

6
С-25

**МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР**

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

**КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ОБВОДНЕНИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ВОДОСНАБЖЕНИЕ**

Сборник научных трудов

Выпуск 155

6
С-23

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

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

Казахский научно-исследовательский институт водного
хозяйства

ОБВОДНЕНИЕ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ
ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Сборник научных трудов

Выпуск 155



Ташкент—1978

61218

УДК 621.647:628.18

В сборнике содержатся результаты научных исследований по сельскохозяйственному водоснабжению и сельской канализации, по обводнению пастбищ, а также мелиорации земель, технологии орошения и экономике водного хозяйства.

Редакционная коллегия

Кадыров А.А. (отв. редактор), Антонов В.И. (зам. редактора, ин-т Средазгипроводхлопок), Вагапов Р.И. (КазНИИВХ), Валентини Г.Г., Дерлядка Т.И., Жулаев А.И. (зам. редактора, КазНИИВХ), Кеберле С.И., Лактаев Н.Т., Мухамедов, А.М., Мухтаров М.П., Петрунин В.М. (КазНИИВХ), Пулатов У.Ю., Пулатов А.Г., Сапаров Б. (зам. редактора, ТуркменНИИГим), Старковский А.С., Усманов А.У., Якубов Х.И. (зам. редактора, САНИИРИ)

Ф.Г.Герр
канд.техн.наук, заведующий сектором
С.З.Есенжанов
канд.техн.наук, ст.научный сотрудник
(КазНИИВХ)

УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И СТЕПЕНЬ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБВОДИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Создание новой строительной техники для обводнения пастбищ производится в соответствии с действующей системой машин, являющейся технической основой осуществления комплексной механизации всех работ. Система машин постоянно совершенствуется на основе внедрения в практику водохозяйственного строительства всего прогрессивного, позволяющего повысить производительность труда, снизить материалоемкость, себестоимость и значительно улучшить качество выполнения работ /1, 2/.

В целях дальнейшего совершенствования действующей системы машин были проведены исследования по определению уровня производительности труда и степени механизации существующих технологий и машин для строительства обводнительных сооружений.

В основу исследований положена общая программа научно-исследовательских работ, одобренная к исполнению координационным совещанием, проходившим 20-23 июля 1976 г. во ВНИИГиМе /6/.

Программа работ предусматривала сбор материалов по следующим основным показателям:

- общему физическому объему работ в натуральном выражении;
- числу строительных машин;
- числу рабочих, необходимому для выполнения технологической операции;
- числу рабочих, фактически участвующих в выполнении технологической операции;
- нормативы производительности ведущего оборудования, выполняющего технологический процесс.

Для оценки степени механизации отдельных операций и всего комплекса технологические комплексы, приведенные в дейст-

вущей системе машин, дополнены операциями, выполняемыми при строительстве обводнительных сооружений. Кроме того, были собраны и обработаны материалы по следующим показателям:

- общие затраты времени на строительство;
- процент механизации рабочих процессов;
- машино-часы, выполнения работ с применением и без применения основных машин.

Методикой проведения исследований предусматривалось получить значения основных оценочных показателей путем математической обработки указанных материалов.

Фактическая среднегодовая выработка среднесписочной машины находится из соотношения:

$$W = \frac{Q}{n}, \quad (1)$$

где Q - общие физические объемы работ, выполненные всеми машинами одного типа;

n - число строительных машин того же типа, выполняющих этот объем работ.

Уровень производительности труда равен:

$$U_{пт} = \frac{Пф \cdot Пт}{Пф \cdot Пт} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $Пф$ - среднегодовая производительность (в пог.м) одной машины в год;

$Пт$ - число рабочих по технической характеристике;

$Пф$ - число рабочих, участвующих в выполнении технологического процесса;

$Пт$ - нормативная годовая производительность ведущего оборудования, выполняющего технологический процесс.

Степень механизации процесса соответствует:

$$C_{мп} = \frac{Дб}{Д_{общ}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $Дб$ - время выполнения строительных операций механизировано;

$Д_{общ}$ - общее время производства строительных работ (механизировано и выполняется вручную).

В результате математической обработки собранных материалов за 1964-1975 гг. (двенадцать лет) выяснилось, что средняя фактическая годовая выработка копателей шахтных колдцев по Казахской ССР составляет $Пф = 264,26$ пог.м в год (табл. I). Однако по областям республики уровень выработки

изменяется в широком диапазоне от 97,8 пог.м в год в строительных организациях Тургайской области до 442,5 пог.м в год А-Атинской области. Это объясняется различием организационно-технических условий и рядом других факторов. Следует отметить, что вариация среднегодовых выработок по годам в пределах одной области небольшая, что свидетельствует о достоверности полученной информации, а также о том, что на значение Π_{ϕ} оказывают влияние не временные условия, а условия, характерные для отдельных областей.

Для определения уровня производительности труда на КНК-30А нормативная производительность была принята равной $\Pi_{\phi} = 572$ пог.м в год /3/, число рабочих по технической характеристике $n_m = 4$, а фактически в областях республики работает $\Pi_{\phi} = 3$ человека. Среднее значение уровня производительности труда на КНК-30А по Казахстану составляет 61,7% и изменяется в пределах от 22,8 % в Тургайской области до 103,5 % в Алма-Атинской области.

Анализ материалов передвижных механизированных колонн Казахстана показывает, что степень механизации процесса при строительстве шахтного колодца с помощью КНК-30А невелика и равна 31,8%.

По данным фактических годовых выработок станков ударно-канатного бурения средняя выработка по Казахстану за 12 лет равна 446,85 пог.м в год. Однако по областям республики выработки изменяются в широких пределах от 154-158 пог.м в год в Джезказганской и Алма-Атинской областях до 843,8 пог.м в год в Уральской области (табл.2).

Для определения уровня производительности труда на установках, нормативная производительность была принята равной $n_m = 1102$ пог.м в год /3/, число рабочих по технической характеристике равно фактическому $\Pi_{\phi} = n_m = 4$. Среднее значение уровня производительности труда на установках ударно-канатного бурения по Казахстану составляет 40,55% и изменяется в пределах от 14-15% в строительных организациях Алма-Атинской и Джезказганской областях, до 76,8% - в Уральской области.

Степень механизации процесса при строительстве трубчатых колодцев установками ударно-канатного бурения составляет 73,1%.

Таблица I

Фактические нормы выработки КШК-30А, в лог.м/год

№ п/п	Наименование областей	Г о д ы												По обл. в сред-нем
		1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
1.	Алма-Атинская	-	-	-	251	619,5	437	530	326	432	-	-	-	442,5
2.	Актыбинская	-	-	-	247	275	407	136	285	340	565	343	327	325,21
3.	Восточно-Казах-станская	240	180	175	150	172	165	147	130	112	-	-	-	170,6
4.	Гурьевская	-	-	238	435	66	95	92	90,8	117	-	-	58,3	148,89
5.	Дзямбулская	337	301	477	200	200	154,2	215,1	223,0	226,4	228	216	291,7	256,87
6.	Джезказганская	-	-	-	157,8	182,5	193,7	247,3	203,2	-	-	-	153,5	189,65
7.	Карагандинская	-	-	-	142,2	143,1	161,7	221,3	139,9	236,6	372	-	62,5	184,92
8.	Кокчетавская	-	-	-	331,0	218,2	161	150	138	297,5	-	-	-	215,95
9.	Кзыл-Ординская	-	-	-	353,4	560,3	-	203,2	438,9	335,6	-	382,1	261,6	362,16
10.	Павлодарская	-	-	-	0,25	434,3	-	-	132,7	-	-	-	-	189,1
11.	Мангшлакская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	Северо-Казах-станская	-	-	-	485	369,7	-	216	276	-	-	-	-	336,66
13.	Семипалатинская	-	-	-	-	59,3	308	591	527	423	-	-	44	325,38
14.	Талды-Курганокая	-	-	-	-	384	-	-	-	-	326,8	422,8	438,5	393,01
15.	Тургайская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97,8	-	97,8
16.	Уральская	-	-	-	-	299	223	319	408	367	-	-	-	323,2
17.	Кустанайская	-	-	-	235,6	-	396	536	460	186	-	562,6	-	396,03
18.	Целиноградская	-	200	-	230	201	180	235	146	210	-	-	140,5	193,90
19.	Чимкентская	-	-	-	198,0	206,4	-	210,6	-	-	-	-	-	205,0
Среднее		238,5	227	284,2	246,05	283,22	217,45	279,93	269,29	292,38	231,7	337,42	197,56	264,26

Таблица 2

Фактическая годовая выработка станка ударно-канатного бурения
(по областям Казахстана, в пог.м/год)

№ п/п	Наименование областей	Г о д ы с т р о и т е л ь с т в а												По обл. в сред-нем
		1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
1.	Алма-Атинская	-	-	-	131	58	132	262	91	248	-	-	153,7	
2.	Актыбинская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3.	Восточно-Казах- станская	144	141	503	639,5	835	1069	919	763	1271	-	-	643,9	
4.	Гурьевская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5.	Джамбулская	600	500	617	400	400	454	656	838	842	760	732,8	450	
6.	Джезказганская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158	-	158	
7.	Карагандинская	-	-	-	-	-	-	-	-	453	266,8	-	359,9	
8.	Талды-Курганская	-	-	-	-	600	-	-	-	-	-	-	600	
9.	Уральская	-	-	-	-	598	958	992	925	746	-	-	843,8	
10.	Чимкентская	-	-	-	-	204	-	-	-	-	-	-	204	
	Среднее	372	370,5	560	390,2	449,2	653,3	707,3	654,3	712,0	394,9	732,8	446,85	

Таблица 3

Фактическая годовая выработка установок роторно-вращательного бурения
(по областям Казахстана, в пог.м/год.)

№ п/п	Наименование областей	Г о д ы												В сред- нем по области
		1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	
1.	Алма-Атинская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Акмолинская	-	-	-	-	1060,1	-	-	-	-	-	-	-	1060,1
3.	Восточно-Казах- станская	1568	2319	1690	2225	2389	2085	1641	2215	2727	-	-	-	2066,9
4.	Гурьевская	-	-	575	1625	1620	1503	1575,5	1560	2642	-	-	-	1585,79
5.	Джамбулская	1050	1203	1687	800	800	1128	1343	1468	1501	1378,6	1500	1830,8	1288,42
6.	Дзезказганская	-	-	-	350	-	-	-	-	-	-	-	332,2	341,1
7.	Карагандинская	-	-	-	-	409	-	-	-	-	612,07	-	-	510,54
8.	Кокчетавская	-	-	-	1232	1201,3	1410	903	1389	2791	-	-	-	1487,73
9.	Кзыл-Ординская	-	-	-	2225,7	-	-	3200	2210	3151,9	-	3457,4	-	2849,0
10.	Павлодарская	-	-	-	-	685,4	-	-	-	-	-	-	-	685,4
11.	Мангистлауская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.	Северо-Казах- станская	-	-	-	974	1400	1007	1154	1013	1503	1497,9	-	-	1221,27
13.	Семипалатинская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.	Талды-Курганская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	441,7	-	441,7
15.	Тургайская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16.	Уральская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	Кустанайская	-	-	-	1870	3208	1008	2746	2903	2680	-	-	-	2402,5
18.	Целиноградская	-	680	-	670	690	770	780	910	945	-	-	-	777,86
19.	Чукотская	-	-	-	-	956,9	-	-	-	-	-	-	-	956,9
Среднее		1309	1400,7	1384	1330,2	1310,9	1273	1667,8	1708,5	2242,6	1162,8	1799,7	1106,5	1262,5

Таблица 4

Фактическая годовая выработка на одну тонну грузоподъемности автомобилей
(по областям Казахстана, в тыс. т км/т)

№ п/п	Наименование областей	Г о д ы											Средняя по области
		1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975			
1.	Алма-Атинская	-	-	33,7	34,5	34,4	35,6	37,4	37,8	38,9			36,043
2.	Актюбинская	-	-	20,3	20,20	20,9	23,0	26,5	24,3	23,0			22,6
3.	Восточно-Казах- станская	-	-	17,7	17,7	12,6	17,0	19,6	41,4	28,1			22,014
4.	Гурьевская	-	-	16,6	15,3	15,9	17,1	15,7	18,9	16,1			16,514
5.	Джамбулская	-	-	19,2	-	-	-	-	22,8	21,5			21,167
6.	Дзезказганская	13,04	-	-	9,3	23,0	-	-	31,2	31,4			21,588
7.	Карагандинская	18,4	-	17,9	24,3	26,4	22,2	20,03	-	22,1			25,282
8.	Кзыл-Ординская	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
9.	Кокчетавская	-	-	25,3	26	33,2	36,3	39,4	44,7	45,2			35,729
10.	Кустанайская	-	-	23,7	23,2	24,4	29,3	29,3	32,6	32,1			27,8
11.	Павлодарская	-	-	25,6	28,3	26,6	-	27,06	-	31,4			27,826
12.	Северо-Казах- станская	18,2	19,4	13,24	-	-	-	-	-	-			16,947
13.	Семипалатинская	-	-	23,0	22,8	28,3	32,6	33,2	35,8	39,6			30,757
14.	Талды-Курганская	-	-	18,0	22	-	-	30,03	-	-			23,433
15.	Тургайская	-	-	-	-	23,5	12,6	39,6	37,4	35,8			29,78
16.	Уральская	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-
17.	Целиноградская	-	-	24,1	23,2	29,9	30,5	33,7	31,7	34,6			29,529
18.	Чимкентская	-	-	15,2	15,1	16,6	18,3	19,8	30,0	27,5			20,357
19.	Мангышлакская	-	-	-	-	-	-	37,5	40,4	21,9			33,267
Итого													440,573
Среднее													25,916

Фактические средние годовые выработки установок роторно-вращательного бурения по Казахской ССР составляет $P_{\phi} = 1262,5$ пог.м в год (табл.3). Однако по данным строительных организаций областей республики уровень выработок колеблется в сравнительно широких пределах. Так например, в Талды-Курганской области они равны 441,7 пог.м в год, а в Кызыл-Ординской — 2849,0 пог.м в год.

Для определения уровня производительности труда на машинах роторно-вращательного бурения нормативная производительность была принята равной $P_m = 1928$ пог.м в год, число рабочих по технической характеристике равно фактическому $P_{\phi} = P_m = 4$. Среднее значение уровня производительности труда на установках роторно-вращательного бурения по республике составляет 65,48%, по областям находится в пределах от 23 до 147,6%.

Степень механизации процесса при строительстве трубчатых колодцев установками роторно-вращательного бурения составляет 81,5%.

Оценка уровня производительности труда грузовых автомобилей производится путем сравнения фактической и нормативной выработок. В табл. 4 приведены фактические годовые выработки (в тыс. км) на одну тонну грузоподъемности машин за 9 лет в разрезе областей и в целом по Казахстану.

Среднее значение годовой выработки грузовых автомобилей по КазССР составляет $P_{\phi} = 25,916$ тыс.т/км/т, значение среднегодовой выработки по областям колеблется от 16,514 в Гурьевской области до 36,043 тыс.км/т в Алма-Атинской области. Такой разброс значений объясняется различными организационно-техническими, дорожными и природно-хозяйственными причинами.

Уровень производительности грузовых автомобилей по КазССР составляет 105,4%. Значение уровня производительности по областям изменяется от 67,7 в Гурьевской области до 147,8% в Алма-Атинской области.

Полученные значения уровня производительности труда и степени механизации позволяют оценить существующие технологические комплексы, средства механизации, а также использовать при разработке системы машин для строи-

тельства обводнительных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1976-1980 гг. Часть III, мелiorация ЦНИИТЭИ, 1976.
2. Справочник по механизации мелиоративных работ. "Колос", М., 1971.
3. Отчет КазНИИВХ "Нормативы годовых загрузок и потребности в строительных и транспортных машинах для выполнения строительно-монтажных работ при обводнении пастбищ шахтными и трубчатыми колодцами". Джамбул, 1977.
4. Отчеты о механизации строительства и использовании строительных машин, форма № I-НГ (строит) за 1963-1975 гг. по ЦМК и трестом Казахстана.
5. Отчеты ЦМК и строительных трестов по областям Казахстана за 1963-1975 гг.
6. Программа НИР на 1976-1980 гг. по заданию 05.03.05 проблемы 0.52.05 "Разработать перспективную систему машин на период до 1990 г. для комплексной механизации мелиоративных работ". Москва, 1976.

А.И.Жангарин
канд.техн.наук, заведующий сектором
С.З.Есенжанов
канд.техн.наук, ст.научный сотрудник
Ж.К.Касымбеков
старший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ ВОДОПОДЪЕМА ИЗ ШАХТНЫХ КОЛОДЦЕВ НА ПАСТБИЩАХ КАЗАХСКОЙ ССР

Вопросы поиска рационального варианта средств механизации водоподъема в целях сельхозводоснабжения и путей улучшения их эксплуатационных качеств являются актуальными. Современное состояние механизации водоподъема из

шахтных колодцев на пастбищах Казахской ССР характеризуется следующим образом.

Общее количество эксплуатируемых водоподъемников составляет до 31 тыс. шт., в том числе:

- ленточных водоподъемников ВЛМ-100 - 13835 шт. (44,7%);
- водоподъемных лебедек ВЛ-3М, Буровод-3 - 2779 шт. (9,0%);
- центробежных насосов с электродвигателем - 446 шт. (1,45%);
- передвижных пневматических водоподъемников ППВ-30 - 140 шт. (0,45%);
- водоструйных установок - 171 шт. (0,55%);
- воздушных водоподъемников - 198 шт. (0,64%).

Кроме того, имеется незначительное количество ветро-агрегатов, плавучих насосов, глубинных насосов ЭЦВ и шнуровых водоподъемников НШ-30.

Прочих видов используемых средств водоподъема (ручные насосы, гидравлические блоки, винтовые и вибрационные насосы, диафрагменные водоподъемники и т.д.) насчитывается более 13 тыс. шт.

Распределение основных видов водоподъемных средств по областям республики представлено в табл. I /1,2/.

Во всех областях преобладают ленточные водоподъемники ВЛМ-100. Наибольшее их количество в Актыбинской (4317 шт.), Уральской (3781 шт.), Кызыл-Ординской (3053 шт.) и Алма-Атинской (1189 шт.) областях. Кроме того, в настоящее время на шахтных колодцах используются передвижные установки ППВ-30 для группового обслуживания водопойных пунктов.

В районах, где пастбища частично электрифицированы, находят применение плавающие электрические насосы ПН-10, ПН-25 и центробежные насосы (Актыбинская область - 162 шт., Кокчетавская - 149 шт.).

Как видно из анализа количественного состава эксплуатируемых водоподъемников, на шахтных колодцах КазССР получили широкое распространение ленточные водоподъемники марки ВЛМ-100. Простота конструкции, эксплуатационная надежность и возможность соединения с различными двигателями этих водоподъемников обусловили их широкое практическое использование. Себестоимость подъема 1 м³ воды ленточными водоподъем-

никами в условиях сезонных пастбищ и скотопротонных трасс составляет 0,20 руб. /4/.

Из стационарных водоподъемных установок применяются также шнуровые водоподъемники марок ВШП-30 и ВШП-50, хотя они устанавливаются в основном в трубчатых колодцах. За 1974-1975 гг. организациями "Казглавсельхозводоснабжение" смонтировано 400 шнуровых водоподъемников, отличающихся конструктивной простотой, что обеспечивает возможность эксплуатации и ремонта в условиях ремонтных мастерских хозяйств и эксплуатирующих организаций.

Практика эксплуатации стационарных водоподъемных установок показывает, что в условиях сезонных пастбищ и скотопротонных трасс наиболее приемлемы передвижные водоподъемники. Это объясняется тем, что на данной стадии хозяйственной освоенности пастбищ не всегда возможно организовать охрану и надежную техническую эксплуатацию стационарных установок. Кроме того, водоподъемные установки стационарного типа на этих пастбищах используются всего 15-70 дней в году, а остальное время простаивают /4/.

Передвижная водоподъемная установка ПВ-30 конструкции КазНИИМЭСХ пока единственная из эксплуатационных мобильных средств для водоснабжения овец на пастбищах Казахстана. За смену установка обслуживает 6-8 колодцев, расположенных на расстоянии 10-30 км друг от друга, и обеспечивает водой до 7 тыс. овец. Она состоит из компрессора 0-16-А, пневматического насоса и механической лебедки, смонтированных на автомашине УАЗ-452Д. Компрессор обеспечивает давление 4 кгс/см^2 при производительности $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ и приводится в действие через коробку отбора мощности от двигателя автомашины. Пневматический насос замещения ПН-2К - двухкамерный с поплавковым клапаном. Обеспечивается подача воды до $12 \text{ м}^3/\text{ч}$ при напоре 30 м. На барабан лебедки наматывается водный и воздушный шланги.

Эксплуатация первой партии серийно выпускаемых Манкентским заводом "Ливмаш" диафрагменных водоподъемников показала их работоспособность. Они устанавливаются на стационарных водопойных пунктах и рекомендуются для применения на отгонных пастбищах, скотопротонных трассах пустынных и полупустынных районов. Основными узлами водоподъемника

Таблица I

Распределение водоподъемных средств по областям КазССР

Области	Насосы ЭЦВ и ЭЦНБ	Пла- ва- щие зл. на- сосы	Воз- душные водо- подъем- ники ВВ-50	Водо- подъем- ные ле- бедки ВЛ-3А и Буро- вод-3	Шнуро- вые водо- подъем- ники ШП-30 и ШП-50	Лен- точ- ные водо- подъем- ники ВЛМ-100	Водо- струй- ные водо- подъем- ные устан- овки	Родо- подъем- ные ус- тановки с приво- дом от ветроаг- регатив	Перед- вижные водо- подъем- ники ППВ-30	Прочие виды водо- подъем- ного обору- дова- ния
Карагандинская	-	5	-	-	-	418	-	2	20	486
Целиноградская	-	2	3	-	-	369	-	-	4	-
Кокчетавская	4/114	35	-	-	-	930	-	-	-	341
Северо-Казах- станская	-	-	-	-	-	42	-	1	-	-
Акмолинская	152	10	-	-	-	4317	-	-	11	-
Алма-Атинская	-	17	-	-	-	1189	-	22	-	-
Восточно-Казах- станская	-	4	-	-	30	418	-	-	16	-
Джамбулская	-	-	-	-	-	410	171	-	7	6
Джезказганская	-	-	-	-	-	117	-	-	10	-
Гурьевская	-	-	-	-	-	575	-	-	3	-
Кзыл-Ортинская	-	10	15	7	-	3053	-	-	6/467	14
Кустанайская	-	14	-	-	-	279	-	11	1	6
Павлодарская	-	-	-	2761	-	-	-	-	-	-
Семипалатинская	-	10	-	-	-	1255	-	-	23	-
Талды-Курганская	1	-	180	-	1	62	-	-	10/603	-
Тургайская	-	-	-	-	-	865	-	-	20/200	-
Уральская	-	-	-	-	-	3781	-	-	-	1524

ВЛШ-50 являются: насос, сливное устройство, воздушный клапан, напорный водопровод, расширитель, трубы гидропривода, пульсатор, механизм натяжения шкива, ограждение, рама и двигатель.

В последнее время на пастбищах получили распространение воздушные водоподъемники, принцип действия которых основан на поднятии из колодца воздушно-водяной смеси. Воздушный водоподъемник ВВ-50 включает две трубы: воздушную и водоподъемную, соединенные в нижней части форсункой.

Форсунка помещается под динамический уровень воды в скважине. При подаче сжатого воздуха в форсунку воздушно-водяная смесь поднимается за счет разницы удельного веса воды и смеси по водоподъемной трубе вверх и изливается на поверхность земли.

Опыт эксплуатации водоподъемных средств на пастбищах Казахстана показывает, что правильная организация водоснабжения и выбор рационального типа водоподъемника для конкретных районов положительно влияют на хозяйственно-экономические затраты водопоя. Так, согласно данным КазНИИЖЭСХ, стоимость 1 м³ воды может снизиться от 0,66 руб. до 0,31 руб. Причем нижний предел составляет ленточный водоподъемник ВЛМ-100. Капитальные затраты на одну овцу при эксплуатации ВЛМ-100 на шахтных колодцах составляют 2,10 руб., а месячные эксплуатационные расходы на водопой одной овцы - 0,05 руб., что 1,5-2 раза меньше, чем при использовании водоподъемных лебедок ВЛ-3А.

Ленточным и шнуровым водоподъемникам присущи следующие недостатки: безыпорность, т.е. невозможность подачи воды ведущего шкива, а также малый моторесурс двигателей внутреннего сгорания.

Воздушный водоподъемник - эрлифт ВВ-50 имеет высокий срок гарантийной службы: опускаемая в колодец часть служит 20000 часов при одинаковых экономических показателях в сравнении с погружными электронасосами ЭНВ. Статистическая трудоемкость монтажа и демонтажа ВВ-50 невелика - $0,10 \frac{\text{чел.ч}}{\text{м}^3 \cdot \text{ч.м.}}$. Ремонт водоподъемника в условиях хозяйства доступен. Степень сложности эксплуатации и технического обслуживания наземной и опускаемой части средняя и простая. Допускаемая весовая концентрация абразива высокая - до 1,0%.

Наряду с перечисленными достоинствами ВВ-50 при эксплуатации его наблюдается общий низкий к.п.д. (20-25%), необходимость значительного заглубления форсунки под динамический уровень, что не всегда возможно на шахтных колодцах.

Технические, эксплуатационные и экономические показатели опробованных диафрагменных водоподъемников ВВП-50 намного ниже, чем ВЛМ-100 и ВВ-50, в первую очередь, в связи с его недостатками, выявленными в ходе эксплуатации начальной партии серийного выпуска /1,2/.

- Сложность и большая трудоемкость монтажа спускаемого оборудования. Затраты времени на монтаж в 3 раза превышают затраты времени на монтаж ВВП-30 и ВЛМ-100.

- Низкая производительность, вызывающая удлинение цикла водопоя и необходимость строительства дополнительной емкости, а следовательно, и удорожание строительства объекта.

- Жесткость гидравлической схемы и ненадежность фланцевых соединений гидропривода, вызывающие нарушение его герметизации в процессе эксплуатации, загрязнение водозаборного сооружения рабочей жидкостью и необходимость частичного проведения монтажно-демонтажных работ.

Сравнивая передвижной пневматический водоподъемник по эксплуатационным затратам при среднесуточном водопотреблении, равном 5 м^3 , необходимо отметить, что у ВВП-30 они ниже, чем у ВЛМ-100 и составляют $0,23 \text{ руб/м}^3$. К тому же механизация подъема воды передвижными водоподъемниками значительно облегчает труд чабанской бригады и снижает стоимость 1 м^3 поднятой воды до $0,3-0,4 \text{ руб /3/}$.

Модернизация ВВП-30 должна осуществляться с учетом следующих недостатков существующей конструкции.

