ СТЕНКАХ

С.И.КЕБЕРЛЕ, Б.И.БЕЛЕСКОВ

В статье описан признанный в качестве изобретения щелевой водобойный пол на консольных стенках.

Указано в каких условиях и в чем заключаются его преимущества по сравнению с конструкцией пола на ееаях и на консольных балках, заделанных в низовой зуб сброса.

Рисунок I.

УДК 621.317.763

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЛН В ВОЛНОВЫХ ЛОТКАХ

Б.И.БЕЛЕСКОВ , Л.А.ГЕХТЕР

В статье описывает способ измерения в волновых лотках САНИИРИ основных параметров волны (период, высота, длина) путем одновременной записи волнового горизонта двумя волнографами, установленными в начале и в конце базисного расстояния, и отметок времени.

УДК 621.649.7:626.8

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПУСКА В РАБОТУ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ НА ПЕСКОВАНИЕ СКВАЖИН ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

А.Я.БЕЛОУСОВ

В статье освещаются вопросы совместной работы насос-скважина-напорный трубопровод при неустановившемся процессе в период пуска в работу. Приводятся результаты о влиянии регулирующего органа насосной установки на пескование скважины в зависимости от его положения относительно динамического уровня, законов и времени открытия. Приводится описание дроссельного клапана в качестве регулирующего органа и определен оптимальный закон его открытия после пуска насоса.

Рисунков 4.

УДК 626.8.002.5

К ВОПРОСУ МЕХАНИЗАЦИИ ОЧИСТКИ МЕЛКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Г.Д.СМЕЛОВ

В статье дан анализ работы некоторых зарубежных и отечественных каналоочистителей и предложена очистная машина с двухроторным органом.

Таблиц 1.

УДК 626.8.002.5

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ НОВЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН НА ОЧИСТКЕ КАНАЛОВ

Э.М.ОСТРОВСКИЙ, П.С.ТРЕБУНСКИХ

В статье содержатся результаты натурных испытаний новых мелиоративных машин Д-490, ЭМ-152Б, Э-304В с оборудованием бокового драглайна на очистке каналов в Центральной Фергане, Ташкентской и Сырдарьинской областях; излагаются основные технико-экономические показатели работы машин, а также рекомендации по модернизации машин.

УДК 628.394

К ВОПРОСУ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ САМООЧИЩЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ

А.П.ОРЛОВА, Л.Н.ДАНИЕЛОВА

В статье даны основные положения по методике исследования степени самоочищения подземных вод как в натурных условиях, так и в лабораторных.

В результате натурных исследований выявлена степень загрязнения подруслового потока реки Чирчик и определены зоны самоочищения.

По лабораторным исследованиям получена эмпирическая формула для расчета степени самоочищения от иона аммония.

Рисунок I.

УДК 626

НАДЕЖНОСТЬ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОНАСОСОВ ТИПА ЭЦВ НА СКВАЖИНАХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА В УЗБЕКСКОЙ ССР

А.К. Белоусов

В статье приводятся результаты испытаний на надежность погружных электронасосов типа ЭЦВ,установленных на скважинах вертикального дренажа в Голодной степи с различными гидрогеологическими условиями. Дается сравнение показателей надежности электронасосов в зависимости от условий работы.

Проводится анализ состояния деталей после отказа, определяется его причина. Описываются устройства, применение которых позволило повысить надежность всего агрегата.

Таблиц 2. Иллюстраций 6.

УДК 626.01

О КОЭФФИЦИЕНТЕ ШЕРОХОВАТОСТИ р АМУДАРЬЯ

А.М.МУХАМЕДОВ, Т.ЖУРАЕВ

На основе статистической обработки гидрометрических данных при помощи ЭВМ, с использованием формулы Н.Н. ПАВЛОВСКОГО, И.И.АГРОСКИНА, МАНИНГА разработаны нормы для определения коэффициента шероховатости в условиях среднего и нижнего течений р.Амударья.

Определен диапазон изменений коэффициента шероховатости и факторы, обуславливающие его. Даны формулы для определения коэффициента шероховатости и зависимости от расхода воды по участкам среднего и нижнего течений р.Амударья.