- Ненадежность привода рабочих органов от трансмиссии автомобиля УАЗ-452Д, особенно узла смазки коробки отбора мощности, частые поломки коробки перемены передач и раздаточной коробки.

- Неустойчивость агрегата на ходу, особенно в условиях бездорожья, что вызвано неравномерным распределением нагрузки в кузове автомобиля и высоким расположением центра тяжести агрегата.

- Несоответствие грузоподъемности автомобиля весу смонтированного оборудования.

Ненадежность конструкции пневмокамерного насоса при откачке сильнозагрязненных водоисточников и отсутствие приспособления для осветления воды и ее обеззараживания.

Отмечено также, что модернизация установки должна обеспечить организацию водопоя из группы шахтных колодцев на отгонных пастбищах или отдельных сооружений на ското-прогонных трассах.

Эффективное использование водоподъемных средств зависит также от правильной технической эксплуатации и своевременного производства периодического техобслуживания.

В настоящее время весь комплекс этих ремонтно-эксплуатационных мероприятий производят специализированные эксплуатационные и ремонтно-строительные организации "Казглавсельхозводоснабжение" Министерства сельского хозяйства КазССР.

Ежедневное обслуживание и повседневный уход за объектами водоснабжения в межосмотровые и межремонтные периоды осуществляется работниками, состоящими в штате хозяйства водопользователя (заказчик), прошедшими обучение и инструктаж в специализированной ремонтно-строительной организации "Казглавсельхозводоснабжение" (подрядчик) и получившими соответствующие документы на право проведения указанных работ.

Работы по периодическому обслуживанию (ТО-1, ТО-2, СО) и ремонту выполняются организациями "Казглавсельхозводоснабжение" за счет средств совхозов, колхозов и других сельскохозяйственных предприятий, передавших объекты сельскохозяйственного водоснабжения на производственно-техническое обслуживание этим организациям.

Опыт первых лет работы управления "Казглавсельхозводоснабжение" свидетельствует о том, что при своевременном проведении технического обслуживания, работ по ремонту обводнительных сооружений и водоподъемных средств значительно улучшаются их эксплуатационные показатели. Выполненный объем подрядных работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту сооружения сельхозводоснабжения составляет 16 млн. руб. /5/.

Однако до настоящего времени большинство хозяйств республики не уделяют должного внимания проведению производственно-технического обслуживания специализированными бригадами "Казглавсельхозводоснабжение": несвоевременно заклю-



чаются договора по проведению технического обслуживания, а в ряде случаев и отказываются от их заключения /1/. Причины отказа мотивируются тем, что техническое обслуживание водоподъемников выполняют имеющиеся в хозяйствах службы инженера по механизации трудоемких процессов в животноводстве.

При эксплуатации водоподъемных установок силами хозяйств ежедневное обслуживание поручено чабанам, технические знания которых ограничиваются лишь инструкцией по выпуску, заправке и остановке силовых двигателей водоподъемников. Следовательно, данная форма обслуживания не может конкурировать с групповым методом обслуживания обводнительных сооружений, проводимых технически подготовленными специалистами.

Осуществление единой научно обоснованной политики в области эксплуатации сооружений сельскохозяйственного водоснабжения будет способствовать снижению эксплуатационных затрат по использованию средств механизации водоподъема на пастбищах КазССР.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Годовые отчеты областных управлений "Казглавсельхозводоснабжение". Алма-Ата, 1974 и 1975 гг.
2. Годовые отчеты республиканского управления "Казглавсельхозводоснабжение" за 1974 и 1975 гг. г. Алма-Ата.
3. К а п л а н Р.М. О перспективных водоподъемных агрегатах для шахтных и трубчатых колодцев пастбищ КазССР. Тезисы докладов научно-технического совещания. Чимкент, 1975г.
4. Т а ж и б а е в Л.Е. Основы водоснабжения и обводнения сельскохозяйственных районов Казахстана. Изд. "Кайнар", Алма-Ата, 1969.
5. Д о с а н о в С.М. Организация технического обслуживания и ремонта сооружений сельскохозяйственного водоснабжения в Казахской ССР. Тезисы докладов. Чимкент, 1975.
6. Ш л и к Б.И. Экономическая эффективность обводненных пастбищ. Тезисы докладов. Чимкент, 1975.

А.А.Гелуташвили
канд.техн.наук, ст.научн.сотр.

В.С.Николашвили
канд.техн.наук, ст.научн.сотр.
(ГрузНИИТим)

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ ГРУЗИНСКОЙ ССР

Наличие высокогорных летних и зимних пастбищ в Грузии с давних пор обусловило возникновение отгонного овцеводства, для которого характерно комбинированное их использование путем перегона скота. При этом из общей площади выгонно-пастбищных угодий подавляющую часть составляют летние пастбища, а на долю зимних приходится всего 15% /1/.

В некоторых районах Грузинской ССР животноводство является основной отраслью сельского хозяйства и определяет профиль специализации. В основном оно сочетается с развитием ведущих отраслей сельского хозяйства, создавая этим благоприятные условия для комплексного развития народного хозяйства.

Основной недостаток животноводства в Грузинской ССР — недостаточная обеспеченность существующего поголовья кормами, что сильно ограничивает производство продуктов животноводства.

Необходимость дальнейшего ускоренного развития животноводства, перевода его на промышленную основу требует более высоких темпов роста производства кормов и повышения их качества. В создании прочной кормовой базы главную роль играют орошение земель и обводнение пастбищ, т.к. специфика пастбищных массивов республики такова, что почти все пастбищные площади расположены в засушливых и недостаточно увлажненных районах.

С целью выявления причины отставания и улучшения существующего состояния водоснабжения животноводческих ферм и обводнения пастбищ нами были проведены обследования районов республики.

Анализ собранных материалов показал, что в последние годы для обводнения все чаще строят водопроводные системы или так называемые пастбищные водопроводы, основные технико-экономические показатели которых приводятся в таблице I.

Таблица I

Основные технико-экономические показатели пастбищных водопроводов

З и м н и е	п а с т б и щ а					Л е т н и е	п а с т б и щ а				
	Наименование пастбищного водопровода	Обвод-няемая площ., га	Строй-тельная стоимость, тыс. руб.	Длина водопровода, км	Способ подачи воды		Наименование пастбищного водопровода	Обвод-няемая площ., га	Строй-тельная стоимость, тыс. руб.	Длина водопровода, км	Способ подачи воды
Яглулжа		17,3	589,0	59,2	нагнетательный		Нила-Карза-меги	25,0	1218,0	47,2	самотечный
Удабно		52,0	1512,0	138,2	" "		Пастбища Богдановского района	39,5	1690,0	126,0	" "
Чатма		31,0	729,0	77,0	самотечный		Асхи	6,0	512,0	17,7	нагнетательный
Малые Шарик и Элдари		49,0	1140,0	115,0	нагнетательный						
Харто-Натбеури		51,0	1228,0	132,0	нагнет. самотечный		Пастбища Ахална	18,1	434,0	22,5	самотечный
Итого		200,3	5198,0	521,4			Итого	88,6	3854,0	213,4	

Несмотря на проведенные в республике работы по обводнению пастбищ, отдельные массивы не обеспечены водой. Необходимо в ближайшее время обводнить Аспиндское, Богдановское, Гегечкорское, Цулукидзево, Ахалкалакское пастбища.

Не в лучшем положении находятся и животноводческие фермы республики. Для водопоя животных часто перегонают на значительные расстояния, что снижает их продуктивность.

Проведенные нами расчеты с учетом существующих норм водопотребления показали, что для водоснабжения животноводческих ферм требуется до 225 тыс.м³/сут., фактически получаемое количество воды из водопроводов не превышает 90 тыс.м³/сут., т.е. потребность объектов обеспечена не более чем на 40% /3/. В большинстве колхозов и совхозов водопотребление на фермах невелико в связи с небольшим количеством голов скота. Так, в 1975 г. 66,1% общего количества колхозов, имеющих животноводческие фермы, насчитывали менее чем по 100 коров, 63,2% - 200 свиней, 28,8% - 1000 овец. Устройство даже самотечных водопроводов для таких ферм обходится дорого. Поэтому экономически целесообразно осуществлять водоснабжение ферм совместно с населенными пунктами и другими сельскохозяйственными предприятиями.

Для улучшения водоснабжения населенных пунктов, животноводческих ферм и обводнения пастбищ в ГрузНИИГМ были разработаны комплексные схемы, при составлении которых учитывались техническая оснащенность, наличие необходимых материалов и ресурсов, внедрение достижений науки и передовой техники, зональность и расселение территории республики, расположение источников водоснабжения и их типы, водопотребление и его нормы, способ подачи воды, материалы магистральных разводящих трубопроводов, мощность и типы насосно-силового оборудования и др.

Схемы составлялись с помощью ЭВМ. Определялись оптимальные диаметры водоводов и необходимость применения ступенчатого проектирования в водоснабжении, перспективное водопотребление республики, которое к 1980 г. составит 1647 тыс.м³/сут. Для обеспечения пастбищных массивов республики, расположенных в районах большого дефицита воды, пре-

дусматривался также подвод или переброска воды из других бассейнов /4/.

В составленных схемах учтена возможность применения пластмассовых трубопроводов отечественного производства, а также механического и силового оборудования, выпуск которых будет обеспечен отечественными заводами. В таблице 2 приведены технико-экономические показатели некоторых характерных схем с применением металлического и полиэтиленового трубопроводов, а также варианты с самотечным и механическим водоподъемом. На рис. дана схема группового водопровода, запроектированного на базе родника, обеспечивающего водой 55 населенных пунктов и 7 животноводческих ферм с общим расчетным расходом $70350 \text{ м}^3/\text{сут.}$ Магистральный водовод имеет 6 ответвлений, из которых 5 представляют гравитационные водоводы, а I - нагнетательный.

Как видно из таблицы 2, применение пластмассовых труб снижает стоимость I м^3 воды до 30-35%, удешевляет и сокращает сроки строительства водопроводов по сравнению с вариантами, где используются стальные трубы. Даже частичная замена стальных трубопроводов полиэтиленовыми, может дать ежегодную экономию до 20 млн.руб.

Малые расчетные расходы и напоры при применении полиэтиленовых трубопроводов обуславливают значительный экономический эффект. Немалый эффект дает также применение полиэтиленовых труб при устройстве орошаемых культурных пастбищ в колхозах и совхозах республики. Устройство культурных пастбищ путем использования подземных и поверхностных вод, бурения и устройства глубоких скважин, механизации подъема воды из колодцев и скважин способствуют развитию животноводства в засушливой и полузасушливой зонах. Динамика роста культурных пастбищ республики имеет следующий вид: в 1972 г. насчитывалось 0,10 тыс.га, в 1973 г. - 1,08 тыс.га, в 1974 г. - 4,00 тыс.га, в 1975 г. - 14,00 тыс.га.

Использование полиэтиленовых труб обеспечивает снижение стоимости гектара культурных пастбищ 1,5 раза.

Согласно проведенным расчетам комплекс мероприятий по обводнению новых площадей и реконструкции обводнительных сооружений, а также по коренному улучшению пастбищных угодий позволит к 1980 г. увеличить более чем в 3 раза продукцию животноводства, получаемую на пастбищах.

Таблица 2

Основные технико-экономические показатели групповых схем

Местонахождение и наименование водопровода	Источник водоснаб- жения	Способ подачи воды	Кол-во обслуж. населен. пунктов	Кол-во обслуж. животнов. ферм	Расчет- ный расход, м ³ /сут	Длина водопровода, км		Стоимость 1 м ³ воды, коп.
						общая	полиэти- леновых труб	
Гали-Зугдидского района	родник	нагнета- тельно самотечный	55	7	70350	147,3	-	12,0
Богдановского района	родник	самотечный	24	9	12900	37,9	98,5	4,0
Гацаутского района	фильтр- трат	" "	11	3	2020	29,2	22,6	16,0
Хобского района	артезиан- ская вода	нагнета- тельный	14	5	10438	41,0	29,2	5,3
Карельского района	фильтр.	" "	15	6	3460	18,3	41,0	19,0
							41,0	6,2
								29,0
								9,7
								86,0
							11,7	29,0

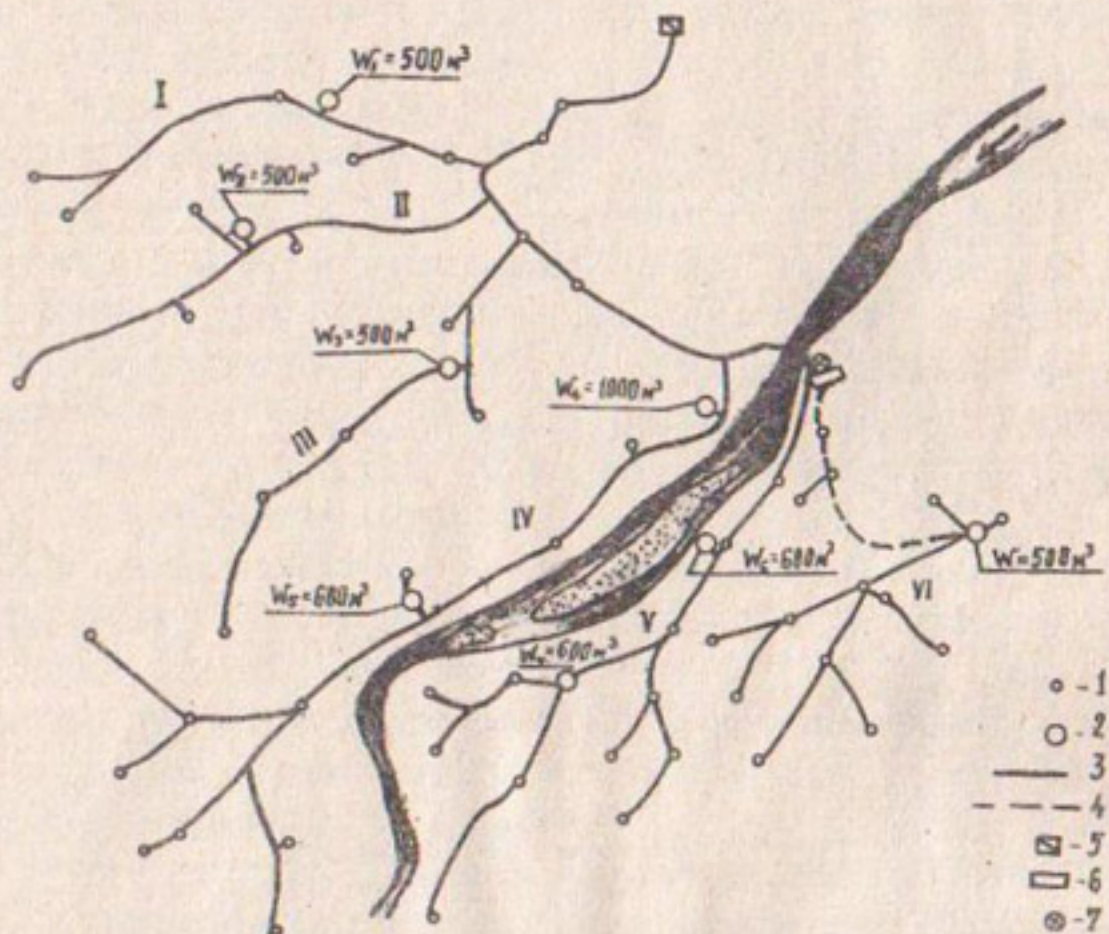


Рис. Схема типового группового водопровода:

I – населенные пункты; 2 – напорный резервуар; 3 – магистральные гравитационные водоводы; 4 – нагнетательный водовод; 5 – каптажное сооружение; 6 – насосная станция; 7 – регулирующий резервуар.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Микералидзе И.С. Специализация и комплексное развитие народного хозяйства Грузинской ССР. "Наука" ,М.,1964.
2. Материалы ЦСУ Грузинской ССР на I января 1975.
3. Гелуташвили А.А. и др. Некоторые результаты исследования современного состояния сельскохозяйственного водоснабжения Грузии и перспективы его развития. Труды ГрузНИИГМ, вып. 25, Тбилиси, 1967.
4. Гелуташвили А.А. и др. Определение экономических диаметров потока для сельскохозяйственных водопроводов симплексным методом линейного программирования. Вопросы гидромелиорации, вып. 29, Тбилиси, 1972.

А.Б.Магай
заведующий отделом
М.К.Баекенова
а с п и р а н т к а
(КазНИИВХ)

БОРЬБА С ВОЗДУШНЫМИ СКОПЛЕНИЯМИ В НАПОРНЫХ ВОДОВОДАХ

Наличие воздуха в водоводе - одна из причин, усложняющих работу пастбищных водопроводов. Скопление воздуха в отдельных местах напорного водовода сужает его сечение, уменьшает производительность, увеличивает потери напора, создает беспокойное течение воды, вызывает вибрацию, гидравлические удары и аварию на трубопроводе. Во избежание этих явлений необходима борьба с воздушными скоплениями в напорном водоводе.

Анализ имеющихся материалов /1-6/ показывает, что причинами поступления воздуха в водовод могут быть:

- неполное удаление воздуха при наполнении водовода водой;
- засасывание воздуха насосами через неплотности на всасывающей линии;

- выделение воздуха, содержащегося в воде водоисточника как поверхностного, так и подземного;
- поступление воздуха через сооружения и арматуру водовода (водозабор, разгрузочные резервуары, водоводы, вантузы и др.).

Борьба с воздухом в напорном водоводе может быть проведена в следующих направлениях:

- предотвращение поступления воздуха в водовод;
- предотвращение скопления воздуха, поступившего в водовод;
- выпуск скопившегося воздуха.

Предотвращение поступления воздуха в водовод осуществляется путем устранения причин, его вызывающих. Эти мероприятия сводятся к следующему.

При расположении насосов выше уровня воды в источнике, когда во всасывающих линиях постоянно поддерживается вакуум, возможно проникновение воздуха в насосы через сальники задвижек на этих линиях и другие неплотности. В этом случае попадание воздуха в водовод рекомендуется предупредить при монтаже и эксплуатации насосов.

На насосных станциях желательно применять центробежные насосы и избегать поршневые.

На самотечных водоводах оголовки его в водозаборном сооружении и оголовки водоотводящей трубы в разгрузочном резервуаре должны быть заглублены на глубину, гарантирующую предотвращение попадания воздуха в трубопровод.

На участках водовода, освобождающихся от воды с образованием вакуума при уменьшении расхода воды или прекращением ее подачи, рекомендуется устранить все неплотности в арматуре и водоводе, установить краны и вантузы для впуска и выпуска воздуха.

При аэрированном поверхностном водоисточнике или подземных водах, содержащих большое количество газов, необходимо предусматривать устройства для выделения захваченного воздуха еще до попадания его в насосы, например, вакуум-котлы.

Необходимо отметить, что этими мероприятиями полностью предотвратить поступление воздуха в напорный водовод не удастся.

Предотвращение скопления воздуха, поступившего в напорный

водовод, может быть осуществлено путем выноса его из водовода потоком воды; установкой на водоводе, в местах возможного скопления воздуха, специальных устройств; установкой в начале водовода воздухоотборника.

Имеется много работ, посвященных изучению движения водовоздушных смесей при сравнительно больших воздухо содержаниях (10-90%) в водоводе /1-10/. Движение таких смесей в водоводе отличается от смесей, содержащих менее 10% воздуха. Содержание в воздухе до 10% смесей в напорных водоводах, движение водовоздушных смесей и явления, возникающие при этом движении, изучены слабо.

В.С.Дикаревский /3/ установил четыре характерных режима движения потока при движении водовоздушных смесей с содержанием воздуха до 10%: раздельное течение воды со свободной поверхностью; движение воздуха в виде отдельных крупных пузырей (пробковый режим течения); движение воздуха в виде групп мелких пузырей; движение воздуха в виде мельчайших пузырьков или эмульсий.

Согласно данным В.С.Дикаревского нерастворенный воздух, содержащийся в воде водоводов в виде мелких пузырей, транспортируемых потоком воды, не оказывает существенного влияния на режим работы этих водоводов и увеличение потерь напора не превышает 2-5%.

Значительное осложнение при эксплуатации водоводов, как показывает практика, вызывает возникновение больших неподвижных воздушных скоплений, которые увеличивают потери напора, уменьшают производительность водовода и вызывают гидравлические удары. В связи с этим большинство авторов /1-10/ основное внимание уделяют вопросам установления условий образования и выноса потоком воды крупных воздушных пузырей. Исследования в этой области сводились в основном к установлению условий равновесия воздушных скоплений в напорном водоводе: определению критической скорости $V_{кр}$, при которой крупные воздушные включения в водоводе находятся в состоянии неустойчивого равновесия ($V = V_{кр}$), а при $V > V_{кр}$ - выносятся из водовода потоком воды. Такие исследования выполнены Яковлевым Н.П. /6/, Г.Г.Коробковым /4/, В.С.Дикаревским /3/, Г.Я.Гигиберия /2/, В.И.Водолазским /1/, А.Веронезе /7/. А.А.Калинске /8/.

С.Фассо /10/.

В таблице I приведена сводка условий и результатов исследований различных авторов по определению критической скорости. Как видно, на величину критической скорости в основном оказывают влияние давление P в водоводе, воздуходо-содержание m_a , диаметр D , уклон i водовода i , шероховатость стенок труб n и др.

$$V = f(P, m_a, D, i, n).$$

Для конкретных условий Кокпактинского, Жаман-Баласайского, Кунгейского самотечного и Дарбазинского напорно-нагнетательного водопроводов нами вычислены значения критической скорости по формулам авторов /7, 5, 4, 6/, результаты которых приведены в таблице 2. Значения критических скоростей имеют довольно большие расхождения от 2 до 50%. Очевидно, это связано с тем, что в формулах, по которым определялось $V_{кр}$, не учитываются все факторы, влияющие на эту величину, отсутствует единая методика исследований. Как видно из табл. 2, проектные значения скоростей движения воды в водоводах во всех случаях меньше $V_{кр}$, вычисленной по формулам авторов, в связи с чем следовало бы ожидать в них пробковый режим со всеми вытекающими осложнениями. Однако натурными обследованиями построенных водопроводов это не подтверждается. Следовательно, по вопросам условий скопления и выноса воздуха из напорного водовода, необходимы дальнейшие исследования.

Что касается устройств по предотвращению скопления воздуха в напорном водоводе, то произведенный патентный поиск по ведущим странам показал, что такие устройства в литературе не встречаются. Выпуск скопившегося воздуха из водоводов в настоящее время производится с помощью воздушных вантузов различных конструкций. Согласно СНиП П-31-74 вантузы для выпуска воздуха надлежит устанавливать в местах установки клапанов для выпуска воздуха, а также в повышенных точках перелома профиля. Вантузы допускается не устанавливать в тех случаях, когда при нормальном режиме работы водовода обеспечивается вынос воздуха потоком воды. В настоящее время режим работы водовода, обеспечивающий вынос воздуха потоком воды, и условия образования воздушных скоплений в напорных

Сводка условий и результатов исследований различных авторов по определению критических скоростей выноса воздушных вclusions

Годы пп	Автор	Материал труб	Диаметры труб, Д-мм	Воз- духо- содер- жание, %	Уклоны труб	Условие равно- весия воздуш- ного пузыря	Факторы, влияющие на равно- весие воз- душного пузыря	Опытное значение скор.скоп.,ча- ние м/с.	При- ме- ча- ние
1. 1937	Vergasse	Стекло сталь цел- лулоид	20,5 37 51 60 114		0,18; 0,068; 0,175; 0,8; 0,1; 0,102; 0,198	$V_g = 62(1 - \frac{6,5}{d^{1,5} + 6,2})$ при предельной длине пузыря и при $\lambda = 45$ $\omega_1 = \sqrt{\frac{2g \Delta \sin \alpha}{\lambda}}$	Предельная длина скоп- ления умень- шается с увеличением d -диаметра	0,27; 0,21; 0,329; 0,3; 0,28; 0,405 0,361	
2. 1965	Н.А. Чарный						Д-диаметр; ω_1 -ско- рость выноса скоплений; λ -коэф- фициент гидравл. сопротивления при полн.сечении; α -угол наклона труб. $V_{min} = 0,065(\frac{d}{d^{1,5} + 6,2})^{1,5}$ п-к-т шерохо- ватости; ω_1 -ди- намический ко- эффициент вяз- кости	Температура воздуха воды и шерохо- ватость	
3. 1966	Н.П. Яковлев	плексиг- лас	100 при $\lambda = 30$ λ -радиус изгиба		0,1-0,707				
4. 1972	Коробков и др.	стекло	11; 16; 14		$\alpha = 0-40^\circ$		$\omega_1 = K \sqrt{\frac{2g \Delta \sin \alpha}{\lambda}}$ K-безмерный па- раметр; λ -коэф- т гидравл.сопротив- ления при полном сечении выноса теорет.	$K=0,073(\sin \alpha)^{-0,43}$ $K = \frac{\omega_1^2}{g^2}$ ω_1 -скорость выноса эксп. ω_1 -скорость	

Таблица 2

Значение критических скоростей по формулам разных авторов

Наименование водопроводов	Материал труб	Уклон нисходящей части	Расстояние, м	Диаметры, мм	Проектные значения скоростей, м/с	Критические скорости выноса скоплений воздуха			Пикетаж		
						по формуле					
						Верещагина И.А.	Чарного И.П.	Яковлева Н.П.			
Кок-Пактинский	асбоцемент	0,05	3070	235	0,2	0,61	1,27	0,638	0,33	ПК26+82 -57+52	
		0,027	243	189	0,29	0,615	2,5		0,82	ПК68+62 -71+10	
		0,006	1430	141	0,52	0,595	1,43		0,86	ПК109+57 -123+87	
		0,005	989	125	0,45	0,59	1,19		0,65	ПК190+86-200+75	
Царбазинский	сталь	0,031	300	250	0,345	0,612	3,1	0,658	0,93	ПК11-ПК14	
		0,041	118	200	0,52	0,61	3,4		0,85	ПК90+82-ПК92	
				150	0,800	0,602					
				100	0,22	0,578					
Кунгейский	асбоцемент	0,0096	1000	200	0,156	0,61	1,48	0,638	0,67	ПК0-ПК10	
		0,004	200	150		0,602	1,17		0,70	ПК13-ПК15	
		0,0091	200	100		0,578	0,915		0,51	ПК100-ПК-120	
		0,0077	5000	150	0,16	0,602	1,62	0,638	0,97	ПК0-ПК-50	
Жамен-Баласайский	асбоцемент			100							
		0,00163	4700	100		0,578	0,312		0,3	ПК65+50-ПК347	
				150		0,602					
		0,002	100	100		0,578	0,415		0,3	ПК64+50-65+50	

трубопроводах в нормативных документах не установлены, поэтому проектировщики предусматривают установку вантузов на всех, даже незначительных, переломах профиля водовода.