Рисунков 4.

УДК 626.01

ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ ФОРМУЛЫ НЕРАЗМЫВАЮЩЕЙ СКОРОСТИ ДЛЯ АМУДАРЬИНСКОГО ПЕСКА

А.М.МУХАМЕДОВ, Р.Р.АБДУРАУПОВ
Э. НУРИТДИНОВ

В статье изложены результаты анализа работы по исследованию неразмывающей скорости для песчаных наносов. При анализе процесса движения песчаных наносов определены действующие силы на песчинки и составлены уравнения равновесия. На основании лабораторных и натурных исследо-

ваний , а также под данным литературных источников составлены графики, определяющие величины неразмывающей скорости. В результате чего установлена зависимость неразмывающей скорости для песчаных наносов от глубины р.Амударья с учетом критерия режима потока.

Рисунков 2.

УДК 626.01

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ СКОРОСТИ ПО ВЕРТИКАЛИ НА УЧАСТКЕ ДЕЙГИША

И.В.КОГТЕВА

В результате исследования дейгиша в работе приводится сопоставление измеренных значений продольных и поперечных составляющий скорости, угла отклонения придонных токов в натуре и экспериментах, максимального поперечного уклона на модели с расчитанными по предложенным в литературе формулам.

Рисунков 5.

УДК 627.421.1

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА АСФАЛЬТО-БЕТОННЫХ ТЮФЯКОВ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ АМУДАРЬИ

К.Х.ИМАМУТДИНОВ

В статье предлагается методика гидравлических расчетов тюфячных креплений применительно к условиям нижнего течения р.Амударья,а также горных рек.

Подробно приводятся расчеты тюфячного крепления; определяется ширина, укладываемого на дно реки, проверка прочности тюфяка на разрыв в процессе деформации или подбор арматуры и проверка устойчивости тюфяка под действием сдвигающего ледяного поля.

Данная методика применима не только в условиях нижнего течения р.Амударья,но и для крепления берегов в условиях горных и предгорных рек.

Таблиц 2. рисунков 3.

УДК 631.347:62-52

ПРАВИЛА МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЦИОНАРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ СИСТЕМ, РАЗРАБОТАННЫХ В КазНИИВХ

А.Я.РАБИНОВИЧ, И.Г.ЗУБ

В статье дается описание принципиальной стационарной автоматизированной дождевальной системы с подземными выдвижными гидрантами для дождевальных аппаратов импульсного и непрерывного действия.

Изложены основные правила и технические условия заводских испытаний выдвижных подземных гидрантов, импульсных дождевальных аппаратов и гидравлических шаговых искателей (ГШИ).

В результате строительства и эксплуатации ряда опытных систем установлены основные правила монтажа и эксплуатации автоматизированных выдвижных гидрантов для дождевальных аппаратов импульсного и непрерывного действия , приводятся неисправности и нарушения нормальной работы ее оборудования и методы их устранения.Установлены затраты труда на установку автоматизированных выдвижных подземных гидрантов.

Рисунков 3, таблиц 2.

УДК 631.347:621.3.019.3/62-52

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОАВТОМАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ НА СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМАХ ДОЖДЕВАНИЯ

А.М.ШАРКО, И.М.ГОНИАДИ

В статье приведены результаты исследований надежности устройства для телеуправления водораспределением на системах дожде-

вания.

Выявлено, что поток отказов можно принять простейшим, так как число устройств на системе велико, а интенсивность отказов каждого из них - величина, близкая к нулю. Поэтому, следуя теореме Пальма-Хинчина, вероятность появления определенного количества отказов за некоторый промежуток времени можно определить по формуле Пуассона.

Максимальное количество устройств телеуправления на системе определено исходя из влагообеспеченности сельскохозяйственных культур и опытного значения параметра потока отказов.

Рисунков 3.