Анализ построенных и запроектированных пастбищных водоводов в пустынных и полупустынных пастбищах Казахстана показывает, что на 1,3 км длины водовода приходится устанавливать в среднем один вантуз, а в так называемых "рельефных" водоводах еще чаще. Стоимость установки воздушных вантузов в смотровых колодцах с соответствующей арматурой, как показывает практика строительства пастбищных водопроводов республики, составляет более 3% от строительной стоимости водовода, занимающей основной удельный вес водопровода.

В.И.Водолазский /1/ на основе анализа и обобщения материалов зарубежных и отечественных ученых и результатов собственных исследований дает следующее обоснование необходимости установки вантузов:

- При расчетах количество воздуха, попадающего в водовод, принимать не выше 2-3% от расхода воды.

- Количество воздуха "С", способного раствориться в воде при давлениях, имеющих на всех вершинах перелома профиля водовода, определяется по закону Генри:

$$C = \kappa \cdot P,$$

где κ - коэффициент растворимости воздуха в воде, зависящий от температуры;

P - давление воды на вершинах перелома профиля водовода.

- На вершинах, где ($C > q_{\delta}$) все количество воздуха, попавшее в водоводы, полностью растворяется в воде, вантузы не нужны;

- На вершинах, ($P < q_{\delta}$) часть воздуха находится в нерастворенном состоянии, необходимо определить значение критической скорости для каждой вершины;

- На вершинах, где $V < V_{кр}$, необходимо установить вантуз.

- Сравнение C с q_{δ} необходимо производить как для нормального режима работы водовода, так и для периода его остановки, когда при небольшом статическом давлении выделяющийся из воды воздух способен образовать на вершинах

воздушные скопления. В зависимости от профиля, рабочего и статического давления может оказаться, что решающим в расстановке вантузов будет период остановки работы водовода.

— При расположении потребителя ниже диктующей вершины и остановке работы водовода эти вершины будут освобождаться от воды с образованием вакуума, не представляющего опасность для стальных, чугунных и асбестоцементных трубопроводов с жесткими стыками. В асбестоцементных водоводах с гибкими стыками возможно нарушение стыков при вакууме вследствие вдавливания резиновых колец внутрь муфт. На таких водоводах необходимо устанавливать клапаны на вершинах, которые могут оказаться под вакуумом.

— Размещение вантузов после задвижек и переломов профиля трубопровода нецелесообразно, т.к. всякое местное сопротивление создает возмущение потока и вызывает отклонение пузырьков воздуха к середине трубопровода, снижая наполнение воздухоотборников.

Однако предложенная методика расстановки вантузов на напорных водоводах в настоящее время недостаточно опробована на практике и не вошла в нормативные документы.

ВЫВОДЫ

1. Скопление воздуха в напорных водоводах уменьшает производительность водопровода, увеличивает потери напора и нередко вызывает аварию.

2. Борьба с воздухом в напорном водоводе может быть осуществлена путем предотвращения поступления воздуха в водовод; предотвращения скопления воздуха, поступившего в водовод; выпуска скопившегося воздуха из водовода.

3. Предотвращение поступления воздуха в водовод осуществляется устранением причин его вызывающих. Эти мероприятия выполняются при монтаже и эксплуатации насосов и водоводов.

4. Предотвращение скопления воздуха, поступившего в водовод, может быть осуществлено путем выноса его из водовода потоком воды, установкой на водоводе специальных устройств.

Вопрос о предотвращении скопления воздуха, поступившего в водовод, в настоящее время изучен слабо и нет общепринятого решения.

5. Выпуск скопившегося воздуха из водовода осуществляется с помощью вантузов различных конструкций, но в настоящее время нет научно обоснованных и опробованных на практике нормативов по их расстановке.

6. Борьба с воздушными скоплениями в напорных водоводах в условиях бурного развития в республике сельскохозяйственного водоснабжения и обводнения пастбищ — актуальная задача, требующая дальнейших исследований.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Водолазский В.И. Экспериментально-теоретическое обоснование рационального размещения прибора для впуска и выпуска воздуха по длине напорных магистральных водоводов. Кандидатская диссертация, Харьков, 1965.
2. Гигиберия Г.Я. Исследование динамики воздушных включений в напорных водоводах гидротехнических сооружений. Кандидатская диссертация, Тбилиси, 1956.
3. Дикаревский В.С. Исследование условий удаления воздушных скоплений из напорных водоводов текущей жидкостью и расстановка приборов для выпуска воздуха на трубопроводах. Канд.диссертация, Л., 1958.
4. Коробков Г.Г. и др. Определение скорости выноса воздушных скоплений из трубопроводов. "Водоснабжение и санитарная техника", № 5, 1972.
5. Чарный И.А. Влияние неподвижных включений жидкости или газа на пропускную способность трубопроводов. "Нефтяное хозяйство", № 6, 1965.
6. Яковлев Н.П. К вопросу об условиях образования скопления воздуха в напорных трубопроводах. Сб. трудов Саратовского политехнического института, вып. 24, 1965.
7. Veronese *Sul moto delle bolle d'aria nelle condotte in Pressione*, *L'Energia Elettrica* Ottobre, 1937
8. Kalinske "Removal of air from Pipe Lines by Flowing Water-Civil Engineering" vol. 13 N 10 October, 1943
9. James M Robertson, *Entrainment of Air in Flowing Water-closed Conduit Flow-Transactions of A.S.C. Eng.* vol. 108, 1943
10. Tasso C. "Il movimento dell'aria nelle condotte d'acqua dell'wi alla Luce di recenti esperienze - *L'Eser. Elettrica* 1948 N 7 p 361-372

А.С. Сейдалиев
аспирант
(КазНИИВХ)

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ДЛЯ ГРУППОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Масштабы строительства водопроводных систем сельскохозяйственного назначения непрерывно растут. В ближайшие десять лет в Северном Казахстане планируется построить 20 групповых водопроводов протяженностью 16 тыс. км. Поэтому оптимальное проектирование и строительство групповых водопроводов имеет важное народнохозяйственное значение.

В данной статье приводятся предварительные результаты исследований водопотребления на отдельных объектах, проведенные нами в 1977 г. на Булаевском групповом водопроводе.

Групповые системы водоснабжения, как правило, обеспечивают водой значительное количество сельских населенных пунктов и других потребителей, расположенных на больших расстояниях друг от друга, с различной сельскохозяйственной направленностью.

Практика эксплуатации подобных систем водоснабжения показала, что в их работе имеются существенные недостатки: низкий коэффициент использования проектной мощности водопроводных сооружений (0,4-0,7) /2/.

Одной из причин, влияющих на технико-экономические показатели запроектированных водопроводов, является недостаточное точное определение расчетных расходов.

В настоящее время расчетный расход определяют как сумму максимальных расчетных расходов отдельных потребителей. Однако анализ водопотребления эксплуатируемых систем показывает, что в условиях совместного и одновременного водозабора большого числа потребителей, максимальный расход, формируемый в системе, ниже суммарного расчетного расхода отдельных потребителей. Величину этого снижения можно охарактеризовать коэффициентом совпадения (или совместной работы), под которым следует понимать отношение величины фактического максимального расхода в системе ($\sum_{i=1}^n Q_{\text{макс. сист}}$) к сумме максимальных расходов отдельных потребителей, составляющих эту систему ($\sum_{i=1}^n Q_{\text{макс. i}}$).

$$K_c = \frac{\sum_{n=1}^n Q_{\text{макс. сист.}}}{\sum_{n=1}^n Q_{\text{макс. i}}} \leq 1. \quad (1)$$

Использование этого коэффициента, величину которого можно вычислить с любой наперед заданной вероятностью, обуславливает снижение суммы максимумов отдельных водопотребителей, входящих в систему. Величина расчетного расхода определяется из выражения:

$$Q_{\text{расч.}} = K_c (P) \cdot Q_{\text{макс. расч.}} \quad (2)$$

Величина K_c зависит от многих факторов, в частности, от специализации сельского хозяйства, расстояний между потребителями, специфических условий местности, погодных условий и т.д. Но в большей мере величина K_c зависит от числа потребителей, подвешенных к данному расчетному сечению диаметра магистрали. Коэффициент совпадения имеет свои наибольшие значения в концевых участках и уменьшается по мере приближения к головным сооружениям.

Для установления K_c проводились исследования по установлению режима водопотребления в пяти совхозах, расположенных на различных участках Булаевского водопровода. При этом рассматривался режим водопотребления такой условной системы, состоящей из 5 водопотребителей. По формуле (1) вычисляли значения K_c . Полученный числовой ряд K_c обрабатывался методом математической статистики [1] путем построения гистограммы, а затем кривой обеспеченности по данным таблицы.

Таблица

№ п/п	Разряды K_c	Количество попаданий в разряд m_i	Повторя- емость $y_i = \frac{m_i}{n} 100\%$	P_i
1	2	3	4	5
1.	0,10-0,13	0,5	0,51	100
2.	0,13-0,16	1,5	1,53	99,49
3.	0,16-0,19	4,0	4,07	97,96
4.	0,19-0,22	6,0	6,12	93,89
5.	0,22-0,25	11,0	11,22	87,77
6.	0,25-0,28	13,0	13,24	76,55
7.	0,28-0,31	15,0	15,30	63,31
8.	0,31-0,34	14,0	14,37	48,01

1	2	3	4	5
9.	0,34-0,37	11,5	11,72	33,64
10.	0,37-0,40	8,0	8,16	21,92
11.	0,40-0,43	5,5	5,61	13,76
12.	0,43-0,46	5,0	5,09	8,15
13.	0,46-0,49	1,0	1,02	3,06
14.	0,49-0,52	1,0	1,02	2,04
15.	0,52-0,55	0	0	1,02
16.	0,55-0,58	0	0	1,02
17.	0,58-0,61	1,0	1,02	1,02

Примечание. n - количество опытов, P_i - вероятность превышения нижнего значения разряда.

Вероятностная оценка расчетной величины K_c проверялась по уравнению:

$$P(\alpha < x < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx, \quad (3)$$

где $P(\alpha < x < \beta)$ - вероятность попадания K_c на участок от α до β ;

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} - \text{плотность вероятности};$$

m - математическое ожидание;

σ - среднее квадратическое отклонение;

После ряда преобразований (1) запишем:

$$P(\alpha < x < \beta) = \frac{1}{2} \left[\Phi\left(\frac{\beta-m}{\sigma\sqrt{2}}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha-m}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right], \quad (4)$$

где $\Phi(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^x e^{-t^2} dt$ - функция Лапласа.

Вероятность превышения величины $K_c = 0,5$ по первому методу составляет $P_1 = 2,04\%$, по второму - $P_2 = 2,1\%$.

Величина снижения расчетного расхода с учетом несовпадения расходов отдельных потребителей колебалась от 40 до 60%.

Исследованием был охвачен период минимального и среднего водопотребления, однако, полученные результаты позволяют сделать вывод, что снижение максимального расхода в системе относительно расчетной величины будет наблюдаться и в период максимального водопотребления. Так, например, снижение максимального расхода в сети относительно суммы наибольших фактических зарегистрированных расходов отдельных потребителей составляет 20-40%. Расчетная величина K_c для исследованного нами состава водопотребителей, состоящего

из 5 совхозов с общим населением 6920 человек изменяется в пределах 0,5–0,8. Определение конкретной величины коэффициента совпадения для различных условий требует дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.С.Вентцель. Теория вероятностей "Физматиздат", М., 1962.
2. А.А.Кемелев. Групповые системы сельскохозяйственного водоснабжения, "Колос", М., 1971.

А.Б.Магай
заведующий отделом
Н.П.Ни
мл.научный сотрудник
Ж.Сиргельбаев
мл.научный сотрудник
(КазНИИВХ)

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕЖИМА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ОВЕЦ НА ПАСТБИЩАХ

Режим водопотребления животных – один из основных факторов, определяющих проектные размеры сооружений пастбищного водоснабжения. Кроме того, своевременное поение животных доброкачественной водой является таким же необходимым условием, как рациональное кормление. Следовательно, режим водопотребления, наряду с другими факторами, имеет важное значение для увеличения животноводческой продукции.

В настоящей статье приводятся некоторые результаты летнего цикла исследований режима водопотребления каракульских овец, проведенные КазНИИВХ в 1977 г. на пастбищном массиве совхоза "Таласский" Таласского района Джалбызской области.

Отгонный участок совхоза представляет собой характерный для пустынных и полупустынных пастбищ массив глубоко расчлененных песков с растительным покровом, представленным полынно-разнотравно-кустарниковыми группировками.

Вода подвозилась автоводоносами.

Наблюдения проводились в пастбищный период в течение 53 дней от 10 июля по 1 сентября. Погода стояла жаркая, сухая, температура воздуха достигала 40°C .

Для наблюдений из одной и той же отары было отобрано 12 овец аналогов (одного пола, возраста) средним живым весом 42 кг. Все подопытные овцы разбиты на три группы по 4 овцы в каждой и подчинялись общему режиму содержания отары, однако, водопой овец первой группы проводили один раз в сутки в период от 12^{00} до 13^{00} часов; овцы второй группы поились дважды: от 8^{00} до 9^{00} часов (первый водопой) и от 15^{00} до 16^{00} часов (второй водопой); овцы третьей группы поились три раза в сутки: от 8^{00} до 9 часов (первый водопой), от 12^{00} до 13^{00} часов (второй водопой) и от 16^{00} до 17^{00} часов (третий водопой).

Вторая группа овец являлась одновременно контрольной группой, т.к. в хозяйстве принят двухкратный водопой.

Во время водопоя подопытных овец отгоняли от отары и поили отдельно. Замеры выпитой воды производились объемным методом.

В течение недели (от 10 до 17 июля) овцы приучались к принятому нами распорядку поения.

В начале и конце периода наблюдений каждая подопытная овца была взвешена. В таблице I приведены результаты наблюдений от 17 июля по 1 сентября, осредненные по пятидневкам.

Таблица I

Фактическое водопотребление одной подопытной овцы
за время наблюдений, в л

Водопой	Средние по пентадам								
	17/УП	22/УП	27/УП	31/УП	13/УШ	18/УШ	23/УШ	28/УШ	1/IX
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Однократный $12^{00} - 13^{00}$	5,18	5,52	5,17	4,98	5,10	4,94	5,09	5,22	
Двухкратный $8^{00} - 9^{00}$	2,37	2,14	2,02	1,72	2,02	2,12	2,16	2,15	
$15^{00} - 16^{00}$	3,31	3,28	3,60	3,74	3,3	3,2	2,94	3,18	
Всего	5,68	5,42	5,62	5,46	5,32	5,32	5,10	5,33	

	I	2	3	4	5	6	7	8	9
Трёхкратный									
8 ⁰⁰ - 9 ⁰⁰	1,83	1,63	1,92	2,17	1,82	1,76	2,07	2,09	
12 ⁰⁰ - 13 ⁰⁰	3,58	4,08	3,25	3,1	3,57	4,05	4,17	4,18	
15 ⁰⁰ - 16 ⁰⁰	0,54	0,9	0,53	0,48	0,60	0,54	0,58	0,61	
Всего	5,96	5,80	5,70	5,75	5,99	6,35	6,82	6,88	

Результаты наблюдений обработаны методами математической статистики (рис.).

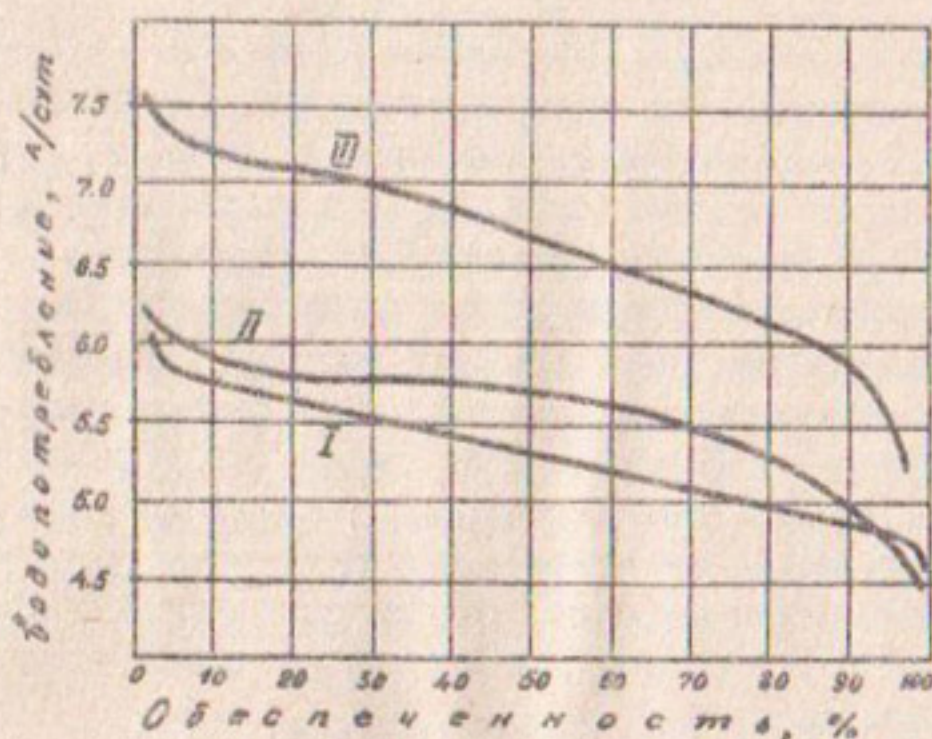


Рис. Кривые обеспеченности водопотребления овец на пастбищах совхоза "Аккульский" (лето 1977г.):

- I — при однократном водопое;
- II — при двукратном водопое;
- III — при трехкратном водопое.

Как показывают наблюдения, суточное количество воды, выпиваемое овцой, не является постоянной величиной и колеблется в достаточно широких пределах, однако, экстремальные значения суточных расходов характеризуются очень малой повторяемостью в течение сезона и потому, несмотря на большую амплитуду колебаний, коэффициенты суточной неравномерности невелики и составляют во всех случаях I, I.

Суточное водопотребление зависит от кратности водопоя (см.рис.), последовательно возрастая с увеличением количества водопоев (табл. 2).

Таблица 2

Распределение выпитой воды овцами в пастбищные сутки
в процентах от суточного расхода

Вид животных	В о д о п о й						
	Двухкратный			Трехкратный			
	I 8-9	II 15-16	К ч	I 8-9	II 12-13	III 16-17	К ч
Овцы	39	61	14,5	28	63	9	15,4

Как видно из таблицы 2, наибольшее количество воды расходуется при двухкратном и трехкратном поении в сутки второго водопоя. Овцы третьей группы выпивали основное количество в первые два водопоя (табл. 1), а в третий водопой — всего лишь по 0,5 л, что составляет 9% от суточной нормы. Если часы водопоя овец третьей группы сдвинуть в сторону вечерних, т.е. часы второго и третьего водопоев "раздвинуть", то расход воды увеличится. Кроме того, овцы третьей группы во второй водопой (от 12 до 13 часов) потребляли воды примерно столько же, сколько овцы второй группы во второй водопой (от 15 до 16 часов). Следовательно, при двухкратном водопое целесообразнее было бы сдвинуть часы первого водопоя в сторону дневных часов, а второго — в сторону вечерних, когда жажда более сильна.

Известно /1/, что на пастбищах Кара-Кумов и Кызыл-Кумов многие передовые чабаны при двухкратном водопое овец придерживаются следующего распорядка поения овец:

первый водопой от 10 до 11 часов;

второй водопой от 17 до 18 часов.

Двухкратное взвешивание подопытных овец показало, что за период наблюдений вес овец первой группы увеличился в среднем на 6%, второй — на 8,4%, третьей — на 9,9% (табл. 3).

Как видно, лучший привес овцы дают при трехкратном поении, более частый водопой в условиях пастбищ полупустынного юга Казахстана нецелесообразен, т.к. увеличивается число холостых пробегов, что ведет к снижению продуктивности животных /1/. Влияние кратности водопоев на продуктивность овец требует дальнейшего уточнения.

Таблица 3

Фактическое увеличение веса подопытных овец

Водопой	Вес до опытов, кг	Вес после опытов, кг	Прибавка в весе, кг	В среднем на одну овцу, кг	В % к первоначальному
1.Однократный	173,1	183,5	10,4	2,6	6
2.Двукратный	157,7	170,4	13,3	3,2	8,4
3.Трехкратный	171	188	17	4,2	9,9

На основании выполненных исследований для условий пастбищ совхоза "Таласский" Таласского района можно сделать следующие выводы:

1. Фактическое суточное водопотребление при всех прочих равных условиях находится в зависимости от кратности водопоя (режима водопотребления) овец.

2. При двукратном и трехкратном водопое в принятые в хозяйстве часы наибольшее количество воды (61-63%) расходуется при втором водопое. При этом коэффициенты часовой неравномерности изменяются в пределах 14,5-15,4.

3. Продуктивность овец (по привесу) при прочих равных условиях находится в зависимости от кратности поения (режима водопотребления). Оптимальным на пастбищах названного хозяйства является режим водопотребления с трехкратным поением овец.

4. При двукратном поении желательно передвинуть сроки водопоя ближе к полудню и вечеру.

На пустынных и полупустынных пастбищах юга КазССР в основном принят одно-двукратный водопой.

Если учесть, что в десятой пятилетке планируется обводнить 24,8 млн.га пастбищ и реконструировать 25 млн.га ранее обводненных пастбищ, то осуществление обводнительных мероприятий с обеспечением двукратного и трехкратного водопоя овец даст значительный привес мясной продукции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бабенко И.И. Величина радиуса водопоя для овец и основные принципы размещения водопойных пунктов на выпасах. Научные труды ВНИИТМ, том XLV "Колос", М., 1965.

Б.И. Громов
ст. научный сотрудник
(КазНИИВХ)

СТОЧНЫЕ ВОДЫ СЕЛЬСКИХ КАНАЛИЗАЦИЙ

(на примере хлопководхоза им. XIII партсъезда №17 Голодной степи)

Изучением объемов водоотведения сельских канализаций в стране занимается Алма-Атинский комплексный отдел КазНИИВХ. Исследования водоотведения проводились в хлопководхозе им. XIII партсъезда №17 Голодной степи, полностью канализованном сельском населенном пункте. Одновременно с регистрацией объемов водоотведения фиксировалась подача воды в сеть водопровода. Объемы сточной жидкости и водопроводной воды отмечались как по системе канализации и водопровода, так по отдельным жилым домам с различным числом квартир и коммунально-бытовым зданиям.

На рис. I показано количество сточной жидкости, поступавшей в канализационную сеть в процентах от поданной водопроводной воды по сезонам года и в среднем за год.

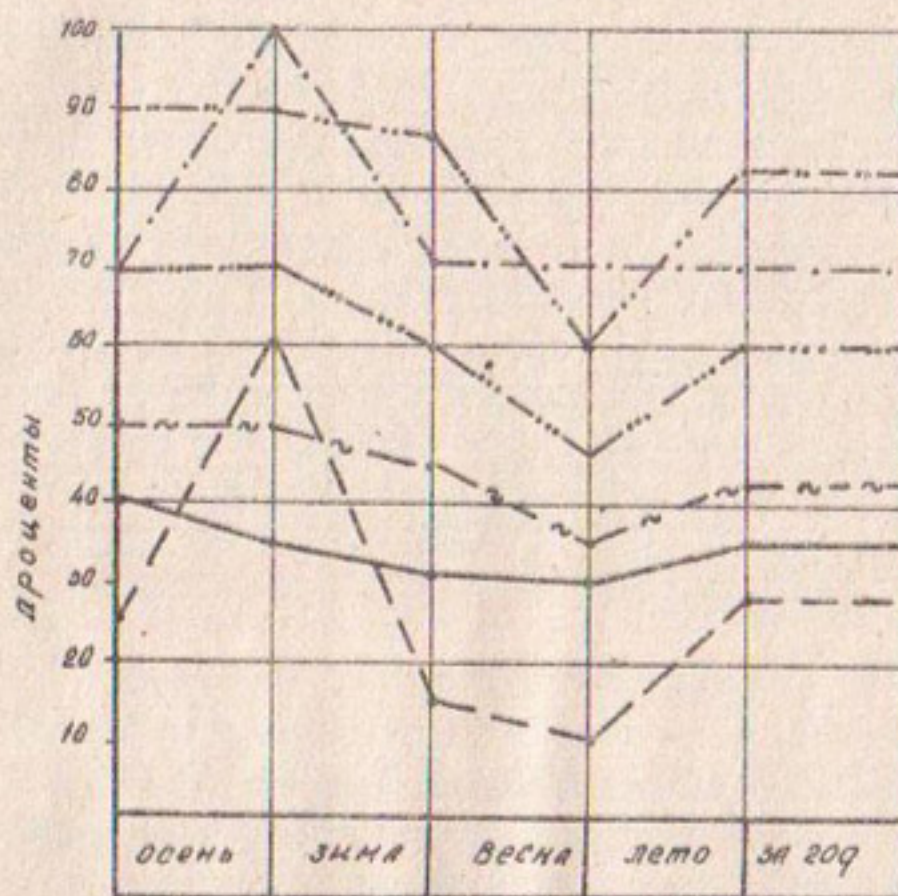
Ниже приведены нормы водоотведения на исследованных объектах.

Двухквартирный одноэтажный жилой дом по ул. Абая, 8

Водоотведение этого дома колеблется от 61% зимой до 10% летом от объема водопотребления. Зимой безвозвратные потери менее значительны, т.к. они включают в основном расходы воды на приготовление корма для скота и его поения. В весенне-летний период значительные объемы воды расходуются на полив приусадебного участка, занимающего 600 м².

Двухквартирный жилой дом на двух уровнях по ул. Новая жизнь, I

Особенностью баланса водопотребления и водоотведения является увеличение объема сточных вод в зимний период (до 90-100% объемов питьевой воды), т.е. объемы водоотведения практически равны объемам водопотребления. Анализ показал, что в период отопительного сезона жители этого дома разбирают горячую воду из системы отопления на хозяйственные нужды, что, естественно, не учитывается водомером, установленным на вводе в дом. В остальные периоды года



- в целом по канализации;
- одноэтажный двухквартирный жилой дом;
- .-.- двухквартирный жилой дом на двух уровнях;
- ~— 12-ти квартирный жилой дом;
- больница;
- столовая

Рис. I. Количество сточной жидкости, поступившей в канализационную сеть в процентах от поданной водопроводной воды.

объемы водоотведения составляют 70% от объемов водопотребления. Приусадебный участок этого дома поливался водопроводной водой только из одной квартиры.

12-ти квартирный жилой дом по ул. Дружба, 18

Объемы водопотребления зимой по этому дому составляют 90% от объема водоотведения, летом – 70%, весной – 60%, осенью – 80%, в целом за год – 75%. Удельные объемы сточной жидкости приближаются к нормативным за исключением весенне-летнего периода, когда водопроводная вода интенсивно разбиралась на полив приусадебных участков.