УДК 631.347.631:67

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УЩЕРБА ОТ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОЛИВНЫХ УСТРОЙСТВ СТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ ДОЖДЕВАНИЯ

А.М.ШАРКО, И.М.ГОНИАДИ

Величина поливной нормы, вносимой в почву отдельными поливными устройствами, на стационарной системе дождевания колеблется в некоторых пределах. Это различие обусловлено рассеиванием рабочих параметров дождевальных устройств и сети технологических трубопроводов.

Путем введения в рассмотрение степени совершенства поливных устройств, характеризуемой коэффициентом вариации, и приведения его в соответствие с рассеиванием оросительных норм вокруг оптимального, установлена зависимость величины ущерба урожая в функции от степени совершенства поливных устройств.

Рисунок.

УДК 626.82

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОЛУСТАЦИОНАРНОЙ САМОНАПОРНОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ПОДЗЕМНЫМИ ВЫДВИЖНЫМИ ВОДОВЫПУСКАМИ

А.Я.РАБИНОВИЧ, А.Н.ТОКАРЕВ

Впервые в Казахстане в совхозе "Бурненский" Джамбулской области построена опытно-производственная полустационарная оросительная система с подземными выдвижными водовыпусками и гибкими поливными шлангами для полива по бороздам картофеля на площади 28,8 га.

Стволы водовыпусков выдвигались и задвигались при сравнительно небольшом напоре воды - 0,7-0,9 кГ/см^2.При этом напоре создаются усилия 670-880 кГ при подъеме ствола и 260-320 кГ при его заглублении.

Затраты труда при применении такой системы в совхозе "Бурненский" снизились : при поливе на I,9 чел.-час/га, по механизированным работам на 2,05 чел.-час/га и по ручным прополочным работам на 25 чел.-час/га.Коэффициент земельного использования возрос с 93,54% до 98%.Капитальные вложения совхоза на строительство системы окупились за I,I года.

Рисунок.

УДК 532 + 621.643.5I

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВЫДВИЖНЫХ ВОДОВЫПУСКОВ КОНСТРУКЦИИ КазНИИВХ

А.Я.РАБИНОВИЧ

Гидравлическими исследованиями, проведенными по общепринятой методике, установлено, что фактические потери напора в водовыпусках на 20-26% больше расчетных, подсчитанных по существующим формулам.По результатам опытов определены коэффициенты гидравлических сопротивлений водовыпусков ПВВ-50 и ПВВ-I00, равные

соответственно 2,99 и 2,5I.По данным опытов определены также значения коэффициентов гидравлических сопротивлений от степени открытия запорного клапана (отношение хода запорного клапана к диаметру выходного патрубка).

Установлены расходные и дроссельные характеристики водовыпусков, позволяющие осуществлять выбор необходимых режимов их работы.

Рисунков 3.

УДК 58I.I:633.63/63I.548

ВОДНЫЙ РЕЖИМ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ ИМПУЛЬСНОГО ДОЖДЕВАНИЯ

И.Г.ЗУБ, В.Г.БРЮКВИН

При импульсном ежесуточном дождевании сахарной свеклы на Алма-Атинском опорном пункте нормами 30-60 $м^3$/га значительно улучшается водный режим растений сахарной свеклы, повышается оводненность тканей,на 30-40% снижается водопоглощение листьев и на 30-35% увеличивается их водоотдача.Наблюдается также усиление транспирации.Температура листьев сахарной свеклы в условиях ежесуточных поливов импульсными аппаратами понижается на 5-7° по сравнению с растениями, расположенными на контрольных делянках, где поливы проводились ежедекадно установкой КДУ-55М.

Относительная влажность воздуха на высоте 0,6 м при ежесуточном импульсном дождевании была на I5-20% выше по сравнению с контролем.

Улучшение водного режима растений и почвы, а также микроклимата орошаемого поля, способствует значительному увеличению урожайности сахарной свеклы.В соответствии с полученными данными ее урожайность составила 487-54I ц/га - при ежесуточном импульсном дождевании малыми поливными нормами; 324-430 ц/га - при ежедекадных поливах импульсными аппаратами и установкой КДУ-55М нормой 300-800 $м^3$/га.

Рисунков 5.

УДК 626.845:631.432/551.584/635.9

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И МИКРОКЛИМАТ ПЛОДОВОГО САДА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ПОДКРОНОВОМ ДОЖДЕВАНИИ

Ю.Д.КУЙКО

Полив под кронами плодовых деревьев дает более равномерное увлажнение почво-грунта плодового сада.Специально для подкронового полива сада в КазНИИВХ сконструирован и изготовлен щелевой импульсный аппарат.

Полученные предварительные данные позволяют отметить, что ежедневное импульсное дождевание малыми оросительными нормами в жаркое время суток дает возможность поддерживать заданный уровень влажности почвы и увеличивать влажность воздуха, снижая его температуру.

УДК 631.67.633.63

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОЛИВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Н.Ю.КРЕККЕР, Н.П.БОРОВЕНСКИЙ

При орошении сахарной свеклы на юге Казахстана оказалось целесообразным сочетать дождевание с поливами по бороздам как в течение вегетационного периода, так и в процессе каждого полива.

В результате исследований КазНИИВХ установлено, что урожай сахарной свеклы при комбинированном орошении в условиях юга Казахстана увеличивается на 10-15% по сравнению с поливами по бороздам и до 25% по сравнению с дождеванием.Расход оросительной воды при комбинированных поливах составлял 13-15 $м^3$/ц и был ниже, чем при поливах только по бороздам или только дождеванием.

Для проведения бороздково-дождевальных поливов использовались двухконсольные агрегаты ДДА-100М, оснащенные специальными сменными рабочими органами.

Рисунков 3, таблица.

УДК 626.81/85

ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОДЕЛЕНИЯ И ТЕХНИКА ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

И.Н.ХЕ, Н.Ю.КРЕККЕР

Опыт эксплуатации закрытых оросительных систем для бороздкового полива показал, что при одновременном проведении полива из всех поливных трубопроводов, подвешенных с одной стороны транспортирующего, одновременный выход из-под полива составляет 25-30 и более га площади. Это в 3-4 раза превышает оптимальную площадь делянки суточного полива и обработки.

Целесообразно, при разработке более совершенных систем, предусматривать возможность проведения полива из отдельных участков поливного трубопровода.

В КазНИИВХ разработана и испытана конструкция закрытой оросительной системы для бороздкового полива, обеспечивающая проведение полива поочередно по участкам поливного трубопровода.

Рисунков 3.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Х.И.ЯКУБОВ, Л.КОРЕЛИС, А.АБИРОВ. Некоторые вопросы эксплуатации вертикального дренажа на примере старой зоны орошения Голодной степи. 3

Г.В.ЕРЕМЕНКО, И.А.ЕНГУЛАТОВ, Г.Е.БАТУРИН, М.С.МЕРИШЕНСКИЙ. Технические мероприятия эксплуатации горизонтальной закрытой дренажной сети на орошаемых землях.

Г.И.БЕЛЕСКОВ, Л.А.ГЕХТЕР, С.И.КЕБЕРЛЕ, А.С.КОНДАКОВ, В.В.ПЕРЕПЕЛКИНА. Эксплуатация сифонных водовыпусков насосных станций Узбекистана. 38

А.В.БОЧАРИН, В.К.ТЯН. Опыт эксплуатации Амубухарского машинного канала им.XXIII с"езда КПСС. 56

Р.А.УСМАНОВ. Исследование эксплуатационных характеристик насосной станции "Хамза". 66

М.Д.ЧЕЛИКАНОВ, Г.А.БЕЗБОРОДОВ, Х.Т.ТАШЕВ. Изучение потерь воды и техника полива хлопчатника в Кашинской степи. 75

Г.А.БЕЗБОРОДОВ, Х.Т.ТАШЕВ. Технико-экономические вопросы в проектах переустройства внутрихозяйственных оросительных систем Кашкадарьинской области. 90

А.А.СКОРОВ. Определение расхода воды в лотках параболического сечения. 103

В.К.ТЯН, И.А.ГОРЕВ. Эксплуатационная водно-энергетическая характеристика насосных станций. 106