Следует отметить, что в теплый период года величина объема водоотведения в значительной мере зависит от удельной площади орошаемой территории, приходящейся на I жителя. Удельная орошаемая площадь двух последних жилых домов в 2-3 раза меньше, чем дома по ул. Абая, 8, что сказалось на величине водоотведения.

Больница

Во все периоды года сточная жидкость составляла 90% от объема потребляемой воды и только в летнее время понижалась до 60% за счет разбора воды для полива прилегающей территории и участка.

Столовая

Объемы водоотведения колеблются от 47 до 70% от объемов водопотребления. Вода большей частью расходуется на приготовление пищи, остальная часть – на мойку посуды и продуктов, уборку помещений. Летом расход воды идет на уборку территории вокруг столовой и полив зелени.

Система канализации поселка

Анализ баланса водопотребления и водоотведения водопроводно-канализационной системы показал, что объем водоотведения в 2-3 раза меньше объема водопотребления. Безвозвратные потери воды составляют 60-70%.

Анализ потерь воды показывает, что в течение 1,5-2 месяцев, весной, осенью и в течение всего лета безвозвратные потери слагаются из расходов воды на нужды отде-

лений, заправку автомашин, мытье улиц, проездов и тротуаров. Особенно значительные объемы составляют поливные расходы приусадебных участков.

В зимний период года вода идет на восполнение потерь воды в теплотрассе (до 1100–1300 м³). Баланс водопотребления и водоотведения в теплое время 1973 г. выглядел следующим образом.

Среднесуточное количество поданной воды равнялось 4260 м³.

Среднесуточное количество отдельной сточной жидкости (с утечками) составило 1310 м³, или 31%. Таким образом, безвозвратные потери равны 4260–1310=2950 м³, или 69%.

Составляющие безвозвратных потерь:

- расход воды на нужды рабочих отделений – 180–220 м³, или 7%;
- расходы воды на нужды строительства – 210–230 м³, или 8%;
- мойка и заправка автомашин и др. сельскохозяйственной техники – 80–90 м³, или 3%;
- содержание и поение личного скота и птицы – 35–40 м³, или 1,5–2%;
- расходы объектов производственного сектора (хлопкопункт, хлебопекарня) – 240–250 м³, или 8%;
- полив проезжей части дорог, площадей и тротуаров – 40–50 м³, или 2%;
- полив общественной зелени (газонов, цветников, "живой" изгороди и др.) – 350–450 м³, или 13%;
- полив приусадебных участков – 1150 м³, или 39%;
- прочие расходы – 400–450 м³ (18%), включающие безвозвратные потери воды в жилых и общественных зданиях и др.

Если установлены размеры утечек по отдельным объектам, то определить объем утечек в целом по поселку не представляется возможным.

Согласно приближенной оценке, величина утечек по совхозу составляет не менее 20% от объема водопотребления.

В Н В О Д Ы

По данным нормативной литературы нормы водоотведения принимаются равными нормам водопотребления или допускается их снижение до 80% от объема водопотребления.

Анализ баланса водопотребления и водоотведения по отдельным точкам наблюдения, по системе водопровода и канализации показал: объемы водоотведения отличаются от объемов водопотребления, объемы сточных вод по отдельным жилым зданиям составляют 10-90% от объема водопотребления, среднегодовые объемы водоотведения по системе канализации составляют 35% от объемов водопроводной воды.

Ю.М.Ласков
доктор техн.наук, профессор
(МИСИ)

Л.С.Харчук
и н ж е н е р
(ДГМСИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД СВИНОВОДЧЕСКИХ ПРОМКОМПЛЕКСОВ

В связи с переводом животноводства на промышленную основу возникла проблема очистки и обеззараживания большого объема высококонцентрированных сточных вод. Для успешного решения этой проблемы необходимо иметь данные о режиме поступления сточных вод на очистные сооружения и колебании концентрации загрязнений.

Согласно данным по режиму притока сточных вод от ферм первой очереди строительства Ильиногорского свиноводческого комплекса им. 50-летия СССР Горьковской области производительностью 216 тыс.голов, приток сточных вод на очистные сооружения отличается крайней неравномерностью (рис. 1). Так, в вечерние, ночные и утренние часы (с 18 до 8 часов) приток минимален и составляет в среднем около 2,5% от суточного расхода. С 8 часов расход сточных вод резко увеличивается и составляет около 8% от суточного расхода.

На основании усредненных данных определены часовой, суточный и общий коэффициенты неравномерности притока сточ-

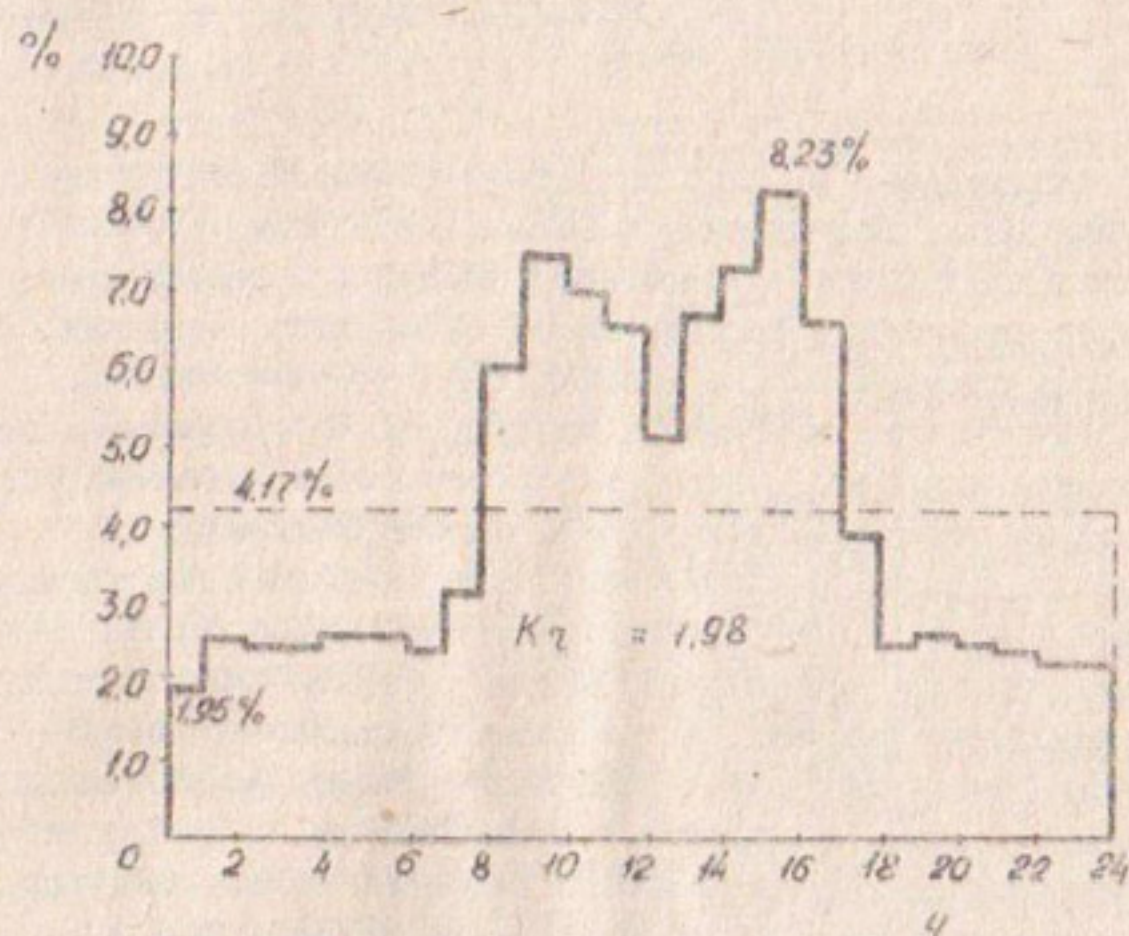


Рис. I. График поступления расхода сточных вод в приемный резервуар по часам суток в процентах от суточного расхода.

ных вод на очистные сооружения, которые можно считать характерными для свиноводческих комплексов производительностью 108 тыс. голов в год.

$$K_{\text{ч}} = \frac{Q_{\text{макс.ч}}}{Q_{\text{ср.ч}}} = \frac{258}{131} = 1,98;$$

$$K_{\text{сут}} = \frac{Q_{\text{макс.сут}}}{Q_{\text{ср.сут}}} = \frac{3196}{3129} = 1,02;$$

$$K_{\text{общ}} = K_{\text{ч}} \times K_{\text{сут}} = 1,98 \times 1,02 = 2,02.$$

Исследования по изучению физико-химического состава сточных вод свиноводческих комплексов показали, что они представляют сложные гетерогенные системы, загрязнения которых находятся в растворенном и коллоидном состояниях. В состав примесей входят минеральные, органические и биологические загрязнения. К минеральным загрязнениям относятся песок и кусочки бетона, выбиваемые копытными свиней из решетчатых полов, соли различных химических элементов (калий, кальций, медь, железо, магний, марганец, натрий и др.). К органическим примесям относятся нерастворенные кормовые концентраты, зерно, продукты физиологических выделений животных, загрязнения, вносимые при дезинфекции, мытье животных и установок (фенолы, формальдегиды, сера и сернистые соединения, пестициды и др.). Биологические загрязнения представлены вирусами, бактериями и пр. Питательными веществами являются азот, фосфор, калий, кальций, цинк, медь, железо, магний, марганец и натрий. Содержание питательных веществ в сухом свином навозе по данным Горьковской агрохимлаборатории приведено в таблице 1.

Таблица 1

Ингредиенты сухого свиного навоза

Влажность навоза, %	Протеин сырой, %	Клетчатка, %	Бир., %	Кальций, %	Фосфор, %	Корм. ед.	Перевариваемый протеин, г/кг
5-13	7,4-8,1	22,7-29,0	1,44-2,35	0,85-0,96	0,41-0,53	0,49-0,52	20,9-33,3

В 1976 г. были проведены наблюдения за изменением концентрации взвешенных веществ и БПК в сточных водах.

поступающих на очистку (рис. 2 и 3).

Режим поступления взвешенных веществ можно разбить на несколько самостоятельных фаз, соответствующих ночному отдыху свиней (с 22 до 8 ч) : минимальная концентрация взвешенных веществ, утреннее кормление и уборка (с 8 до 13 ч), вечернее кормление и уборка (с 15 до 22 ч) с максимальной концентрацией загрязнений. Следует отметить, что в отдельные дни наблюдались особо высокие концентрации взвешенных веществ - до 44 г/л.

Исследования показали, что концентрация загрязнений, поступающих на очистные сооружения стоков, изменяется в течение недели: взвешенные вещества - в пределах от 350 до 40000 мг/л, БПК₅ - от 1300 до 33250 мг/л.

Наиболее высокая концентрация загрязнений наблюдалась в те дни, когда производились дезинфекция, мытье животных и оборудования.

Технология содержания свиней в течение года, а также рацион кормления свиней остаются практически постоянными. Поэтому и изменения концентрации загрязнений в сточных водах являются практически постоянными независимо от времени года.

Как указывалось выше, расход и концентрация загрязнений сточных вод свиноводческих комплексов колеблются в течение суток в широких пределах. Расход и концентрация изменяются не циклично. Поэтому емкость приемного резервуара, который частично выполняет роль усреднителя концентрации загрязнений, определяется по графику колебания притока сточных вод с учетом режима откачки. При равномерной откачке сточных вод по часам суток, т.е. при часовом расходе, равном 4,17 % от суточного, и при графике колебаний притока сточной воды в резервуар, представленном на рис. 1, емкость приемного резервуара составляет 24% от суточного расхода. Определение емкости приемного резервуара производилось по методике, принятой в водном хозяйстве.

Объем резервуара-усреднителя равен:

$$W = 0,24 \times Q_{\text{сут}}, \text{ м}^3$$

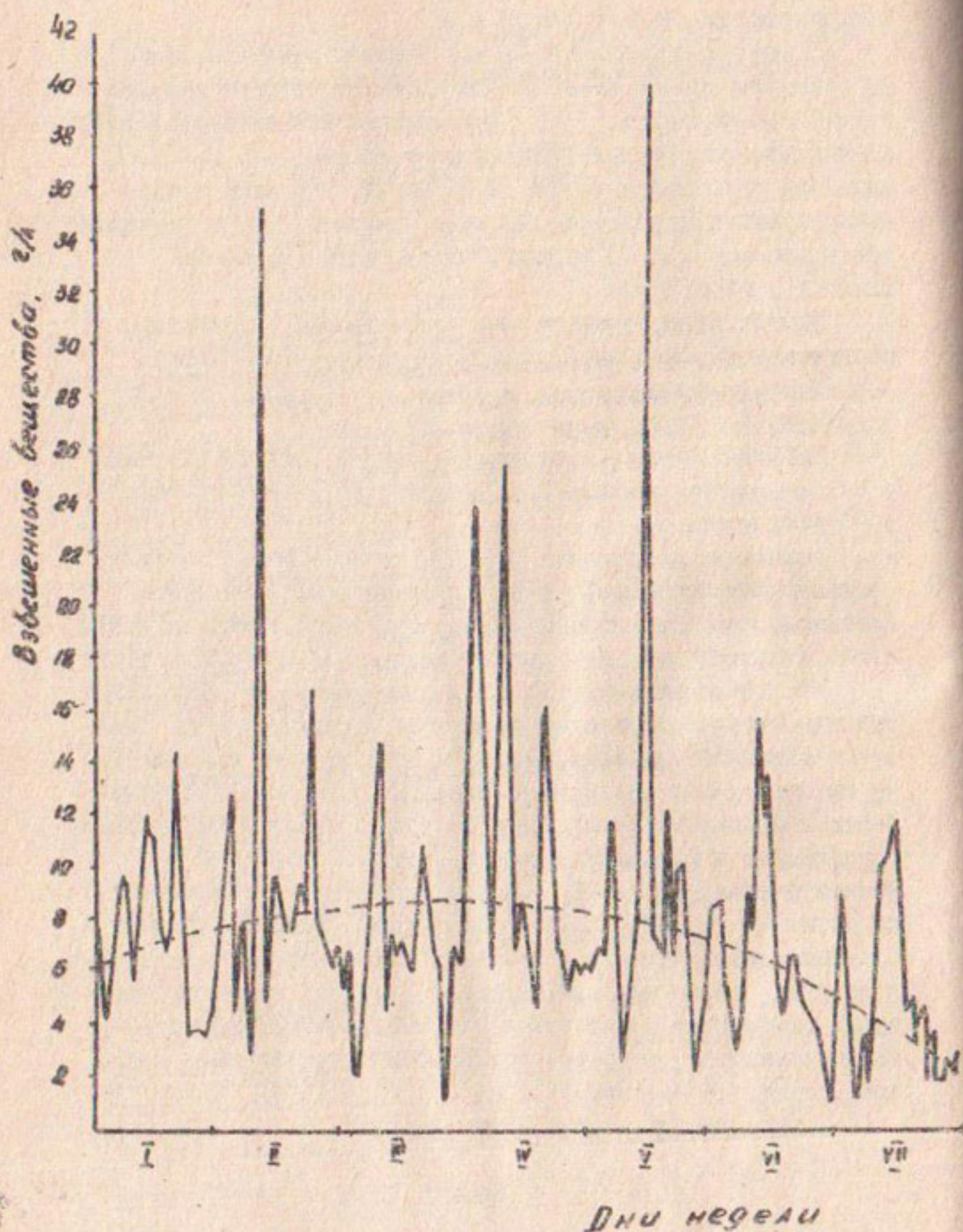


Рис. 2. График колебаний концентраций взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения.

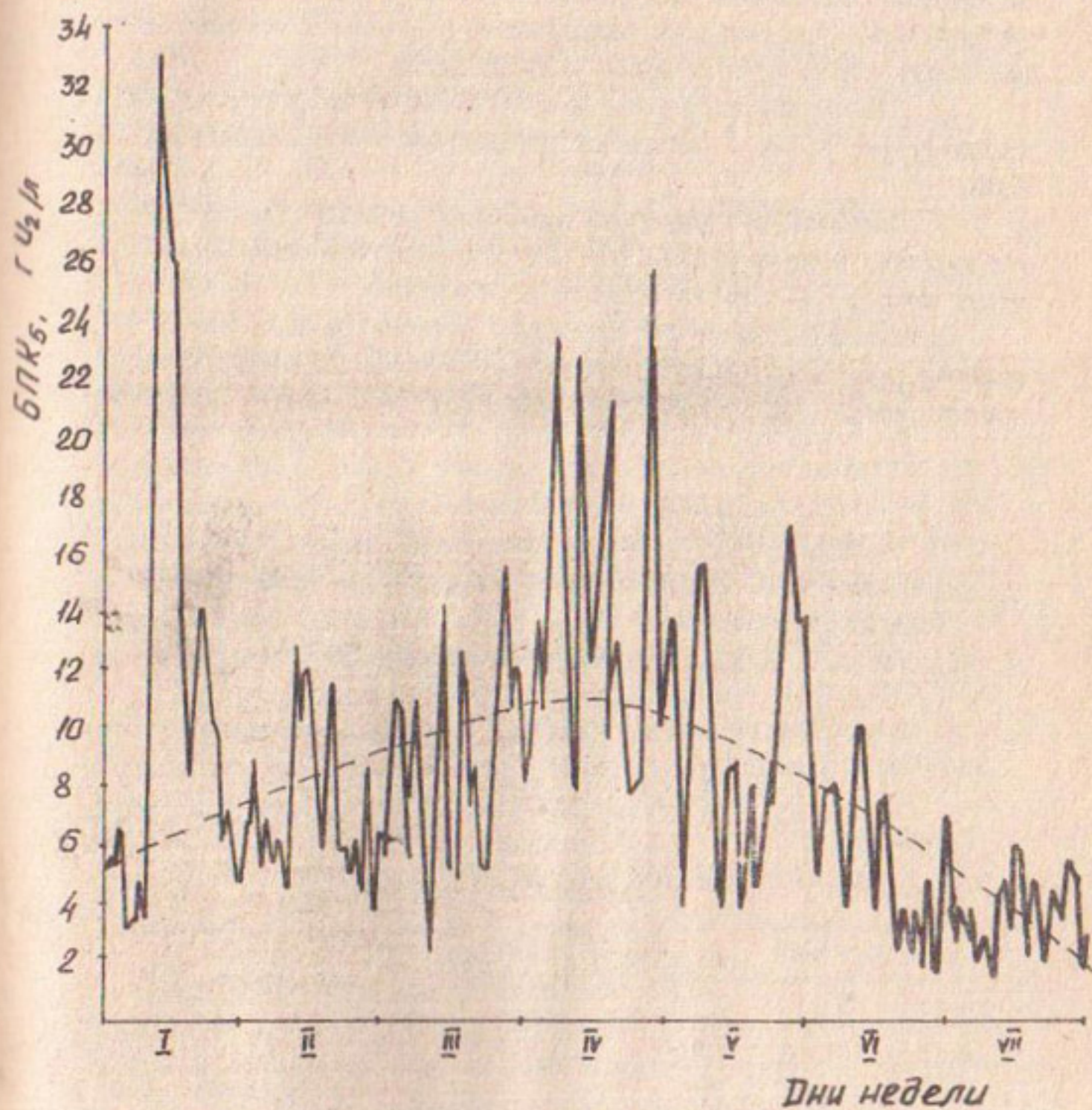


Рис. 3. График колебаний концентраций загрязнений по BPK_5 в течение недели.

В В В О Д Ы

1. Сточные воды свиноводческих комплексов характеризуются высоким содержанием взвешенных веществ и органических загрязнений. Концентрация загрязнений взвешенных веществ достигает 40000 мг/л, по БПК₅ - 33250 мг/л.

2. Режим поступления сточных вод сильно меняется по часам суток. Общий коэффициент неравномерности составляет 2,02.

3. Приемный резервуар не выполняет функцию резервуара-усреднителя концентрации, поэтому объем должен быть определен исходя из графика притока и откачки.

Ориентировочно объем приемного резервуара для комплексов производительностью 108 тыс.голов в год может быть принят равным 24% от суточного расхода.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Козловский В.Г. Технология промышленного свиноводства. Россельхозиздат, М., 1976.
2. Яковлев С.В. и др. Канализация. Стройиздат, М., 1975.

А.А.Цхай
старший инженер
(ИХН АН КазССР)

Ю.Я.Гранкин
заведующий сектором
(КазНИИВХ)

А.Х.Акишев
мл. научный сотрудник
(ИХН АН КазССР)

Ю.П.Рыбинцев
старший инженер
(КазНИИВХ)

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ МАССОПЕРЕНОСА В КАМЕРАХ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗАТОРА ЛАБИРИНТНОГО ТИПА

Обводнение пастбищ и улучшение водоснабжения пустынных и полупустынных районов Казахской ССР - важная народно-

хозяйственная задача. Одним из путей решения которой является опреснение больших запасов минерализованных вод методом электродиализа. Проведенные КазНИИВХ испытания различных типов электродиализных опреснительных установок показали эффективность применения таких опреснителей в системах сельхозводоснабжения /1/.

Институтом химических наук АН КазССР совместно с Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства разрабатывается электродиализный аппарат с усовершенствованным типом рабочей камеры. Применение нового аппарата позволит значительно повысить технико-экономические показатели и производительность установок.

Величина плотности тока определяет эффективность процесса электродиализа, однако, ее увеличение ограничивается концентрационной поляризацией на поверхности мембран. При конструировании промышленных электродиализных аппаратов для заполяризации мембран прибегают к турбулизации потока опресняемой воды в камерах путем повышения скорости потока и введения местных сопротивлений. Исследования каналов лабиринтного типа показали, что наиболее эффективным местным сопротивлением является поперечный мостик. Варьируя высоту и расстояние между мостиками (шаг) можно добиться увеличения плотности тока при оптимальных потерях напора /2/.

При разработке усовершенствованной прокладки нами были исследованы ряд профилей каналов с целью выбора оптимальных геометрических характеристик канала. В таблице I приведены размерные характеристики каналов.

Таблица I

Размерные характеристики каналов

Характеристика	Обоз- начение	Размер- ность	Тип камеры							
			I	II	III					
I	1	2	1	3	1	4	1	5	1	6
1. Ширина канала	B	см	I, I	I, I	I, I					
2. Высота канала	H	см	0,12	0,12	0,12					
3. Шаг мостиков	t	см	10	20	40					
4. Высота мостика	h	см	0,05	0,05	0,05					
5. Длина мостика по оси канала	l	см	0,1	0,1	0,1					

	I	!	2	!	3	!	4	!	5	!	6
6. Эквивалентное сечение			$f_{\text{экв.}}$		см^2		0,126		0,129		0,131
7. Эквивалентный диаметр			$d_{\text{экв.}}$		см		0,207		0,212		0,214
8. Смоченный периметр			x		см		2,430		2,435		2,437

Определение гидродинамических условий в рабочей камере проводилось на лабораторном стенде, в ячейке между плитами из оргстекла зажимался пакет из двух мембран и полиэтиленовая прокладка с элементом исследуемого канала. Через ячейку по замкнутой схеме прокачивался раствор 0,02 н. NaCl , термостатированный при 20°C . На участке прокладки длиной 200 мм производились замеры перепада давления с помощью дифманометра, расход через камеру определялся объемным методом. Результаты гидродинамических экспериментов представлены в виде безразмерной зависимости $\lambda = f(Re)$. Полученные данные приведены на рис. 1 в виде графиков в системе координат $\lg Re - \lg \lambda$.

Критерий Рейнольдса определяли по формуле:

$$Re = \frac{V_{\text{экв}} \cdot d_{\text{экв}}}{\nu}, \quad (1)$$

где эквивалентный диаметр канала $d_{\text{экв.}}$ вычисляется по формуле:

$$d_{\text{экв}} = \frac{4 f_{\text{экв}}}{x}. \quad (2)$$

Эквивалентное сечение $f_{\text{экв.}}$ и смоченный периметр определялись из выражений:

$$f_{\text{экв}} = B \left(H - \frac{\sum \ell h}{L} \right); \quad (3)$$

$$x = 2 \left(B + H - \frac{\sum \ell h}{L} \right), \quad (4)$$

где L — базовое расстояние (принято 8 см);

$\sum \ell$ — общая длина мостиков на базовом расстоянии, см.

Безразмерный коэффициент сопротивления λ определялся по формуле:

$$\lambda = \frac{\Delta H}{L} \cdot \frac{d_{\text{экв}}^5 \cdot 2g}{V_{\text{экв}}^2}, \quad (5)$$

где ΔH — потеря напора;

L — длина измерительного участка.

Для всех исследованных каналов экспериментальные точки укладываются на три прямые линии, имеющие различный

наклон к оси абсцисс (рис. 1). Область ламинарного режима течения характеризуется линейной зависимостью перепада давлений от скорости, т.е. $\lambda = \frac{A_1}{Re}$, где $A_1 = const$, эта область характеризуется преобладанием сопротивления вязкого трения над сопротивлением инерционным.

Второй участок графика – область возникновения развития турбулентности – описывается уравнением $\lambda = \frac{A_2}{Re^{n_2}}$, в котором $n_2 < 1$, движение жидкости в этом диапазоне начинает носить вихревой характер и характеризуется значительным конвективным переносом.

Область установившегося турбулентного режима течения характеризуется зависимостью $\lambda = \frac{A_3}{Re^{n_3}}$, при $n_3 < n_2$.

Полученные из анализа графиков параметры границ режимов и зависимости коэффициента сопротивления λ от числа Рейнольдса Re в соответствующих областях сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Гидродинамические характеристики рабочих камер

Тип ка- ме- ры	Параметры границ ла- минарного и переходного режимов		Параметры границ пе- реходного и турбулентно- го режимов		Зависимость $\lambda = A / Re^n$					
					Ламинар- ный режим	Переход- ной режим		Турбулент- ный режим		
	Re'	$v'_{экв.}$ см/с	Re''	$v''_{экв.}$ см/с	A_1	n_1	A_2	n_2	A_3	n_3
I	43,9	2,21	242	12,2	184,8	I	89,2	0,802	8,04	0,36
II	63,4	3,72	490	23,1	159,0	I	53,6	0,717	4,95	0,33
III	80,5	5,02	676	31,0	147,3	I	34,3	0,759	2,35	0,26

В таблице 3 приведены расчетные данные по потерям напора в функции приведенной скорости, подсчитанной по свободному сечению, см/с.