Ю.С.ДЬЯКОНОВ. Об усовершенствовании системы управления ирригационными водохранилищами в Кашкадарьинской области. 111

Г.Ф.РОЖКОВ. Новые струенаправляющие органы для дальнеструйных дождевальных машин и установок (в порядке обсуждения). 124

Н.Н.БОЕВ- Предварительные обобщения экспериментальных данных с пунктирными струями..... 128

С.И.КЕБЕРЛЕ, Б.И.БЕЛЕСКОВ-Щелевойс водобойный пол уральского типа на консольных стенках..... 135

Б.И.БЕЛЕСКОВ, Л.А.ГЕХТЕР. Измерение параметров волн в волновых лотках. 139

А.Я.БЕЛОУСОВ. Влияние способов пуска в работу погружных электронасосов на пескование скважин вертикального дренажа. 143

Г.Д.СМЕЛОВ. К вопросу механизации очистки мелкой оросительной сети. 153

Э.М.ОСТРОВСКИЙ, П.С.ТРЕБУНСКИХ. Исследование работы новых мелиоративных машин на очистке каналов. 156

А.П.ОРЛОВА, Л.Н.ДАНИЕЛОВА. К вопросу методики исследования степени самоочищения подземных вод от азотосодержащих компонентов. 164

А.Я.БЕЛОУСОВ. Некоторые вопросы повышения надежности погружных электронасосов типа ЭЦВ на скважинах вертикального дренажа в Узбекской ССР..... 169

А.М.МУХАМЕДОВ, Т.ЖУРАЕВ. О коэффициенте шероховатости р.Амударья. 181

А.М.МУХАМЕДОВ, Р.Р.АБДУРАУПОВ, З.НУРИТДИНОВ. Выбор расчетной формулы неразмывающей скорости для Амударьинского песка. 189

И.В.КОГТЕВА. Изучение распределения продольных и поперечных составляющих скоростей на участке дейгиша. 196

К.Х.ИМАМУТДИНОВ. Опыт проектирования и расчета асфальтобетонных тюфяков в условиях нижнего течения Амударьи. 207

А.Я.РАБИНОВИЧ, И.Г.ЗУБ (КазНИИВХ). Правила монтажа и эксплуатации конструктивных элементов стационарных дождевальных систем, разработанных в КазНИИВХ. 219

А.М.ШАРКО, И.М.ГОНИАДИ (КазНИИВХ). Исследование надежности гидроавтоматического устройства телеуправлением на стационарных системах дождевания. 228

А.М.ШАРКО, И.М.ГОНИАДИ (КазНИИВХ). Методика оценки ущерба от надежности функционирования поливных устройств стационарных систем дождевания. 233

А.Я.РАБИНОВИЧ, А.Н.ТОКАРЕВ (КазНИИВХ). Опыт эксплуатации полустационарной оросительной системы с подземными выдвижными водовыпусками. 238

А.Я.РАБИНОВИЧ (КазНИИВХ). Результаты гидравлических исследований подземных выдвижных водовыпусков конструкции КазНИИВХ. 243

И.Г.ЗУБ, В.П.БРИКВИН (КазНИИВХ). Водный режим сахарной свеклы в условиях импульсного дождевания. 250

Ю.Д.ХУЙКО (КазНИИВХ). Влажность почвы и микроклимат плодового сада при импульсном подкроновом дождевании. 259

Н.Ю.КРЕККЕР, Н.П.БОРОВЕНСКИЙ (КазНИИВХ). Комбинированные поливы сахарной свеклы и технология их осуществления. 273

Н.Ю.КРЕККЕР, И.Н.ХЕ (КазНИИВХ). Организация вододеления и техника его осуществления на закрытых оросительных системах. 293

Редакторы Б.Ф.Калягина, В.П.Вдовкина
Корректоры Т.М.Шапошникова, Р.П.Яхъяева

Р-05918 Подписано в печать 25.IX.72г. Формат бумаги 50х60 1/8 п.л.37,62 Заказ 1723 Тираж 300 экз.
Цена 1руб.20коп.

Картфабрика ин-та "Узгипрозем", Ташкент, Мукими, 176