Предельные условия концентрационной поляризации не наступают, если скорость движения воды выше некоторой деполяризационной величины, обеспечивающей достаточный массообмен у поверхности мембраны, поэтому для оптимизации режима работы электродиализной установки необходимо знать зависимость между предельной плотностью и деполяризационной скоростью потока. Эти зависимости получают измерением

Таблица 3
Потери напора по длине камер (в см вод. ст/пог.м) в функции скорости

Тип камеры	Приведенная скорость, подсчитанная по свободному сечению, см/с									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	
I	5,5	15,0	29,4	41,1	75,2	129,4	180,0	230,0	290,3	
II	10,6	26,2	47,5	74,1	141,3	224,5	338,3	456,7	600,3	
III	18,1	39,5	65,0	105,1	195,2	312,3	455,9	620,3	900,0	

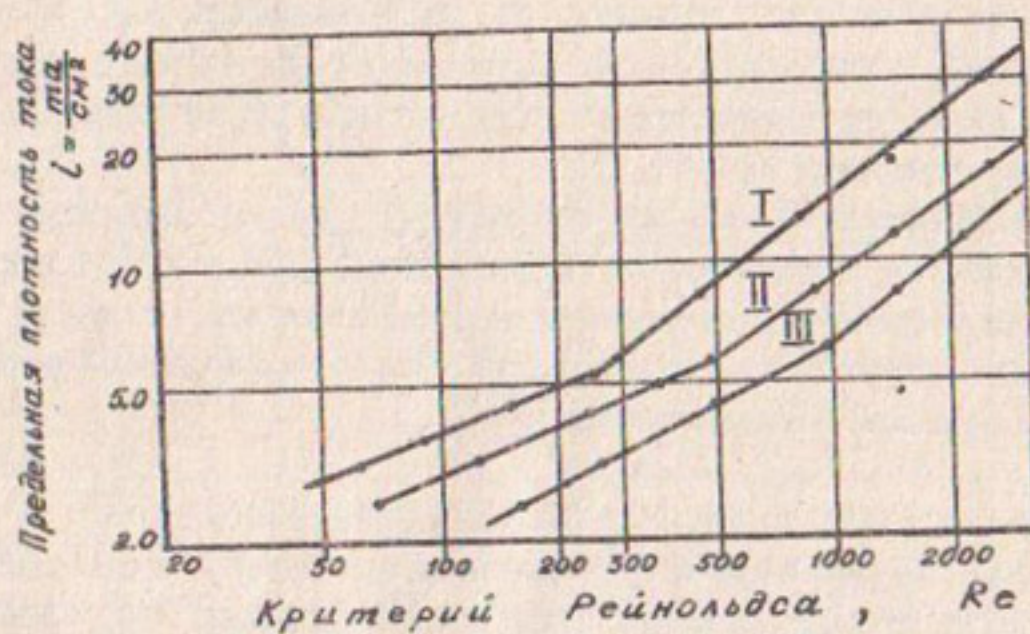


Рис. 2. Зависимость предельной плотности тока от числа Рейнольдса

- I - Канал с шагом мостиков 10 мм;
 II - " " " " 20 мм;
 III - " " " " 40 мм.

падения напряжения ΔU при ступенчатом увеличении плотности тока i для различных скоростей движения воды в камерах.

Определение предельных токов проводилось в 0,02 н. растворе $NaCl$ при $20^{\circ}C$ для каждого профиля канала в диапазоне скоростей 10–80 см/с, что позволило исследовать области переходного и турбулентного режимов.

Математическая обработка зависимости $U-J$ дает в координатах $U/J = f(\frac{1}{J})$ кривые с резким изменением наклона при достижении предельного тока. Зависимость предельных плотностей тока, определенных по минимуму кривых, от числа Рейнольдса показана на рис. 2.

На графиках отчетливо наблюдается граница переходного и турбулентного режима, соответствующая двум режимам движения воды в камерах, следовательно, зависимости $i_{пред.} = f(Re)$ имеют также две области, характеризующиеся различной степенной зависимостью:

$$i_{пред.} = K \cdot Re^n \quad (6)$$

Для каждого профиля канала характер увеличения n в переходном режиме и его предельная величина, соответствующая турбулентному режиму, являются специфичными. Полученные из анализа графиков (рис. 2) значения K и n для каждого профиля канала в установившемся турбулентном режиме приведены в таблице 4.

Таблица 4

Зависимость предельной плотности тока от числа Рейнольдса, 0,02 н. $NaCl$, $20^{\circ}C$

Тип камеры	Режим потока в камере	Зависимость $i_{пред.} = K \cdot Re^n$	
		K	n
I	Турбулентный	0,15	0,715
II	—	0,167	0,682
III	—	0,183	0,622

В таблице 5 даны величины предельных плотностей тока в функции приведенной скорости для исследованных каналов.

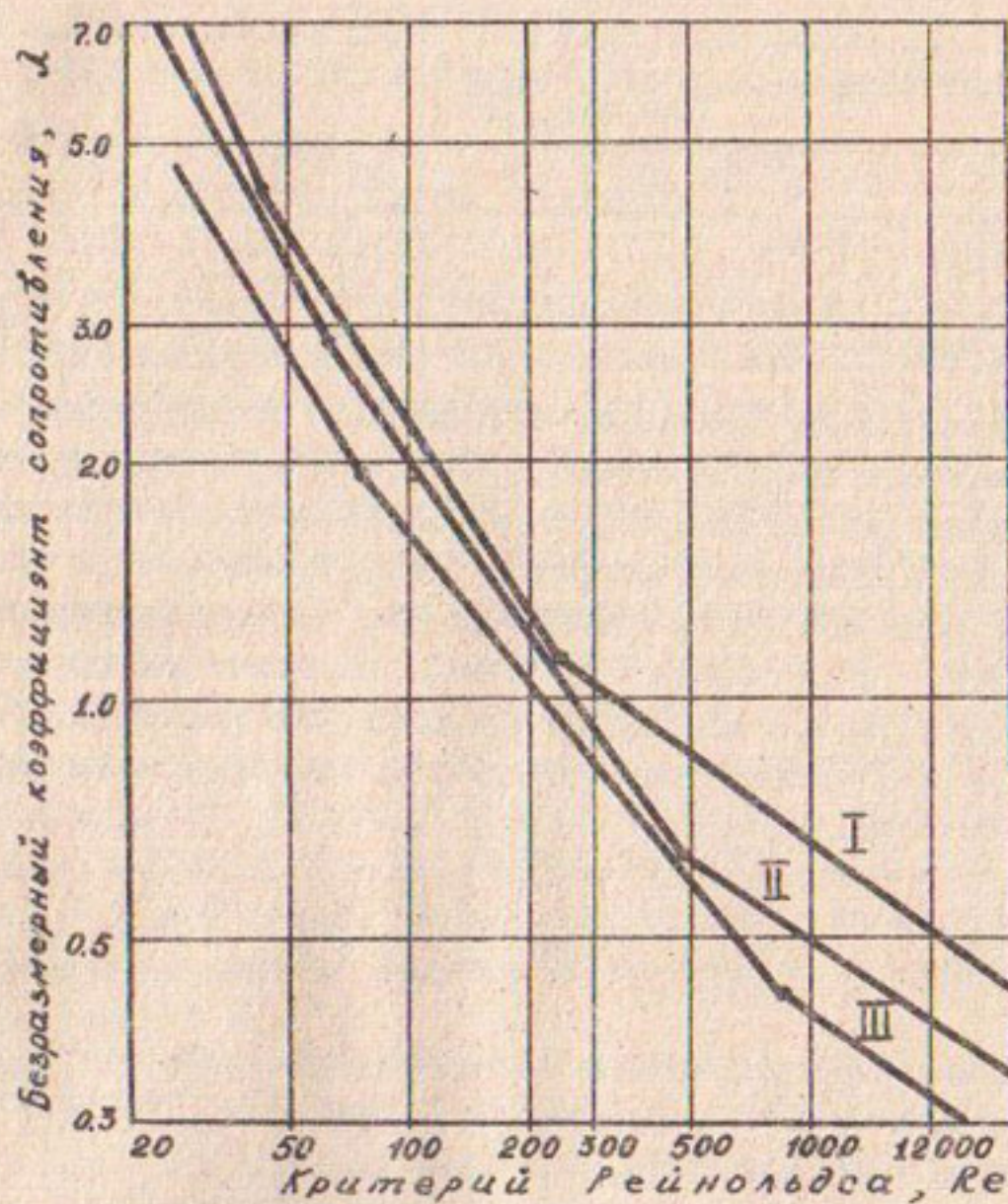


Рис. I. Зависимость коэффициента сопротивления от числа Рейнольдса

I	-	Канал с шагом мостиков	10 мм;
II	-	"	20 мм;
III	-	"	40 мм.

Таблица 5

Зависимость предельной плотности тока ma/cm^2
от скорости в 0,02 н. р-ре $NaCl$, $20^\circ C$

Тип ка- ме- ры	Приведенная скорость, подсчитанная по свободному сечению, см/с							
	10	15	20	30	40	50	60	70
I	3,68	5,78	8,07	12,30	16,42	21,07	25,12	29,64
II	2,64	4,31	5,88	8,82	11,76	14,70	17,64	20,58
III	2,28	3,41	4,56	7,14	9,52	11,90	14,28	16,66

Исследования показали, что наиболее эффективным является применение профиля канала I, обеспечивающего достаточную интенсификацию массопереноса при оптимальных потерях напора. Испытания электродиализатора на растворе $NaCl$ и природной жесткой воде показали, что применение усовершенствованной рабочей камеры позволяет увеличить производительность на 35-50%. Разработанный электродиализный аппарат будет применяться в опреснительных установках производительностью до $300 m^3/сут.$

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Гранкин Ю.Я., Дорофеева М.В., Ким Ф.Н. Обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение. Экспресс-информация, сер. 3, вып. 5, М., 1975.
2. Бесман В.Л. Ионнообменные мембраны в электродиализе. "Химия", Л., 1970.

А.Н. Жулаев
канд. техн. наук, директор

И.Ф. Колодин
аспирант
(КазНИИВХ)

ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА ИРТЫШ-КАРАГАНДА

Канал Иртыш-Караганда (КИК) предназначен для круглогодичного обеспечения технической и питьевой водой Экибастузского, Карагандинского и Целиноградского промышленных районов, а также для целей орошения. Трасса канала проходит по Павлодарской и Карагандинской областям Северного и Центрального Казахстана в юго-западном направлении и пересекает безводную территорию с резкоконтинентальным климатом. Основные технические данные канала следующие. Общая его длина 457,5 км, из них 361,6 км занимает канал и 92,1 км трассы проходит по водохранилищам. Остальная часть трассы — это участки трубопроводов и сооружений. Высота подъема воды от протоки Белая до водораздела рр. Шидерты — Нура составляет 418 м. Подъем воды осуществляется при помощи 22 насосных станций, на которых установлено 52 агрегата. Пропускная способность в голове канала составляет $75 \text{ м}^3/\text{с}$.

Временная эксплуатация канала началась в 1967 г., а в декабре 1974 г. он был принят в постоянную эксплуатацию. С первых же лет эксплуатации канала выяснилось, что основные затруднения в его работе возникают в зимний период.

Особенностью водохранилищ канала является необычное направление движения воды: от более глубоких и широких участков к более мелким и узким. При таком направлении движения воды на тепловой и ледовый режимы водопроводящего тракта канала оказывает влияние адвекция тепла. Влияние последней особенно проявляется в концевой части водохранилищ, где возможно образование устойчивых полыней, представляющих потенциальную угрозу нормальной работе насосных станций из-за возможности переохлаждения воды в полынях и образовании внутриводного льда.

Канал Иртыш-Караганда — это первый в мировой практике комплекс гидротехнических сооружений, предназначенный для

переброски части стока из одного района в другой. Поэтому ни в нашей стране, ни за рубежом нет достаточного опыта эксплуатации подобного рода сооружений в суровых зимних условиях. До настоящего времени не имеется серьезных проработок по вопросам улучшения эксплуатации канала, не разработаны и эффективные мероприятия, обеспечивающие эксплуатацию канала без ледовых затруднений. Это объясняется в основном отсутствием натуральных данных по термическому режиму таких объектов. Приводимые в работах /1-5/ некоторые данные по зимнему режиму КИК носят общий характер. В работах /2 и 5/ делается попытка расчетно-теоретическим путем оценить ледовый и термический режим канала и водохранилищ.

В течение 1973-1978 гг. Целиноградским отделом КазНИИВХ проводились исследования по изучению зимнего режима канала с целью разработки мероприятий по борьбе с ледовыми затруднениями на его сооружениях. В настоящей статье рассматриваются только особенности ледового и термического режима канала в зависимости от его морфометрических и гидравлических характеристик. При этом использованы материалы натуральных наблюдений за зимние периоды 1976-1978 гг. на трех водохранилищах (гидроузлы 1,4,5) и каналах 38-47 (рис. 1). Эти водохранилища и каналы протянулись с севера на юг между 170 и 250 км трассы канала в пределах 52-51° северной широты. По размерам, конфигурации береговой линии и гидравлическим характеристикам эти водохранилища отличаются друг от друга (табл. 1).

Таблица 1

Основные параметры водохранилищ

Водохранилища	Глубина, м		Максимальная ширина, км	Длина, км	Площадь зеркала, км ²	Объем воды, км ³	Проточность, $(\frac{w}{Q}) \cdot 10^6 \text{ с}$
	средняя	наибольшая					
г/у № 1	8,0	25,0	1,5	17,0	10,4	0,083	4,6
г/у № 4	4,9	13,0	2,5	7,0	13,3	0,065	3,6
г/у № 5	4,0	15,0	4,5	10,0	24,4	0,098	5,4

^x Проточность рассчитана при условии стабильной работы одного насосного агрегата производительностью 18 м³/с в течение всего зимнего периода.

Для изучения температурного режима на водохранилищах три раза в месяц выполнялись термические разрезы. Расположе-

ние термических поперечников на рис. 1. Температура воды в каналах измерялась ежедневно в 18 и 20 часов. Изменение ледового режима устанавливалось на основании периодических обследований с картированием ледовой обстановки.

Измерения температуры воды производились как обычными опрокидывающимися термометрами, так и специально разработанным нами прибором, имеющим в качестве температурного датчика полупроводниковое термосопротивление. Электротермометр такого типа более удобен для натурных исследований, связанных с перемещением на значительные расстояния, облегчает производство наблюдений особенно в зимний период, когда измерение обычными глубоководными термометрами связано с рядом трудностей, влияющих на точность отсчета. Точность измерения при использовании данного прибора составляет $0,02^{\circ}$.

Температурный режим в водохранилищах канала имеет следующие особенности. Перед ледоставом (при охлаждении воды до $9-10^{\circ}$) в водохранилищах устанавливается гомотермия. Перенос тепла в это время возникает в основном за счет турбулентного перемешивания, которому способствует сильная ветровая деятельность. Процесс охлаждения водных масс в состоянии гомотермии наблюдается до температуры наибольшей плотности воды, после чего устанавливается устойчивая обратная стратификация. В дальнейшем охлаждаются преимущественно поверхностные слои, однако, в периоды с сильными и продолжительными (от 6 до 10 дней) ветрами происходит интенсивное перемешивание масс воды по всей глубине водохранилищ. В это время гомотермия наблюдается на всех участках при температуре воды ниже 4°C . В тихую, но солнечную погоду наоборот нагреваются поверхностные слои воды до $0,5-0,8^{\circ}$. Однако такие явления кратковременны и быстро исчезают при смене метеорологической обстановки.

Процесс охлаждения водных масс по длине водохранилищ происходит неравномерно. Раньше заканчивается охлаждение мелководных участков, на которых уже в первый день после перехода среднесуточных температур воздуха через 0° образуется сплошной ледяной покров. На более глубоких участках ледообразование начинается обычно на 10-15 дней позже.

В рассматриваемые годы осенние метеорологические данные весьма различны. Осенью 1976 г. похолодание наступило довольно

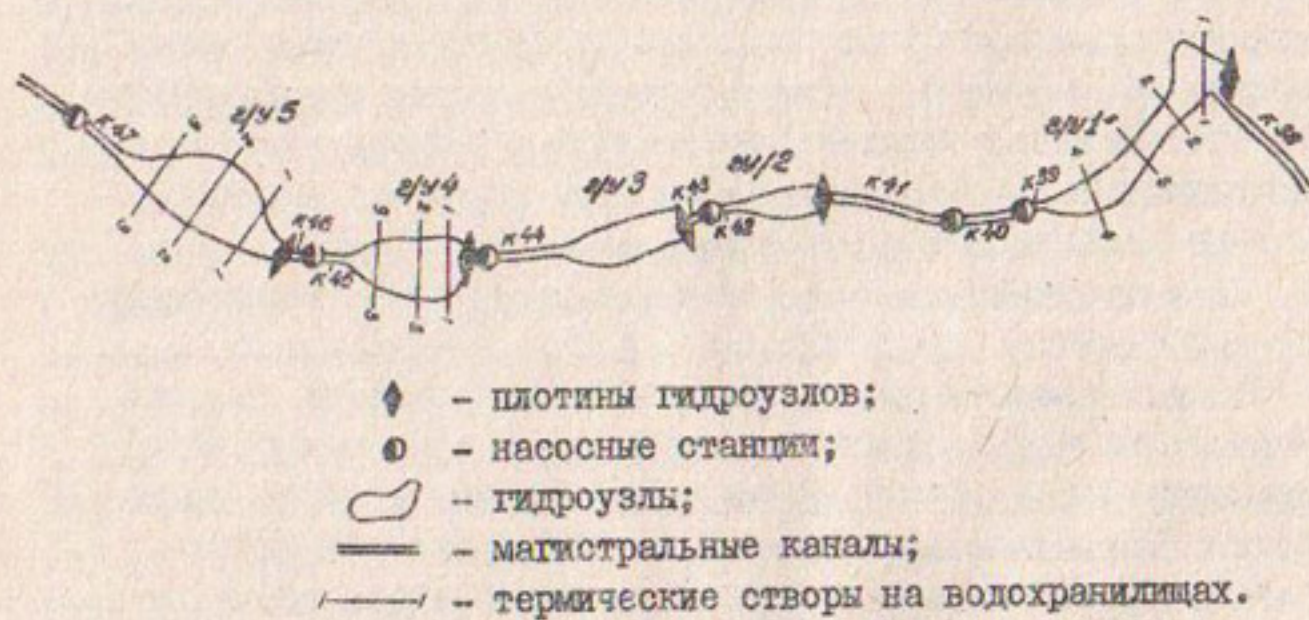


Рис. I. Схема трассы канала Иртыш-Караганда на участке проведения исследований.

рано. Устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через 0° произошел 14 октября, а 18 октября температура воздуха понизилась до -10° . К этому времени ледообразование наблюдалось на всех участках канала за исключением приплотинной части гидроузла № 1. Накануне резкого понижения температур воздуха (13–14 октября) были сильные ветры, направленные по оси водохранилищ. Среднесуточная скорость ветра составляла 18 м/с с порывами до 35 м/с. Такие скорости и направление ветра создали благоприятные условия для перемешивания воды по всей глубине водохранилищ, а отрицательная температура воздуха способствовала быстрому охлаждению водных масс. В неглубоких водохранилищах и каналах за сутки, предшествовавшие ледоставу, температура понизилась, образовался лед при температуре, близкой к 0° . В более глубоком и узком водохранилище гидроузла № 1, менее подверженном ветровому перемешиванию, часть тепла еще сохранилась и ледообразование на нем произошло при температуре воды в глубинной части около $0,8^{\circ}$.

Иначе сложилась метеорологическая обстановка осенью 1977 г. Осеннее похолодание в этом году началось только в конце ноября. Конец октября и первая половина ноября характеризовались неустойчивой температурой воздуха: в ночные часы она опускалась до -4 , -6° , а в дневные имела положительные значения. Среднесуточная температура воздуха в этот период колебалась от -3 до $+7^{\circ}$, а скорость ветра – от 2 до 10 м/с с порывами до 20 м/с. Такая погода способствовала быстрому охлаждению водных масс в неглубоких водохранилищах. В связи с этим в период с 10 по 11 ноября на последних произошло ледообразование при температурах воды (средних по сечению) от $0,3^{\circ}$ (гидроузел № 5) до $0,7^{\circ}$ (гидроузел № 4). На водохранилище гидроузла № 1 к этому времени лед образовался только на концевом, мелководном участке. На приплотинном же участке ледообразование отмечалось только 26 ноября при температурах воды (средних по сечению) от $0,7$ до $1,2^{\circ}$. Ледообразованию при этом способствовала также тихая безветренная погода, вследствие чего охлаждение водных масс до 0° происходило только в тонком поверхностном слое.

Известно, что предледоставная температура воды зависит от размеров водоема. Чем обширнее последний, тем более благо-

приятны условия для ветрового перемешивания. Это явление характерно для водохранилищ канала Иртыш-Караганда. Водохранилища с относительно большой площадью зеркала (гидроузлы 5,7,8,10) осенью охлаждаются в большей степени и имеют минимальную предледоставную температуру воды. Глубокое и узкое водохранилище гидроузла № 1, имеющего к тому же высокие и крутые берега, меньше всего подвергается ветровому перемешиванию, особенно в глубоководной части. Ледообразование произошло здесь при положительных температурах воды (средних по сечению) от 0,8 до 1,4°; что иллюстрируется на температурных эпюрах периода ледообразования (рис. 2).

Температурный режим водохранилищ, как известно, определяется запасами тепла, содержащимися в толще воды и грунта дна к началу ледостава, а также проточностью водохранилищ, характеризующейся временем для смены объема воды. В табл. 2 приведены данные среднемесячных расходов воды по тем насосным станциям, режим работы которых оказывает влияние на проточность рассматриваемых водохранилищ. Незначительные среднемесячные расходы при средней производительности одного насосного агрегата 18 м³/с объясняются нестабильностью работы насосных станций канала в зимний период. На рис. 3 представлен график водоподачи по насосной станции № 7 за зимний период 1977-1978 гг.. Анализ данных, приведенных в табл. 1 и 3, показывает, что на величину проточности существенное влияние оказывает режим работы насосных станций. Частые и продолжительные перерывы в водоподаче зимой снижают проточность водохранилищ в 2-6 раз (табл. 3), что, в свою очередь, сказывается на их температурном режиме.

На рис. 4 показан ход средних температур водохранилищ КИК за осенне-зимний период 1977-1978 гг. В водохранилищах канала в течение всего зимнего периода происходит непрерывное повышение температур воды на всех горизонтах измерения. Максимум придонных температур на водохранилищах гидроузлов 1,4,5 приходится на конец второй декады февраля и составляет соответственно 4,6; 5,7; 5,8°. Дальнейшее незначительное понижение температуры воды объясняется двумя причинами: заметным уменьшением интенсивности теплоотдачи грунтов и совпадением этого периода с непрерывной работой насосных станций. После остановки насосных агрегатов температура воды вновь повышается.

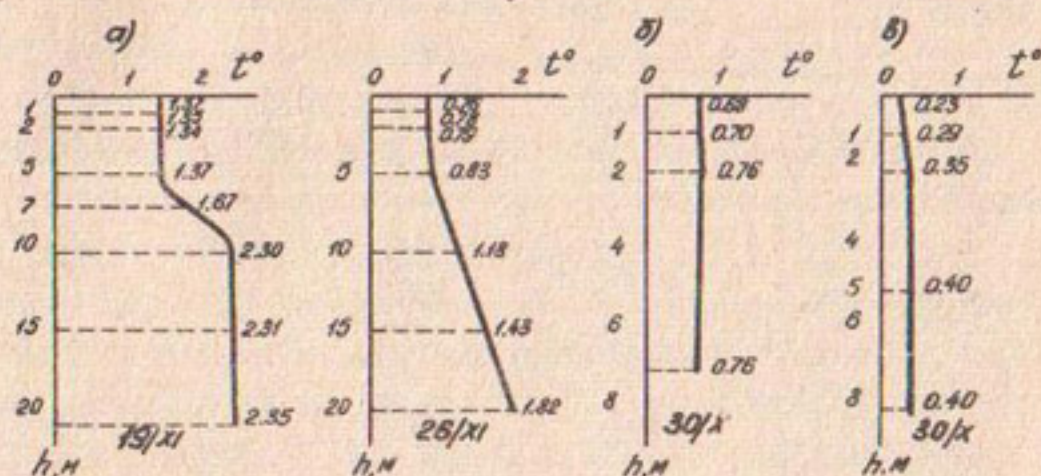


Рис.2. Температурные эшоры водохранилищ канала Иртыш-Караганда перед замерзанием:
а) гидроузел №1; б) гидроузел №4; в) гидроузел №5.

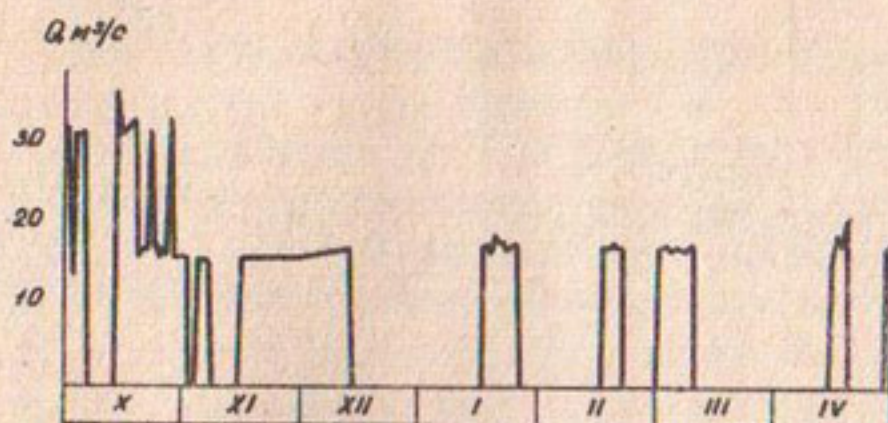


Рис.3. График расходов воды по насосной станции №7 зимой 1977-1978 гг.

Таблица 2

Среднемесячные расходы воды по насосным станциям, м³/с

Год	Месяц	Номер насосной станции					
		6	7	10	11	12	
1976	X	14,9	10,9	11,4	10,8	10,6	
	XI	14,6	15,6	14,3	13,7	11,7	
	XII	8,9	7,8	5,2	5,2	5,6	
1977	I	1,9	2,6	2,6	2,6	0,0	
	II	8,8	6,1	7,0	7,2	4,7	
	III	8,8	7,1	6,6	5,0	4,8	
	IV	21,1	5,5	7,7	9,8	5,4	
Ср. за	XI-III	8,6	7,8	7,1	6,7	5,4	
1977	XI	18,8	15,0	17,0	17,2	15,8	
	XII	12,2	9,8	10,1	9,8	2,9	
	XI	7,5	6,6	5,6	4,6	0,0	
1978	I	5,0	4,7	4,0	4,4	4,4	
	II	4,5	3,2	3,3	3,3	3,5	
	III	4,9	4,9	5,2	5,1	5,3	
	IV	17,8	2,4	4,6	5,6	8,5	
Ср. за	XI-III	6,8	5,8	5,6	5,4	3,2	

Таблица 3

Проточность водохранилищ КИК ($\frac{w}{q} 10^6 \text{ с}^{-1}$)^{хх}

Водохранилище	1976-1977 гг.		1977-1978 гг.	
	проточность за XI-III	уменьшение проточности, раз	проточность за XI-III	уменьшение проточности, раз
Гидроузел № 1	9,7	2,1	14,3	3,1
Гидроузел № 4	9,7	2,7	12,0	3,3
Гидроузел № 5	18,1	3,4	30,6	5,7

^{хх} Проточность установлена на основании фактических среднемесячных расходов воды по насосным станциям.

Характерной особенностью температурного режима водохранилищ канала является увеличение температуры воды с удалением от плотины из-за адвекции тепла, заметное влияние которой особенно проявляется на узком, но протяженном ($L = 17$ км) водохранилище гидроузла № I. Разница в средних по сечению температурах в приплотинном и концевом створах составляет к концу зимы $1,6^{\circ}$. На широких водохранилищах меньшей протяженности адвекция тепла проявляется в меньшей степени.

Во время продолжительных остановок насосных станций (до одного месяца) в водохранилищах происходит выравнивание температур воды по глубине, вследствие уменьшения интенсивности теплоотдачи к нижней поверхности ледяного покрова. Температура воды на горизонте 0,1 м от нижней поверхности ледяного покрова в это время в мелких водохранилищах достигает $4,0^{\circ}$, а в более глубоком водохранилище гидроузла № I — $2,6-2,8^{\circ}$. При работе насосных станций температура воды в поверхностных слоях заметно уменьшается до глубины 2–4 м. При работе насосных станций температура воды в более глубоких слоях почти не изменяется, после остановки температура воды на всех горизонтах вновь увеличивается (рис. 5).

Ход зимних температур воды закономерно повторяет одну и ту же в общих чертах картину. С момента установления ледостава, когда температура в водохранилищах достигает своего годового минимума, начинается медленное повышение подледных температур воды, которое происходит за счет тепла, накопленного в грунте ложа в летний период. Длительность зимнего периода повышения температуры воды и величина ее зимнего максимума, как известно, зависят от степени проточности и глубины водоема. Чем больше удельные расходы и меньше глубина водоема, тем короче время нагревания и тем более низким оказывается зимний максимум температур. Это явление характерно для водохранилищ канала Иртыш-Караганда. Как видно из табл. 2, 3, среднемесячные расходы за рассматриваемые зимы существенно различны, а проточность водохранилищ в зимний период 1976–1977 гг. в 1,5–1,7 раза выше, чем в 1977–1978 гг. В этой связи зимой 1976–1977 гг. продолжительность повышения температуры воды в водохранилищах была меньше, а максимум придон-

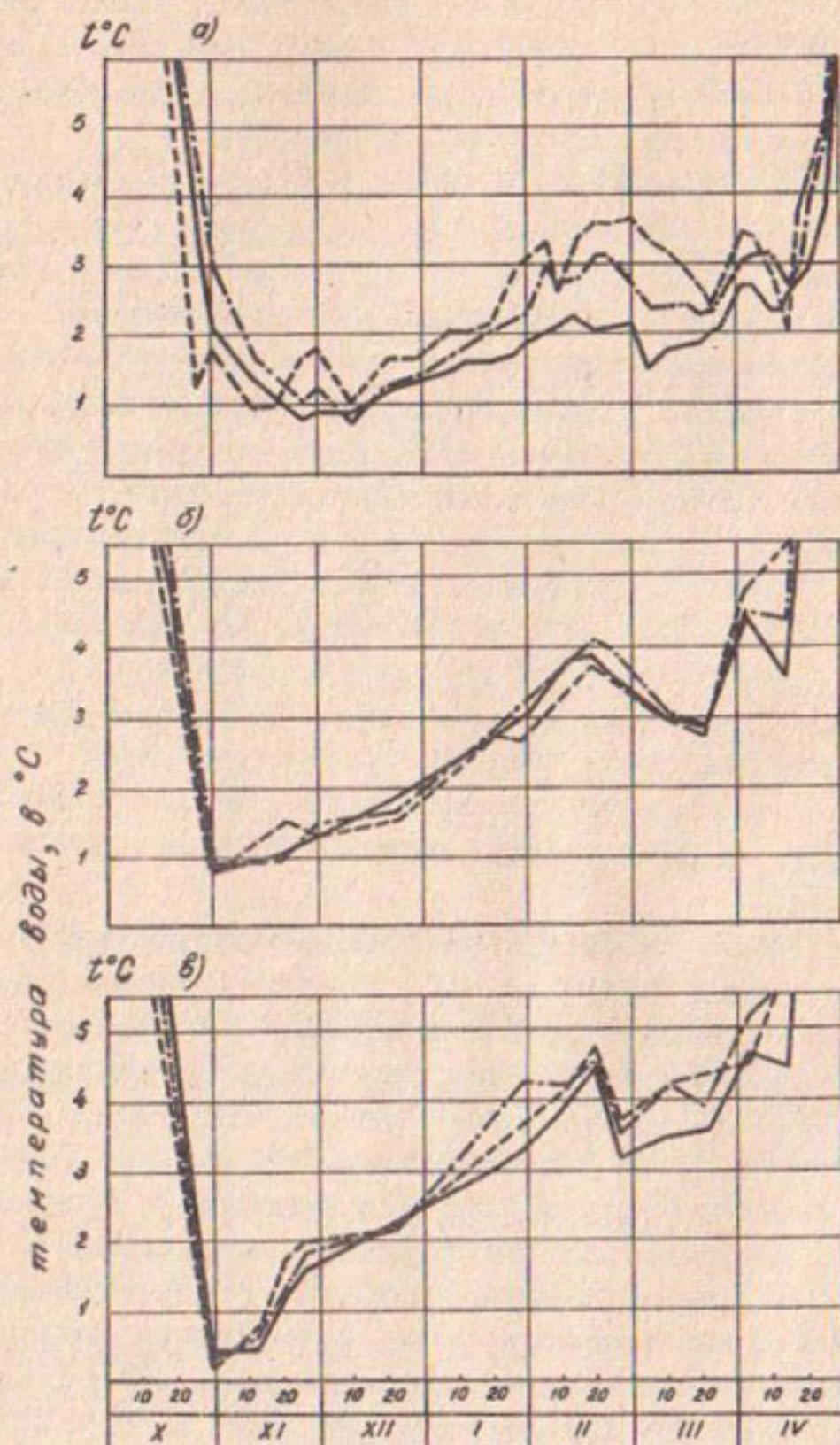


Рис.4. Температурный режим водохранилищ канала
Иртыш-Караганда зимой 1977-1978 гг.

а) гидроузел № 1; б) гидроузел № 4; в) гидроузел № 5;
— створ № 1; --- створ № 2; - - - створ № 3.

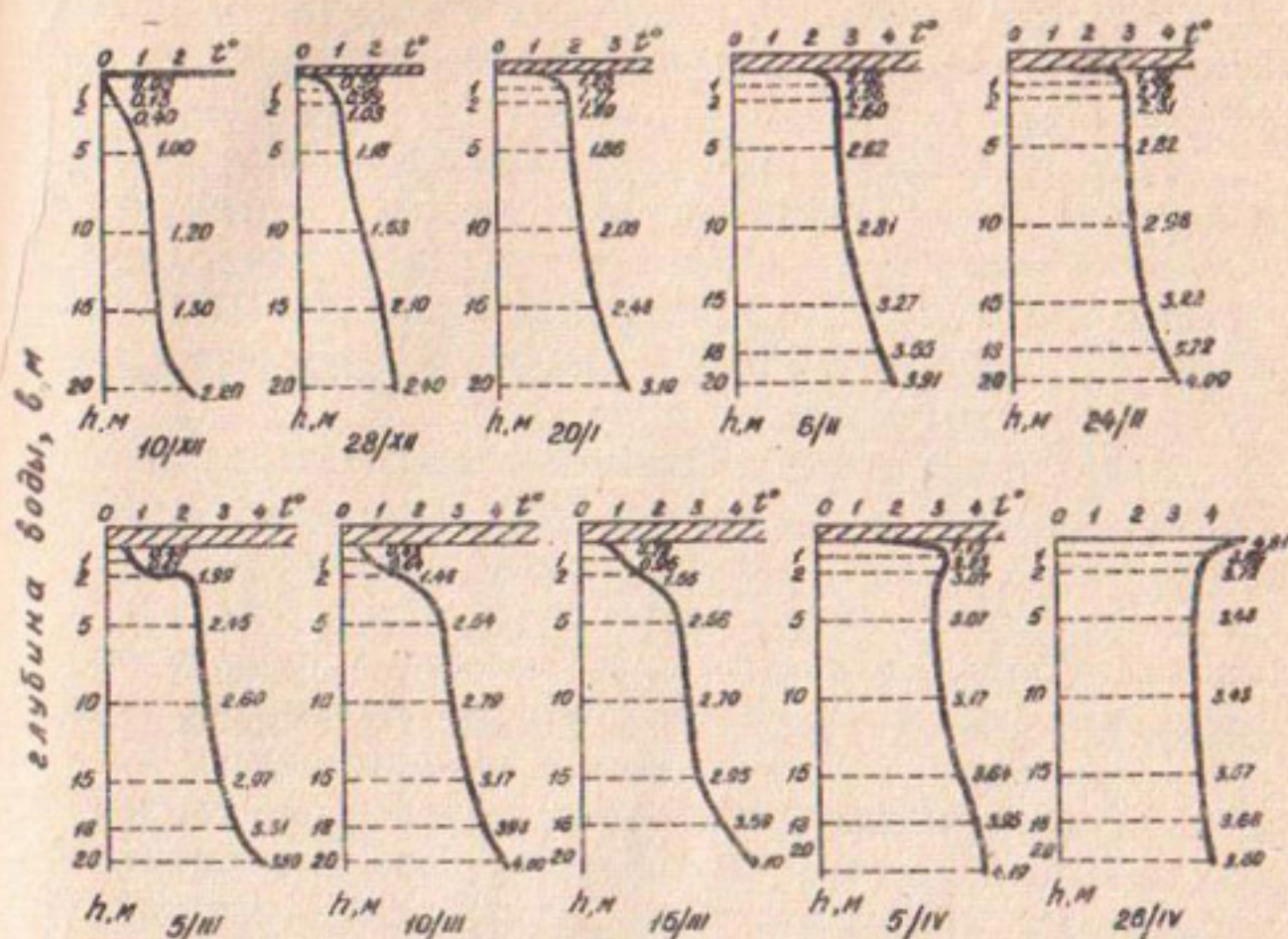


Рис.5. Температурные эшеры водохранилища гидроузла № I за зимний период 1977-1978 гг.

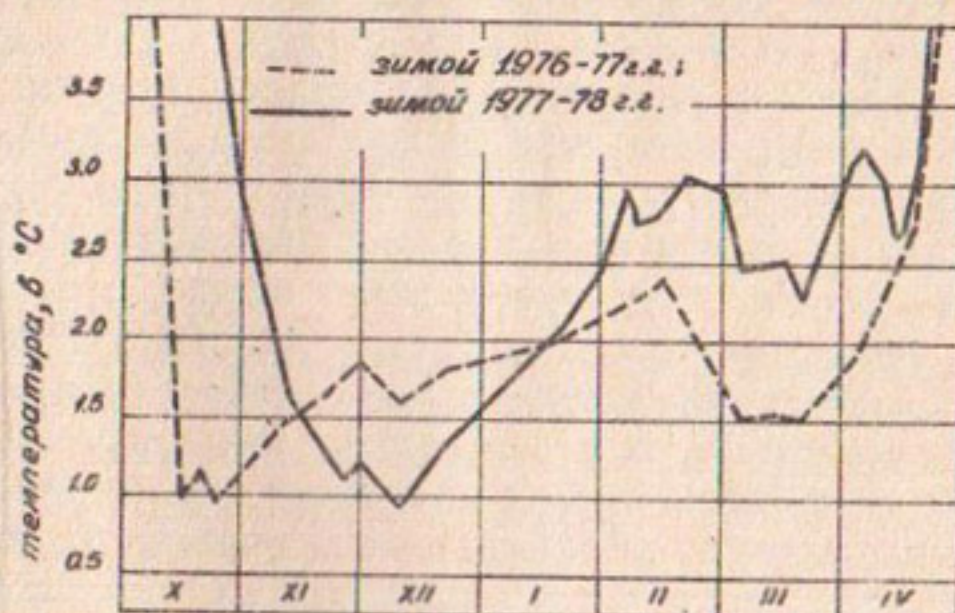


Рис.6. Изменение средней температуры воды в водохранилище гидроузла № I.

ных температур — ниже, чем в 1977–1978 гг. На рис. 6 показаны изменения средних температур водохранилища гидроузла № I за эти периоды.

Таким образом, температурный режим водохранилищ КИК при существующей нестабильной работе насосных станций близок к динамике температур, наблюдаемых в малопроточных и непроточных водоемах. Вследствие этого в водохранилищах КИК происходит непрерывный нагрев воды с максимумом температур в придонных слоях, достигающих 5° и более.

Температурный режим в магистральных каналах существенно отличается от режима водохранилищ, но в то же время находится в прямой зависимости от него. КИК состоит из 34-х каналов протяженностью от 0,6 км (канал № 59) до 103 км (канал № 32). Режим температур под ледяным покровом на начальном участке канала длиной 170 км от протоки Белая до водохранилища гидроузла № I наиболее стабильный. Работа насосных станций за счет сил сопротивления обеспечивает незначительный нагрев воды до $0,3\text{--}0,4^{\circ}$ у насосной станции № 6. При продолжительной остановке насосных станций этого участка канала происходит дополнительный нагрев воды до $0,7^{\circ}$ за счет теплоотдачи ложа. Последующее включение агрегатов способствует понижению температуры воды за счет притока более холодных иртышских вод.

Второй участок длиной 180 км состоит из десяти водохранилищ, соединенных каналами. Температурный режим этих каналов зависит от теплозапасов поверхностных слоев водохранилищ, а также от режима работы насосных станций. К концу зимы температура воды на этом участке каналов повышается до $3,0\text{--}3,5^{\circ}$.

Особенности температурного режима канала, а также нестабильная работа насосных станций в течение зимнего периода создают благоприятные условия для образования протяженных полыней на участках каналов, выходящих из водохранилищ. Данные наблюдений показывают, что появление полыни происходит быстрее на выходе из тех водохранилищ, температура которых выше, а размеры полыни тем больше, чем продолжительнее работа насосных агрегатов. По данным измерений в зимы с различным температурным режимом водохранилищ скорость стайвания льда в каналах на выходе из водохранилищ зимой 1976–1977 гг. составляла 5–6 см в сутки, а в 1977–1978 гг. — около 15 см в сутки. Это объясняется небольшой проточностью водохранилищ

канала зимой 1977-1978 гг. и большим прогреванием водных масс. Вследствие этого тепло, накопленное в водохранилищах в эту зиму, с большей интенсивностью подводилось к нижней поверхности ледяного покрова на участки, где происходит увеличение скоростей течения, т.е. в места сопряжения водохранилищ и каналов.

Исходя из изложенного одним из путей в борьбе с ледовыми затруднениями, связанными с образованием протяженных полыней является, на наш взгляд, оптимизация работы каскада насосных станций с целью создания постоянной проточности в водохранилищах. Постоянный ток воды по каналу будет способствовать увеличению теплопроводящей способности воды, что, в свою очередь, повысит интенсивность теплоотдачи к нижней поверхности льда. В этом случае в поверхностных слоях водохранилищ понизятся температуры воды. При постоянной проточности произойдет расслоение водных масс в водохранилищах, т.к. слой температурного градиента опустится на глубину 3-5 м (по данным натурных измерений). Ниже этого слоя температура водной массы повысится, а в верхних слоях начнет постепенно охлаждаться. В результате этого, поступающая в водохранилища более холодная вода будет скользить по более теплой воде нижних слоев, не смешиваясь с ней. Снижение поверхностных температур воды до минимальных значений за счет постоянной проточности значительно сократит вероятность протаивания ледяного покрова и образования протяженных полыней, что обеспечит благоприятные условия для нормальной работы гидротехнических сооружений канала в течение всего зимнего периода.

Оптимизация работы насосных станций, на наш взгляд, заключается в четкой взаимосвязи между графиком водопотребления и водоподачи с учетом возможных потерь, а также запланированных с целью регулирования аккумуляции воды в водохранилищах.

ВЫВОДЫ

I. Особенности ледотермического режима водохранилищ канала Иртыш-Караганда:

- Зимний термический режим водохранилищ и каналов характеризуется непрерывным повышением температур воды в течение всей зимы с возрастанием этих температур по мере удаления от плотины.

- Запасы тепла в водохранилищах канала зимой значительны. Объясняется это нестабильной работой насосных станций, продолжительными остановками и, следовательно, малой проточностью водохранилищ. В этой связи температурный режим их приближается к режиму малопроточных водохранилищ со значительным прогреванием водных масс.

- Максимум температур воды (средних по сечению) в водохранилищах различной глубины и проточности достигает 3,7-4,6°C.

- Значительное повышение температур воды в водохранилищах, в связи с продолжительными остановками насосных станций, приводит к образованию протяженных полыней на выходе из водохранилищ. Полыни же, являясь очагом шугообразования, вызывают серьезные ледовые затруднения на сооружениях канала.

2. В настоящее время в литературе отсутствуют данные по зимней термике канала Иртыш-Караганда и подобных объектов. Поэтому материалы, полученные в результате исследований, могут быть использованы проектными и эксплуатационными организациями как при составлении графика работы канала на зимний период, так и для разработки новых расчетных схем при проектировании температурного режима крупных каналов по переброске стока в суровых климатических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. А м и р о в К.А. и др. Зимний режим канала Иртыш-Караганда. "Водные ресурсы", № 2, 1973.
2. Б р а с л а в с к и й А.П. и др. Расчет ледотермического режима проточного водохранилища с учетом адвекции тепла. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. 3, 1976.
3. К о л о д и н И.Ф. Определение шероховатости нижней поверхности ледяного покрова в условиях канала Иртыш-Караганда. Экспресс-информация, серия I, вып. 4, М., 1977.

4. Карнович В.Н., Литвинюк А.Ф. Снежно-ледовые затруднения на канале Иртыш-Караганда и инженерные мероприятия по их устранению. Труды координационных совещаний по гидротехнике, вып. 3, 1976.
5. Карнович В.Н., Литвинюк А.Ф. Особенности зимней эксплуатации канала Иртыш-Караганда. "Гидротехника и мелиорация", № 3, 1978.
6. Россинский К.И. Термический режим водохранилищ. "Наука", М., 1975.

Р.И.Вагапов
канд.техн.наук, зам.директора

К.М.Инкаров
аспирант
(КазНИИВХ)

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В БЕТОНИРОВАННЫХ КАНАЛАХ С УКЛОНАМИ БОЛЬШЕ КРИТИЧЕСКИХ

В настоящее время облицовка каналов сборным железобетоном получила распространение в строительстве мелиоративных систем. Особенно широко применяются сборные железобетонные каналы и лотки в горной и предгорной зоне. Как правило, в каналах наблюдается бурный режим движения или спокойный в околоскритичной зоне ($F_2 = 0,2-1,0$). Результаты наблюдений и практика эксплуатации показывают, что в этих условиях гидравлические сопротивления значительно выше расчетных, полученных по обычным существующим зависимостям. Несоответствие расчетных параметров потока фактическим нередко приводит к снижению пропускной способности и в отдельных случаях удорожанию строительной стоимости при завышении коэффициентов шероховатости стенок канала.

В КазНИИВХ в течение ряда лет проводились натурные исследования по изучению гидравлических сопротивлений в бетонированных каналах и лотках. Наиболее подробно гидравлический режим изучен на десяти каналах: "Кок-Сай", Меркенский подпитывающий тракт (МТТ), Левобережный Тургенский магистральный (ЛТК), Правобережный Тургенский магистральный (ПТК), "Раис", выполненные прямоугольного сечения из Г-образных блоков;

"Кок-Дунен", "Кадрали" – трапецеидального сечения из железобетонных плит; "Кок-Дунен", "Когуршун" – параболического сечения из лотков с раструбом; "Раис", "Кент-Балтибрек" – прямоугольного сечения из П-образных блоков.

Исходя из требуемой точности определения коэффициента гидравлических сопротивлений $\beta_A = 3,0\%$ была разработана методика измерений расходов, глубин, уклонов на выбранных участках каналов. Расходы измерялись вертушечным способом в 3-кратной повторности с контролем постоянства расхода по речным постам, глубины измерялись в 4–6 створах на 7–9 вертикалях нивелировкой максимального и минимального уровня, уклоны определялись нивелировкой дна и бровок канала на каждом стыке блока, замеры ширины производились мерной лентой на каждом стыке канала.

Исследования многих авторов (А.Д.Альтшуль, С.С.Богдасарян, А.М.Пуляевский, Р.Пауэли, Ю.П.Титов, Е.Блау и др.) показывают, что в открытых каналах, кроме обычно учитываемых параметров (числа Рейнольдса Re и относительной шероховатости $\frac{K_s}{R}$), на гидравлические сопротивления оказывают влияние форма русла и число Фруда F_r . Однако имеющиеся экспериментальные данные не достаточны для установления закономерности гидравлических сопротивлений от всех определяющих параметров в широком их диапазоне изменений.

В настоящее время гидравлические сопротивления в открытых руслах определяются в двух формах: первая – по формуле Шези с определением коэффициента шероховатости стенок "п", вторая – по формуле потерь напора по длине $i = \frac{\lambda}{R} \cdot \frac{v^2}{2g}$ в зависимости от числа Рейнольдса и относительной шероховатости стенок. Каждый из способов обладает определенными недостатками и преимуществами.

Первый способ, наиболее традиционный для открытых каналов, не учитывает области гидравлических сопротивлений (гладкая, переходная, квадратичная) и дает хорошие результаты в квадратичной области.

Второй способ, получен на основании полуэмпирической теории турбулентности и физически более обоснован, однако, определение эквивалентной шероховатости стенок по качественной оценке поверхности существенно снижает точность расчета.

В практике инженерных расчетов равномерного режима движения в открытых каналах широкое применение получила формула Н.Н.Павловского, А.П.Зегяда показал /6/ правомерность этой формулы только для квадратичной области. Для охвата одной зависимостью переходной и квадратичной областей сопротивления он исходит из зависимости:

$$C = \sqrt{2g} \left(4 \lg \frac{R}{K_s} + 4.25 \right)$$

и в результате анализа приходит к выводу возможности использования формулы:

$$C_{ист} = \frac{1}{n} R^y, \quad y = \frac{7.72}{C_{ист}} \quad (1)$$

В общем случае функциональную зависимость параметров потока при равномерном режиме движения в призматическом русле можно представить в виде:

$$F(V, q, V, h, \rho, K_s, \Delta, B, \chi, i_0) = 0, \quad (2)$$

где V, h, ρ – средняя скорость, глубина, ширина зеркала потока;

χ – смоченный периметр;

K_s – эквивалентная высота выступов шероховатости дна;

Δ – высота боковых выступов стыков;

i_0 – уклон дна канала.

Примем за независимые параметры V, h, ρ и приведем к безразмерному виду функциональную связь (2):

$$F(R_e, F_z, \frac{K_s}{h}, \frac{\Delta}{h}, \frac{B}{h}, \frac{\chi}{h}, i_0) = 0$$

Таким образом, зависимость коэффициента гидравлических сопротивлений на трение в открытом русле можно выразить в виде:

$$\lambda = f_1 \left(R_e, F_z, \frac{K_s}{h}, \frac{\Delta}{h}, \frac{B}{h}, \frac{\chi}{h} \right), \quad (3)$$

или

$$C = \sqrt{2g} f_2 \left(R_e, F_z, \frac{K_s}{h}, \frac{\Delta}{h}, \frac{B}{h}, \frac{\chi}{h} \right). \quad (4)$$

Как известно, в трубах и открытых руслах влияние числа R_e наблюдается в области "гладкого сопротивления" и переходной области.

Границы различных областей устанавливаются по зависимостям /6/:

$$R_{e_{г\lambda}} = 8.9 \left(4 \lg \frac{R}{K_s} + 5.75 \right) \frac{R}{K_s},$$

$$R_{e_{пер}} = 22.4 \left(4 \lg \frac{R}{K_s} + 5.75 \right) \frac{R}{K_s},$$

$$Re_{\kappa\beta} = 63 \left(4 \lg \frac{R}{\kappa_s} + 5,75 \right) \frac{R}{\kappa_s}.$$

Для практического расчета более удобно установить граничные скорости потока:

$$V_{гл} = \frac{8,9 \nu}{\kappa_s} \left(4 \lg \frac{R}{\kappa_s} + 5,75 \right),$$

$$V_{пер} = \frac{22,4 \nu}{\kappa_s} \left(4 \lg \frac{R}{\kappa_s} + 5,75 \right),$$

$$V_{кв} = \frac{63 \nu}{\kappa_s} \left(4 \lg \frac{R}{\kappa_s} + 5,75 \right).$$

В бетонированных каналах оросительных систем эквивалентная шероховатость колеблется от 0,2 до 2 мм в зависимости от применяемой опалубки и технологии производства бетонных работ; гидравлический радиус изменяется в пределах 0,3–1,0 м.

Расчетные граничные скорости в этих условиях ($\frac{R}{\kappa_s} = 250 + 1000$, $\nu = 0,010 \text{ м}^2/\text{с}$) лежат в пределах:

гладкая область $V_{гл} = 0,1 + 0,8 \text{ м/с}$;

переходная область $V_{пер} = 0,25 + 3,2 \text{ м/с}$;

квадратичная область $V_{кв} = 0,7 + 5,4 \text{ м/с}$.

Скорости потока в бетонированных каналах и лотках обычно назначаются не ниже 1,0 м/с, поэтому в инженерной практике гидравлические сопротивления могут лежать в переходной и квадратичной областях сопротивления. Исходя из изложенного, встает необходимость учета области сопротивления при назначении коэффициента шероховатости "п".

Анализ результатов натурных исследований показывает, что наименьшими гидравлическими сопротивлениями обладают открытые потоки в параболических руслах.

Так, например, в лотке параболического сечения на второй год эксплуатации в квадратичной области среднее значение коэффициента шероховатости равно 0,0125, в канале прямоугольного сечения (в обоих случаях блоки выполнены в металлической опалубке) $\kappa = 0,0137$. Оценка двух рядов наблюдений проводилась по критерию Стьюдента:

$$t = \frac{\bar{x}_a - \bar{x}_b}{\sigma \sqrt{\frac{1}{m_a} + \frac{1}{m_b}}}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum x_a^2 + \sum x_b^2}{m_a + m_b - 2}},$$

где $\bar{x}_a, \bar{x}_b$ – средние значения рядов наблюдений;
 m_a, m_b – число наблюдений.

Ниже в таблице I приводятся значения " n " двух рядов наблюдений и значение критерия Стьюдента.

Таблица I

Сравнение значений коэффициентов шероховатости
в параболическом и прямоугольном канале

№ п/п	Параболический канал			Прямоугольный канал		
	n	n_{cp}	$(n-n_{cp}) \cdot 10^6$	n	n_{cp}	$(n-n_{cp}) \cdot 10^6$
1.	0,0133		64	0,0140		9
2.	0,0123		4	0,0139		4
3.	0,0127		4	0,0144		49
4.	0,0126	0,0125	1	0,0141	0,0137	16
5.	0,0128		9	0,0125		144
6.	0,0124		1	0,0135		4
7.	0,0119		36	0,0133		16
8.	-			0,0138		1
9.	-			0,0132		19
$\sum (n-n_{cp})^2 = 1,19 \cdot 10^{-6}$				$\sum (n-n_{cp})^2 = 2,63 \cdot 10^{-6}$		
$t = 4,79$						

При числе степеней свободы $(m_a + m_b - 2) = 14$ и полученном значении t , вероятность гипотезы, что два ряда представляют одну генеральную совокупность, составляет менее 0,001, т.е. с полной гарантией можно считать, что изменение среднего значения " n " вызвано влиянием формы сечения каналов.

На рис. I приводится зависимость коэффициента шероховатости " n " в параболических лотках от скорости потока. В данном случае трудно установить степень влияния числа Re и числа F_z , т.к. экспериментальные данные охватывают переходную и квадратичную зону и одновременно происходит переход от спокойного режима в бурный. Как видно из рисунка, в гладкой области сопротивления $V < 1,0$ м/с значения коэффициента " n " могут достигнуть 0,015 - 0,016, в переходной области $1,0 < V < 3,2$ м/с, $n = 0,0125 - 0,014$ и в квадратичной области $n = 0,012$.

Влияние кинетичности потока на гидравлические сопротивления прослеживается в каналах прямоугольного сечения, вы-

полненных из Г-образных блоков с замоноличенным дном, в которых эквивалентная шероховатость относительно велика и достигает значений $K_s = 2$ мм.

Квадратичная область сопротивления в этих условиях ($\frac{K}{K_s} = 100 + 300$) наступает при значениях $Re > 2,0 \cdot 10^4$, фактические же значения чисел Рейнольдса в ряде наблюдений изменялись в пределах $6 \cdot 10^5 + 1,75 \cdot 10^6$, т.е. данные лежат в квадратичной области и число Рейнольдса не влияет на гидравлические сопротивления. На рис. 2 приводится график зависимости рассчитанных значений " λ " по данным экспериментов при среднем квадратичном отклонении ширины канала менее 1 % от числа Фруда. Как видно из рисунка, наименьшее значение коэффициента шероховатости имеет при $F_2 = 3$ и равен 0,014. В околокритичной зоне резко увеличиваются сопротивления и значение их достигает 0,017–0,020. Аналогичную картину наблюдали А.Д.Альтшуль, А.М.Пуляевский в руслах с усиленной искусственной шероховатостью [2]. Некоторое увеличение коэффициента шероховатости происходит при возрастании числа Фруда более 4–6 до значений 0,015–0,016, последнее можно объяснить приближением к волновой зоне, а как известно, [3, 4, 5] при волновом режиме движения повышаются также гидравлические сопротивления.

Существенное влияние на гидравлические сопротивления оказывает отклонение ширины канала прямоугольного сечения от среднего значения. В связи с существующими допусками, а также выпором боковых стенок грунтом ширина сборного канала из Г-образных блоков неравномерна по длине. Результаты измерений показывают, что среднеквадратичное отклонение ширины от среднего значения в натуре составляет $0,7 + 3,0$ %. На рис. 3 приводится зависимость коэффициента шероховатости " λ " от отклонений ширины канала. Как видно из рисунка, при $\sigma_s > 1,0$ % гидравлические сопротивления резко возрастают в 1,5–2,0 раза. Последнее обстоятельство может быть использовано для искусственного повышения гидравлических сопротивлений.

Повышение коэффициента шероховатости стенок бетонированных каналов по времени прослеживается по данным многолетних наблюдений (рис. 4). Наиболее интенсивное повышение гидравлических сопротивлений наблюдается в первые годы эксплуатации. Так в

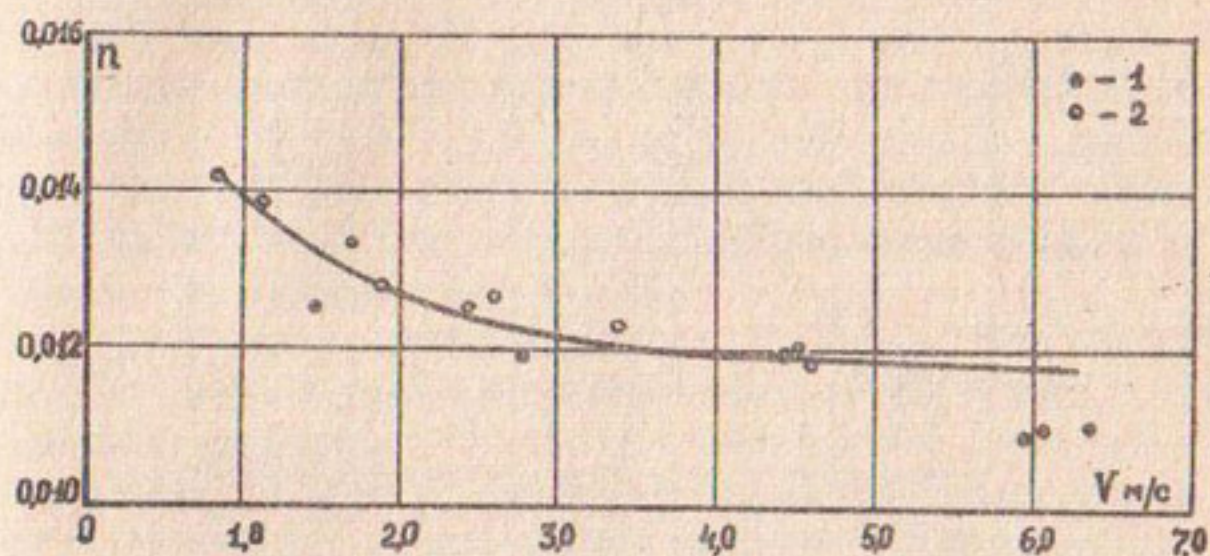


Рис.1. Зависимость коэффициента шероховатости в параболических лотках от скорости потока.

1 - первый год эксплуатации;
2 - второй год эксплуатации.

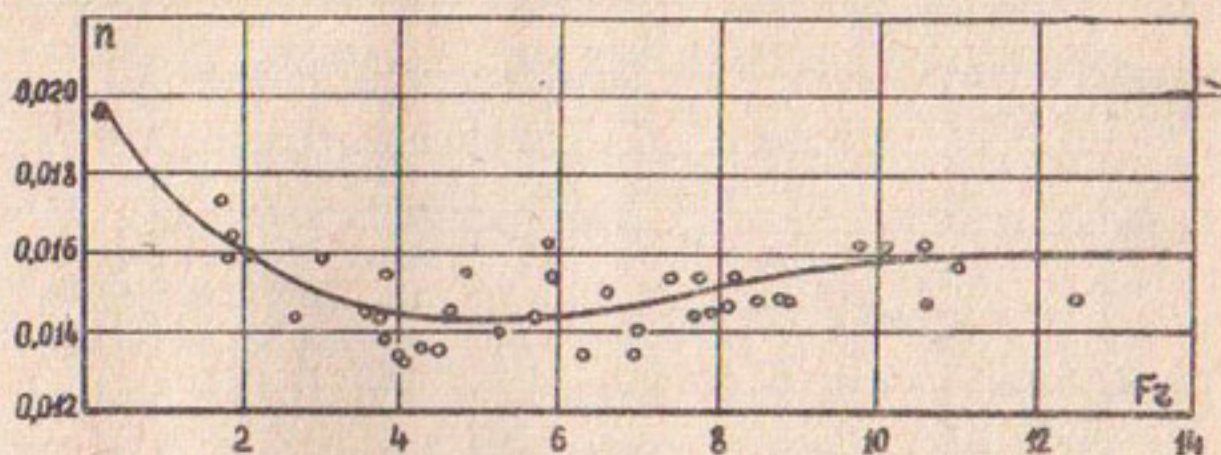


Рис.2. Зависимость коэффициента шероховатости в железобетонных каналах прямоугольного сечения.

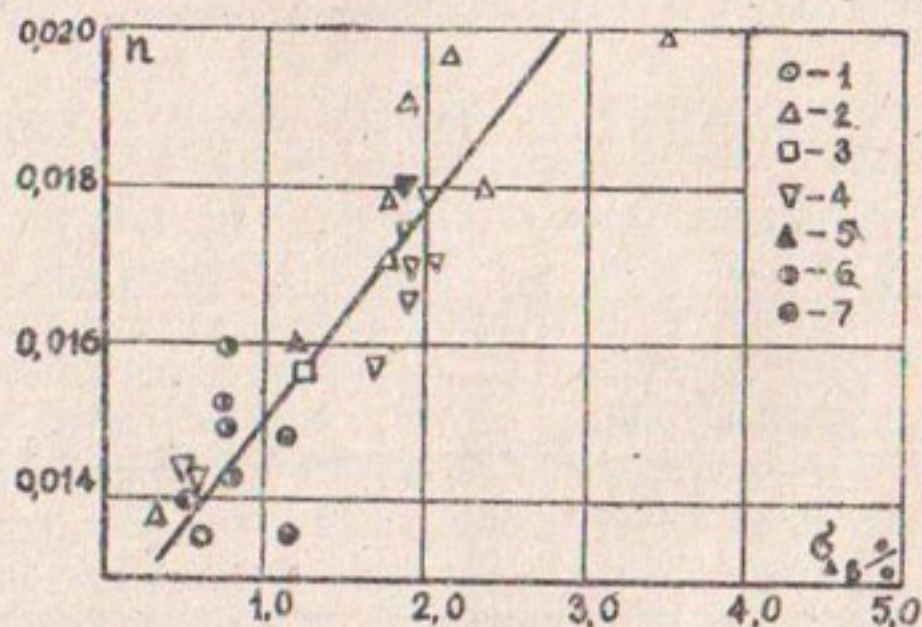


Рис.3. Зависимость коэффициента шероховатости от неравномерности ширины сборного канала из Г-образных блоков

2 - канал "Аспаринский"; 2 - канал "Кок-Сай";
 3 - ЛТК; 4 - Меркенский подпитывающий тракт;
 5 - канал "Раис"; 6 - канал "Кок-Дунен";
 7 - канал "Кент-Балтыбек".

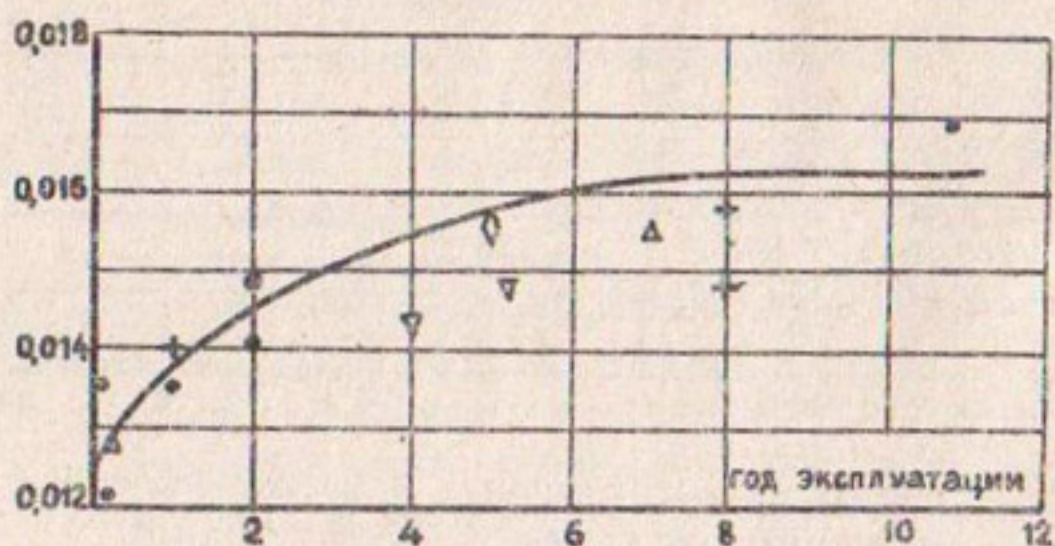


Рис.4. Изменение коэффициента шероховатости стенок бетонных каналов от срока службы.

первые 5 лет интенсивность повышения коэффициента шероховатости составляет 3-5 %, в последующие годы снижается до 1,5-2,0 %. При отсутствии отстойников интенсивность износа поверхности облицовки резко возрастает, например, на канале "Ак-Сай" отсутствует отстойник и в нем в первый год после ремонта поверхности коэффициент шероховатости равен 0,015, во второй год - 0,017-0,018, в третий год - 0,020. В третий год эксплуатации дно полностью покрывается кавернами износа на 20-40 мм. Интенсивность роста коэффициента шероховатости в данном случае достигает 15-20 %.

В результате анализа полученных данных для гидравлического расчета бетонированных каналов нами рекомендуется использовать формулу А.П.Зегяда (I). Учет влияния формы сечения, режима движения и неравномерности ширины канала предлагается производить соответствующим выбором коэффициента шероховатости. Ниже в таблице 2 приводятся рекомендуемые значения коэффициентов шероховатостей.

Таблица 2

Рекомендуемые значения коэффициентов шероховатости
для бетонированных каналов

№ п/п	Форма сечения, тип облицовки	Гидравлический режим	Коэффициенты шероховатости		
			Сред- нее	мини- мальный	макси- мальный
1. Параболические лотки		$V < 1,5 \text{ м/с}$	0,0145	0,014	0,015
		$V > 1,5 \text{ м/с}$	0,013	0,012	0,014
2. Прямоугольное сечение П-образные блоки Г-образные блоки $b_0 = 1,0\%$ $b_0 = 1,5-2,0\%$		$F_z < 3,0$	0,016	0,015	0,017
		$F_z > 3,0$	0,014	0,013	0,015
		$F_z < 3,0$	0,017	0,016	0,018
		$F_z > 3,0$	0,015	0,014	0,016
		$F_z < 3,0$	0,019	0,018	0,020
		$F_z > 3,0$	0,017	0,016	0,018
3. Трапецидальные, треугольные из сборных плит		$F_z < 3,0$	0,016	0,015	0,017
		$F_z > 3,0$	0,015	0,014	0,016
4. Каналы из монолит- ного бетона		$F_z < 3,0$	0,017	0,015	0,018
		$F_z > 3,0$	0,015	0,014	0,016

ЛИТЕРАТУРА

1. А л ь т ш у л ь А. Д. Основные закономерности равномерного течения в открытых каналах. Изд. АН СССР, о.т.н. № 5, 1958.
2. А л ь т ш у л ь А. Д., П у л ь е в с к и й А. М. О гидравлических сопротивлениях в руслах с усиленной искусственной шероховатостью. Гидравлика однородных и неоднородных жидкостей. Сб. трудов МИСИ № 89, М., 1972.
3. А р с е н и ш в и л и К. И. К вопросу влияния формы поперечного сечения на гидравлические сопротивления. Труды ГрузНИИГТМ, вып. 22, 1963.
4. А й в о з я н О. М. Современная теория гидравлического сопротивления русел и опытные данные. Изд. АН СССР, механика и машиностроение, № 4, 1964.
5. Б а г д а с а р я н С. С. К вопросу о закономерностях гидравлического сопротивления при равномерном движении бурных и спокойных потоков. Труды АрмНИИ проектного института цветной металлургии, вып. I, № 10, 1972.
6. З е г ж д а А. П. Гидравлические потери на трение в каналах и трубопроводах, М.-Л., Госэнергоиздат, 1957.

Петруния В.М.
канд. сельскохозяйств. наук, зам. директора
Дандибаев Б.
заведующий группой внедрения
(КазНИИВХ)

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ РИСОВОЙ КАРТЫ

Исследования проводились в совхозе "50 лет КазССР" второго рисового севооборота Левобережного массива орошения Кзыл-Ординской области. Массив расположен в древней дельте р. Сыр-Дарьи, в зоне северных пустынь, с общей площадью 412 тыс. га. Глубина залегания водоупора от 40 до 80 м, преобладающий слой мощности покровной мелкозернистой толщи составляет от 2 до 10 м. Коэффициент фильтрации в зоне аэрации равен 0,3-0,8 м/сутки — это самая высокая величина по

сравнению с другими массивами области. Водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений по литологическому составу выражен чередованием песков, глин, супесей и суглинков, что благоприятно влияет на естественную дренированность территории.

Рельеф массива в основном равнинный слабонаклоненный к западу, т.е. к Аральскому морю. Рисосеющие массивы занимают в основном обширные междуречные понижения, расположенные ниже уровня воды в реке на 4–8 м. Массив находится в пределах 100–130 м над уровнем моря. Наиболее пригодны для орошения склоны прирусловых валов. Эти территории, как правило, имеют нормальный микрорельеф со спокойными уклонами поверхности до 0,0001–0,0009, с амплитудой колебания до одного метра в впадинах и до 2 м на склонах прирусловых валов.

На этом массиве распространены в основном следующие типы почв: луговые, болотные, солончаки, takyrovидные и песчаные пустыни. Этим почвам присущи следующие общие свойства почвообразующих пород: пылеватость, микроструктурность, высокая карбонатность и слоистое сложение почвенного профиля. Тип засоления в основном хлоридно-сульфатный, а в низинных полях севооборота – сульфатно-хлоридный. Почвогрунтам гидроморфного ряда в основном свойствен сезоннообратимый режим засоления, а к автоморфным – сезонно-необратимый. Грунтовые воды до подачи воды в оросительную сеть залегают на глубине 300–320 см. Содержание солей в грунтовых водах колеблется от 2,5 до 30–33 г/л, но на большей части территории зоны рисосеяния оно составляет 3–5 г/л.

В последние годы в связи с освоением новых и реконструкцией старых орошаемых земель в Кызыл-Ординской области резко расширились посевные площади под культурой риса. Рисовые оросительные системы имеют густую оросительную сеть, основные магистральные каналы – большую протяженность от основного водозабора до рисовых севооборотов. В этой связи фактический общий водозабор значительно превышает расчетный.

Речная сеть представлена р. Сыр-Дарьей, средний годовой расход которой до зарегулирования составлял $673 \text{ м}^3/\text{с}$ с минерализацией не более 500 мг/л.

В.М.Боровским /1/ сделаны обобщения, из которых следует, что до зарегулирования р.Сыр-Дарьи эта территория не была

обеспечена общим подземным оттоком и являлась областью прогрессирующего сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления.

После ввода в постоянную эксплуатацию Кзыл-Ординской плотины, а также создания Чардарьинского водохранилища улучшилось мелиоративное состояние почв и появилась возможность регулирования водно-солевого режима орошаемых земель на фоне коллекторно-сбросной сети /2/.

Следует отметить, что с аккумулярованием воды в Чардарьинское водохранилище минерализация воды в Левобережном магистральном канале повысилась до 1,5-2 г/л. Это обусловлено значительным расширением посевных площадей риса, прилегающих к руслу р.Сыр-Дарьи в Узбекской ССР. Дренажно-сбросные воды с рисовых и нерисовых севооборотов вновь сбрасываются по руслу реки и попадают в Чардарьинское водохранилище.

Известно, что возделывание затопляемой культуры риса на засоленных землях на данном массиве орошения, как и в других зонах рисосеяния страны, приводит к более стабильному рассолению почвогрунтов.

Однако опреснение почв имеет локальный характер и происходит не в одинаковой степени на различных участках. Высокое засоление, как правило, наблюдается на участках, расположенных в низинах, а также на низинных чеках карты Краснодарского типа (ККТ) при хорошо выраженной террасности, превышающей 0,3-0,4 м. Более половины обводненных земель массива занимают засоленные почвы, возникновение которых обусловлено неудовлетворительным состоянием водоотводящей сети, низким качеством строительства, уровнем эксплуатации и несовершенством конструкции рисовой карты.

Так совхоз "50 лет КазССР" и другие хозяйства, размещенные на повышенных полях рисового севооборота ККТ и КШФ, после 10-летней эксплуатации находились в хорошем мелиоративном состоянии, тогда как при расположении их на пониженных участках произошло сильное засоление почв.

Для выяснения солевого режима почвогрунтов выбраны ККТ и КШФ, размещенные на различных абсолютных отметках, глубине залегания и степени минерализации грунтовых вод, а также ККТ и КШФ, расположенные на средних отметках рельефа на различном расстоянии от коллектора.

Изучалась глубина залегания грунтовых вод до начала вегетации, в период затопления, а также после прекращения подачи воды.

На участках, где заложены скважины, проводился отбор почвенных образцов с поверхности до глубины 3,0 м перед посевом риса и осенью, после уборки урожая.

Исследования по выявлению мелиоративного состояния земель на ККТ и КШФ, размещенных на повышенных и пониженных участках рельефа, показали, что рассолению почвогрунтов способствует правильная эксплуатация коллекторно-сбросной сети и размещение ее относительно рельефа территории. Так, почвы на ККТ и КШФ, расположенные на пониженных участках рельефа, после второго года возделывания характеризовались высоким содержанием солей по сравнению с почвами под ККТ и КШФ, размещенными на повышениях (рис. 1). Интенсивное засоление почвы на понижениях обусловлено перемещением ирригационно-грунтовых вод с вышерасположенных карт, чеков, а также подпиранием влиянием переполненных водой дренажно-сбросных каналов. Вынос солей из верхних почвенных горизонтов происходит в основном за счет напорных ирригационных вод. В некоторых случаях коллекторно-сбросная сеть в низине глубиной 1,2–1,6 м не создает промывного режима, а за счет подпоров вызывает восходящий ток почвенных растворов.

Анализ качественного состава солей свидетельствует также о том, что наибольшая концентрация токсичных солей происходит в почвах, размещенных в низинах. Здесь взамен хлористого натрия, сернокислого магния и гидрокарбоната кальция повысилось количество солей сернокислого натрия от 35 до 210 т/га, т.е. в шесть раз, хлористого магния – от 53 до 100 т/га, т.е. в два раза и сернокислого кальция – от 52 до 92 т/га, почти в два раза.

В оросительной воде перед затоплением рисовых карт содержание плотного остатка составляло в среднем 1,688 г/л, хлора – 0,179 и натрия – 0,180 г/л. Анализ показал, что минерализация сбросной воды на ККТ и КШФ, расположенных на пониженных участках, как правило, интенсивно увеличивается. Причем увеличение минерализации воды перед каждым сбросом на ККТ и КШФ происходит идентично. Так, перед первым сбросом ми-

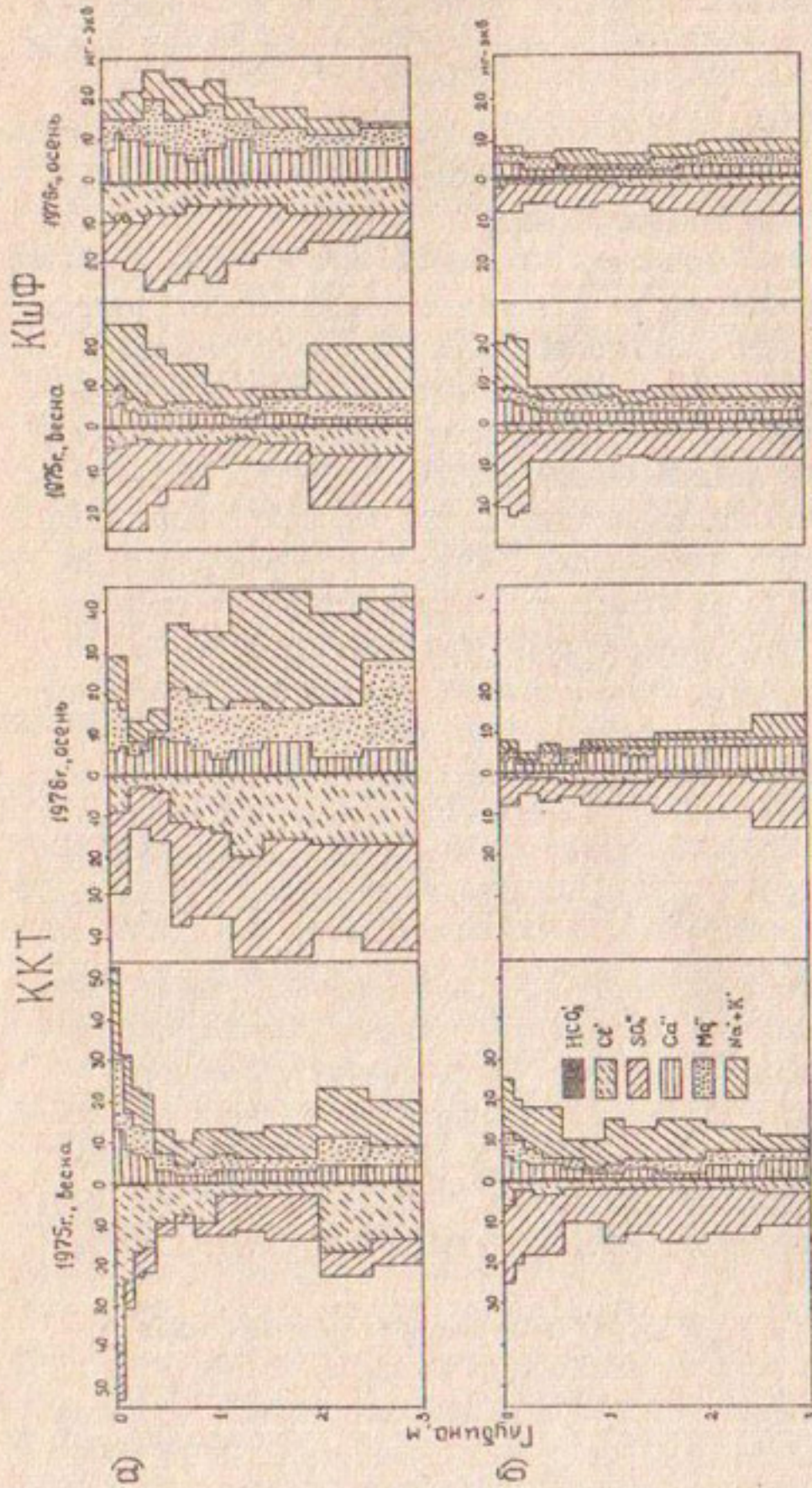


Рис.1. Солевые профили почвогрунтов ККТ и КШФ, расположенные на пониженных и повышенных абсолютных отметках рисового севооборота
а - понижениях; б - повышениях.

нерализации воды повысилась на ККТ до 4,720 г/л, или на 180%, по хлору – до 0,540 г/л, или на 282%, по натрию – до 0,439, или на 143% от исходного состояния, а на КШФ увеличение минерализации воды по катионам и анионам произошло аналогично как на ККТ (табл. I). Минерализация воды на ККТ и КШФ на повышениях увеличилась по плотному остатку на 33,64%, по хлору – 38,27% и по натрию – 90% от исходного содержания.

Увеличение минерализации воды на ККТ и КШФ, размещенных на пониженных участках рисового севооборота, объясняется тем, что грунтовые воды имеют местный напор. Об этом свидетельствуют отметки грунтовых вод по скважинам, уровень которых был выше уровня воды в чеках.

Таблица I

Минерализация воды (г/л) перед сбросом на ККТ и КШФ, размещенных на пониженных полях севооборота

Количество сбросов	Сухой остаток	$CO_3^{''}$	$HCO_3^{'}$	$Cl^{'}$	$SO_4^{''}$	$Ca^{''}$	$Mg^{''}$	$Na+K$
а) ККТ (контроль)								
1	4,720	–	0,240	0,540	2,690	0,240	0,530	0,439
2	3,252	0,004	0,117	0,348	1,776	0,140	0,158	0,656
3	5,800	–	0,340	0,400	3,550	0,320	0,630	0,531
4 (50%)	5,148	–	0,337	1,360	2,020	0,160	0,660	0,543
5 (50%)	6,056	–	0,290	1,700	2,210	0,200	0,440	1,209
б) КШФ								
1	3,724	–	0,240	0,240	2,300	0,160	0,630	0,025
2	4,460	–	0,290	0,450	2,590	0,200	0,560	0,346
3	5,000	–	0,200	0,140	3,460	0,200	0,680	0,301
4 (50%)	5,464	–	0,290	0,500	3,550	0,240	0,630	0,208
5 (50%)	5,600	–	0,340	0,430	3,660	0,240	0,660	0,035

ККТ и КШФ, размещенные на повышенных полях рисового севооборота находятся в благоприятном положении, т.к. здесь не наблюдается подпора в сбросных каналах, отмечается более равномерное распределение катионов между собой. За два года возделывания риса вынос солей из слоя 0–20 см составил 59,5%, из 0–40 см – 63,5% и из 0–150 см – 45,9% от исходного состояния. Содержание ионов кальция в почвогрунтах несколько увеличено, что благоприятно влияет на рост и развитие растений.

Исследования на ККТ и КШФ, расположенных на повышениях и понижениях, показали, что минерализация грунтовых вод здесь хлоридно-сульфатного типа засоления с преобладанием катиона натрия. До подачи воды в оросительную сеть и на рисовые поля минерализация грунтовых вод на повышенных участках составляла 6-II г/л, а на пониженных - 28,09 г/л.

В период возделывания риса наиболее неблагоприятные гидромелиоративные условия сложились на ККТ и КШФ, размещенных на пониженных участках. Здесь грунтовые воды гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные с высоким содержанием катиона натрия, величина которого в составе катионов достигает 207%. Повышение минерализации грунтовых вод в июле достигает 33,704 г/л, т.е. в период вегетации риса не снижается их минерализация (табл. 2). На данном участке в результате высокой минерализации и близкого залегания грунтовых вод почва превратилась в солончак.

Таблица 2

Минерализация грунтовых вод (г/л) на ККТ и КШФ, размещенных на пониженных полях рисового севооборота

Месяцы	Сухой остаток	$CO_3^{''}$	HCO_3'	Cl'	$SO_4^{''}$	$Ca^{''}$	$Mg^{''}$	$Na^{+}K$
ККТ								
У	28,200	0,070	1,460	5,540	11,810	0,400	2,160	5,307
УІ	30,310	0,040	1,560	6,530	12,000	0,520	2,210	5,822
УІІ	33,704	0,022	0,825	9,090	12,480	0,520	2,840	6,231
УІІІ	26,436	0,050	0,903	4,927	12,480	0,600	2,070	4,908
ІХ	29,328	0,062	0,532	4,672	10,370	0,400	1,700	4,568
КШФ								
У	28,088	0,061	1,360	5,779	12,960	0,500	2,070	5,559
УІ	28,916	0,050	1,450	5,570	11,710	0,480	1,970	5,220
УІІ	24,428	0,045	0,760	6,590	13,728	0,400	2,700	3,243
УІІІ	26,468	0,073	0,900	5,00	11,040	0,480	1,940	3,809
ІХ	28,000	0,080	0,791	4,899	9,776	0,320	1,885	4,265

После прекращения подачи воды наименьшая интенсивность понижения грунтовых вод отмечалась на полях рисового севооборота, размещенных на понижениях: за первые 10 суток грунтовые воды снизились на 30-40 см, а на повышениях - до 80-100 см (рис. 2).

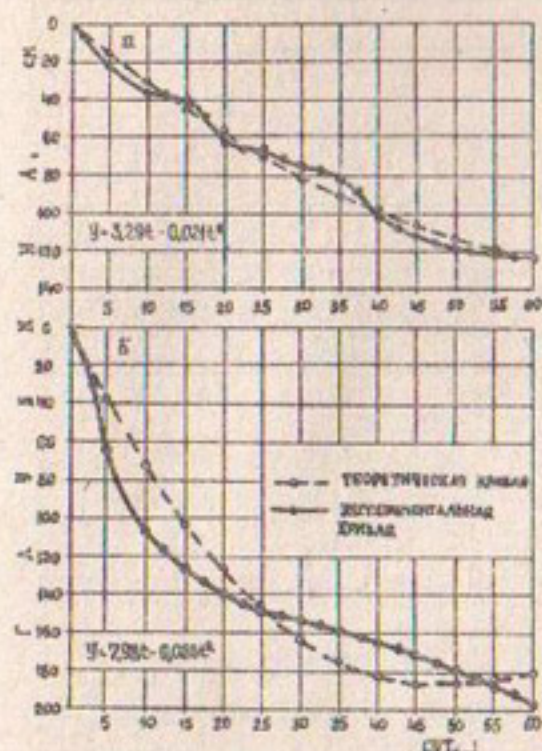


Рис.2. Снижение грунтовых вод на пониженных и повышенных абсолютных отметках рисового севооборота а-понижениях; б-повышениях.

отметках и в понижениях. На рисовых полях, расположенных в понижениях, водоподача снизилась по сравнению с ККТ на повышенных отметках рельефа на $4720 \text{ м}^3/\text{га}$, а в гидрологической части расходы воды на фильтрацию сократились с 10880 до $5360 \text{ м}^3/\text{га}$, или на $5520 \text{ м}^3/\text{га}$. Следовательно, низинный участок рисового поля в значительной мере подтапливается за счет фильтрационных вод вышерасположенных карт (табл. 3).

Таблица 3

Водный баланс рисового поля в зависимости от размещения относительно рельефа местности

Элементы водного баланса	На повышениях		На понижениях	
	$\text{м}^3/\text{га}$	%	$\text{м}^3/\text{га}$	%
I	2	3	4	5
П р и х о д				
Подача оросительной воды	29210	100	24490	100

В результате математической обработки полевого материала получены уравнения регрессии, указывающие на зависимость снижения грунтовых вод от расположения относительно рельефа местности. Коэффициенты регрессии найдены методом наименьших квадратов, установлены также коэффициенты корреляции, составляющие 0,9, что говорит о высокой достоверности, т.е. согласованности экспериментальных данных с теоретическими.

Большой интерес представляют полученные данные водного баланса рисовых полей, размещенных в различных условиях рельефа – на повышенных

I	2	3	4	5
Осадки	100	0,34	100	0,41
И т о г о:	29310	100	24590	100
Р а с х о д				
Насыщение почвогрунта	1250	4,49	950	4,10
Испарение	4100	14,73	4000	17,05
Транспирация	4700	16,89	4500	19,86
Фильтрация	10880	39,09	5360	23,65
Поверхностный сброс	6900	24,79	78,5	34,64
И т о г о:	27830	100	22660	100
Неувязка	+1480	+5,30	+1830	+8,08

Фенологические наблюдения растений на картах краснодарского типа и КИФ, в понижениях и повышениях, свидетельствуют о неодинаковых условиях произрастания и развития риса. На пониженных участках, где мелиоративные условия, как правило, менее благоприятны, у растений отмечен менее интенсивный рост. Так, например, в фазу молочной спелости растения, произрастающие на ККТ (повышенных участках) достигли 102,8 см высоты, тогда как на пониженных участках — 92,3 см, а на КИФ соответственно — 104,0 см и 92,1 см. По остальным морфологическим признакам (средний вес одного растения, густота, общая и продуктивная кустистость, даты наступления фаз развития, пустозерности, вес 1000 зерен) растения, произрастающие на повышенных участках, имеют явное преимущество по сравнению с растениями в понижениях.

Значительное отставание растений по морфологическим свойствам на понижениях сказалось на урожае риса, средний урожай которого был на 20,5 ц/га ниже по сравнению с урожаем, полученным на повышенных участках (табл.4).

Результаты исследований солевого режима почвогрунтов в зависимости от конструкции регулирующей сети показывают, что наиболее равномерное рассоление почвогрунтового профиля отмечается на КИФ, тогда как на ККТ отмечается неравномерное рассоление почвогрунтов как по глубине, так и на различном расстоянии от коллектора / 3/.

Таблица 4

Урожай риса сорта Кубань-3

Кон- струк- ция карты	Годы иссле- дова- ния	Урожай, ц/га			В % к контро- лю
		бункерный	амбарный	разница в урожае	
Размещение участков на понижениях					
ККТ	1975	36,8	32,3	-	
КШФ		38,5	34,8	2,5	
ККТ	1976	35,6	31,8	-	
КШФ		36,4	32,1	0,3	
В сред- нем по отметке		36,8	32,0	-	100
Размещение участков на повышениях					
ККТ	1975	50,5	48,7	-	
КШФ		56,2	55,0	6,3	
ККТ	1976	52,3	50,1	-	
КШФ		58,5	56,3	6,2	
В сред- нем по отметке		54,3	52,5	-	147

Исследования процесса предуборочного просыхания почвы на картах различной конструкции показали, что КШФ имеют ряд преимуществ перед ККТ: во-первых, размещение карты по длине перпендикулярно к уклону местности избавляет ее от террасности и ставят всю поверхность карты в равные гидрогеологические условия, что способствует равномерному просыханию поверхности почвы на карте; во-вторых, существующая водоотводящая сеть (при ее нормальной работе), водно-физические свойства почвогрунтов обеспечивают интенсивное снижение грунтовых вод за 10-11 суток.

Наблюдения показали, что период просушки почвы на всей поверхности ККТ не одинаков, так как разница в абсолютных отметках между верхними и нижними чеками составляла 113 см. В верхних чеках (первые) просушка почвы продолжалась 9-13 суток, на чеках в средней части карты (четвертые) - 14-17, а на чеках в нижней части

карты (седьмые) – 16–20 суток.

В этой связи к уборке риса на верхних чеках приступили спустя 4 суток после наступления полной спелости зерна, в средней части – через 11 суток, а в низинной – лишь на 20 сутки. Чем больше разрыв между фазой полной спелости зерна и уборкой, тем выше потери зерна на единицу площади (табл.5).

Таблица 5

Потери зерна в зависимости от срока уборки
риса в пределах рисовой карты

Номера площадок	Абсолют- ная от- метка	Полная спелость зерна, дата	Начало уборки	Потери зерна с 1 м ² /г	Потери зерна, кг/га
Карта краснодарского типа					
1	122,38	27-08	31-08	10,49	105
2	121,60	30-08	10-09	18,15	184
3	121,20	31-08	20-09	40,15	401
Карта-чек широкого фронта затопления и сброса воды					
	122,20	21-08	25-08	10,60	106

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б о р о в с к и й В. М. и др. Древняя дельта р.Сыр-Дарьи и северные Кыл-Кумы. Изд-во АН КазССР, Алма-Ата, т.1, 1958; Т.П, 1959.
2. В о л к о в А. И., П о п о в Ю. М. Изменение почвенно-климатических условий Левобережного Кыл-Ординского массива в условиях орошения. Труды Института почвоведения им. В.В.Докучаева "Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв", М., 1973.
3. Д а н д ы б а е в Б. Влияние конструкции регулирующей сети на мелиоративное состояние земель при возделывании затопляемой культуры риса. "Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана", № 10, 1977.

Р.А.Кван
канд.сельскохоз.наук, зав.отделом

В.В.Немченко
заведующий сектором

А.Аяпбергенов
старший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

УСТАНОВЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ПОЛИВА ДОЖДЕВАНИЕМ

Широкая программа мелиорации земель, предусмотренная решениями XXV съезда КПСС, обуславливает значительное увеличение орошаемых площадей в Казахстане, в частности, в северных и северо-восточных районах республики. Большое внимание уделяется механизации полива, применению высокопроизводительной поливной техники.

В силу сложившихся природно-хозяйственных условий одним из основных способов полива на оросительных системах северо-востока Казахстана является дождевание. При этом большая часть овощей, картофеля, технических культур поливается дождевальными агрегатами ДДА-100М и ДДА-100МА.

При механическом водозаборе транспортирующая и разводящая сеть представлены здесь сетью закрытых асбестоцементных трубопроводов, а при самотечном — железобетонными лотками. Забор воды дождевальными агрегатами ДДА-100М в обоих случаях осуществляется из тупиковых сезонных оросителей.

Правильное планирование водопользования в процессе проектирования и эксплуатации оросительных систем подобного типа зависит от более полного учета всех потерь как в отдельных элементах оросительной сети, так и в процессе дождевания. Эти потери можно разбить на три группы:

1. Конструктивные, зависящие от конструктивных особенностей оросительной системы (филтрационные, остаточный объем в тупиковых оросителях, предусмотренные сбросы).

2. Потери в процессе дождевания (испарение в воздухе с момента вылета капель из насадки и до падения их на почву или листья, снос ветром).

3. Непроизводительные, т.е. различного рода утечки, аварийные сбросы, сбросы из сети из-за нерациональной эксплуа-

тации дождевальных машин и др.

Если потери первой группы учитываются в основном при проектировании систем, а потери третьей группы при применении рациональной технологической схемы работы дождевальных машин и содержания системы в надлежащем состоянии можно свести к минимуму, то потери второй группы в настоящее время практически не учитываются, что приводит к недоголиву сельскохозяйственных культур и вследствие этого недобору урожая.

Установление величин потерь в поливной сети в процессе дождевания проводилось путем постановки специальных опытов на оросительных системах совхозов "Черноярский" и им. Ю.А.Гагарина Павлодарской области.

Фильтрационные потери из тупиковых оросителей (грунты-легкие и средние супеси) устанавливались методом отсека. Учет оросительной воды осуществлялся при помощи водосливов. Каждый опыт продолжался в течение 4-7 часов, что соответствует времени работы агрегата на оросителе при поливе основных сельскохозяйственных культур.

Оросители были разбиты нами на две группы: новые и старые. Новые - это заново нарезанные оросители, или очищенные канавокопателями в текущий поливной сезон, старые - те, которые в предыдущем оросительном сезоне эксплуатировались, а в текущем не очищались.

Опыты по установлению потерь воды на испарение и снос ветром в процессе дождевания проводились в течение всего поливного периода с целью получения возможно большего объема данных по факторам, воздействующим на величину потерь, т.е. скорость и направление ветра по отношению к оси движения агрегата, температура и влажность воздуха. Опыты проводились одним и тем же агрегатом ДДА-100М при направлении насадок вверх. Слой замерялся дождемерными стаканами, расположенными по ширине захвата дождя через каждый метр.

Температура и влажность воздуха устанавливались по показаниям аспирационного психрометра, направление и скорость ветра - ветрометром В-10-01М. Величина потерь определялась как разница между показаниями дождемерных стаканов и расходом агрегата ДДА-100М.

Под потерями на испарение подразумевалось количество влаги, испарившееся в воздухе за период от начала до оконча-

ния полива.

Анализ данных по установлению потерь оросительной воды на фильтрацию из тупиковых оросителей показал, что величины потерь зависят в основном от состояния ложа оросителя, глубины залегания грунтовых вод, периодичности и нормы полива, т.е. от поливаемой культуры. В табл. I приводятся коэффициенты полезного действия тупиковых оросителей для забора воды агрегатом ДДА-100М в зависимости от этих факторов.

При осуществлении поливов дождевальными агрегатами неизбежны потери на испарение и снос ветром за пределы поливаемого участка. При наиболее неблагоприятных условиях, величина этих потерь достигает 35-37% от расхода насоса дождевального агрегата. Поэтому учет потерь как при планировании водопользования, так и при проведении поливов обязателен. Исследования проводились при изменении величин факторов, влияющих на процессы потерь оросительной воды в период полива, в следующих пределах: температура воздуха - 15-30°, относительная влажность - 24-84%, скорость ветра - 1-8 м/с и направление ветра относительно оси движения агрегата - 0-90°. На рис. I показаны графики зависимостей потерь на снос, испарение и суммарных потерь от температуры и влажности воздуха, направления и скорости ветра.

Путем обработки и анализа материалов исследований установлено, что величины потерь воды на снос ветром, зависящие от его скорости и направления, изменяются незначительно, т.к. основная часть дождевого шлейфа, относимого ветром за пределы орошаемого участка, испаряется не достигнув поверхности почвы. Изменение скорости ветра от 1 до 8 м/с меняет величины потерь на снос от 2 до 4%. При изменении направления ветра от лобового к боковому они достигают 3,5-4,0%.

Величина потерь воды на снос ветром в зависимости от его скорости и направления описывается уравнениями:

$$\beta_{сн} = 1,95 + 0,285 V; \quad (1)$$

$$\beta_{сн} = 2,573 + 0,0085 H. \quad (2)$$

где $\beta_{сн}$ - потери на снос ветром, %;

V - скорость ветра, м/с;

H - направление ветра, град.

Потери на испарение от скорости и направления ветра подчиняются зависимостям:

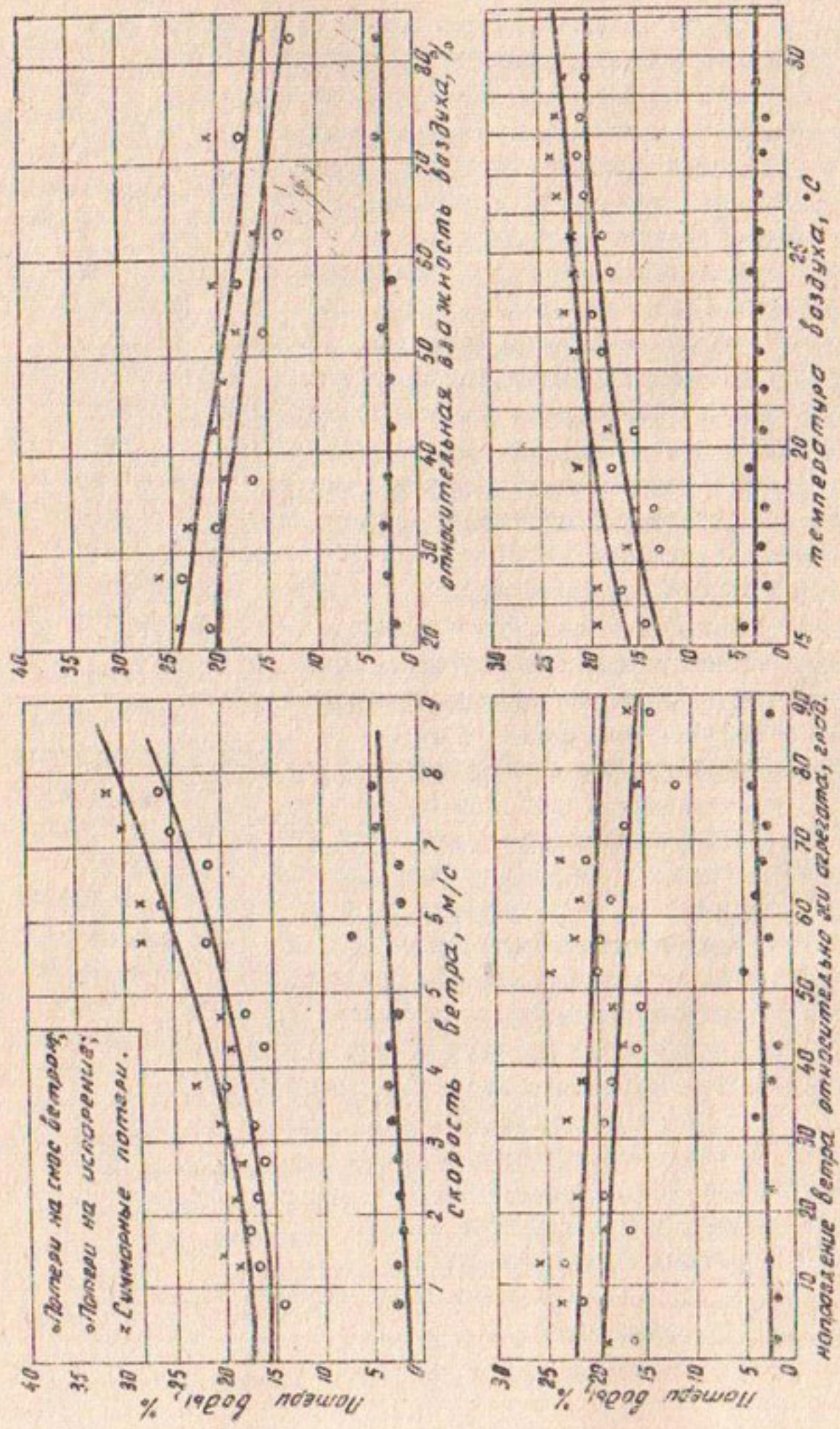


Рис. 1. Графики зависимости потерь воды от скорости, направления ветра, температуры и относительной влажности воздуха.

Таблица I

Коэффициенты полезного действия тушковых оросителей
в зависимости от состояния оросителя, сельскохозяйственной
культуры и глубины залегания грунтовых вод при работе
агрегата ДДА-100М на бьефе оптимальной длины

Состо- яние ложа ороси- теля	Сельского- хозяйственные культуры	№ поли- ва	Периодич- ность поливов, дн.	Полив- ная норма, м ³ /га	Глубина залегания грунтовых вод, м	
					1,5-2,0	3,0
Новое	Овощи	I		300	0,85-0,83	0,80-0,78
		2-8	5-6	300	0,94-0,92	0,89-0,87
		9-15		300	0,87-0,85	0,82-0,80
	Картофель	I		600	0,90-0,86	0,86-0,82
		2-5	8-10	600	0,95-0,93	0,93-0,90
		6-8		600	0,93-0,89	0,89-0,85
	Травы и кукуруза	I		600	0,90-0,86	0,83-0,79
		2-3	15-20	600	0,95-0,89	0,89-0,85
		4-5		600	0,93-0,89	0,86-0,82
	Зерновые колосовые	I		600	0,91-0,87	0,89-0,85
		2	25-30	600	0,93-0,89	0,88-0,84
		3		600	0,90-0,86	0,86-0,82
Старое	Овощи	I		300	0,87-0,85	0,82-0,80
		2-8	5-6	300	0,95-0,91	0,90-0,88
		9-15		300	0,93-0,89	0,89-0,85
	Картофель	I		600	0,94-0,90	0,89-0,85
		2-5	8-100	600	0,95-0,93	0,90-0,88
		6-8		600	0,84-0,92	0,88-0,86
	Травы и кукуруза	I		600	0,94-0,92	0,88-0,86
		2-3	15-20	600	0,95-0,92	0,91-0,88
		4-5		600	0,93-0,89	0,89-0,85
	Зерновые колосовые	I		600	0,91-0,87	0,89-0,85
		2	25-30	600	0,93-0,89	0,92-0,88
		3		600	0,91-0,87	0,88-0,84

$$\beta_{ис} = 15,557 + 0,0559 V + 0,162 V^2; \quad (3)$$

$$\beta_{ис} = 19,643 - 0,0443 H. \quad (4)$$

Потери на испарение в воздухе с увеличением скорости
ветра повышаются и при скорости 8 м/с достигают 28%, а с из-
менением направления от лобового к боковому за счет уменьше-

ния объема дождевой завесы снижаются от 20 до 15%.

Суммарные потери воды (на испарение и снос ветром) в зависимости от скорости ветра повышаются довольно быстро при скоростях более 4-5 м/с, а при изменении направления ветра от лобового к боковому уменьшаются более равномерно. По данным опытов они могут быть описаны уравнениями:

$$\beta_{см} = 17,384 + 0,2648 V + 0,179 V^2; \quad (5)$$

$$\beta_{см} = 22,216 - 0,0358 H. \quad (6)$$

В зависимости от температуры воздуха потери на испарение и суммарные потери можно рассчитать по формулам:

$$\beta_{ис} = -5,56 + 1,63 t - 0,0263 t^2, \quad (7)$$

$$\beta_{см} = 0,249 + 1,389 t - 0,0215 t^2. \quad (8)$$

где t — температура воздуха, в град.

С изменением влажности воздуха они соответственно изменяются по зависимостям:

$$\beta_{ис} = 22,03 - 0,072 \alpha - 0,00042 \alpha^2, \quad (9)$$

$$\beta_{см} = 27,75 - 0,179 \alpha + 0,00041 \alpha^2,$$

где α — относительная влажность воздуха, в %.

При повышении температуры воздуха от 15° до 30° потери на испарение и суммарные потери увеличиваются соответственно от 13 и 16% до 21 и 24%. В то же время при повышении относительной влажности воздуха от 20 до 80% они соответственно уменьшаются с 25 и 27,5% до 14 и 17%.

По данным экспериментов получены следующие уравнения множественной регрессии, описывающие зависимости потерь воды на испарение, снос и суммарных потерь от всех четырех рассматриваемых факторов:

$$\beta_{ис} = 21,595 - 0,279 t + 0,0124 t^2 - 0,0169 \alpha - 0,0008 \alpha^2 - 0,6108 V + 0,2196 V^2 - 0,0686 H; \quad (11)$$

$$\beta_{см} = -0,315 + 0,483 t - 0,013 t^2 - 0,094 \alpha + 0,0009 \alpha^2 + 0,318 V + 0,0008 V^2 + 0,0103 H; \quad (12)$$

$$\beta_{см} = 22,604 + 0,105 t + 0,0018 t^2 - 0,106 \alpha - 0,0002 \alpha^2 - 0,513 V + 0,249 V^2 - 0,052 H. \quad (13)$$

На рис. 2 приведена номограмма, построенная по зависимости (13), характеризующейся значением коэффициента множественной корреляции $R = 0,57$. При известных значениях климатических показателей для определенных условий по этой номограмме можно установить величину суммарных потерь воды в процентах от расхода насосного агрегата.

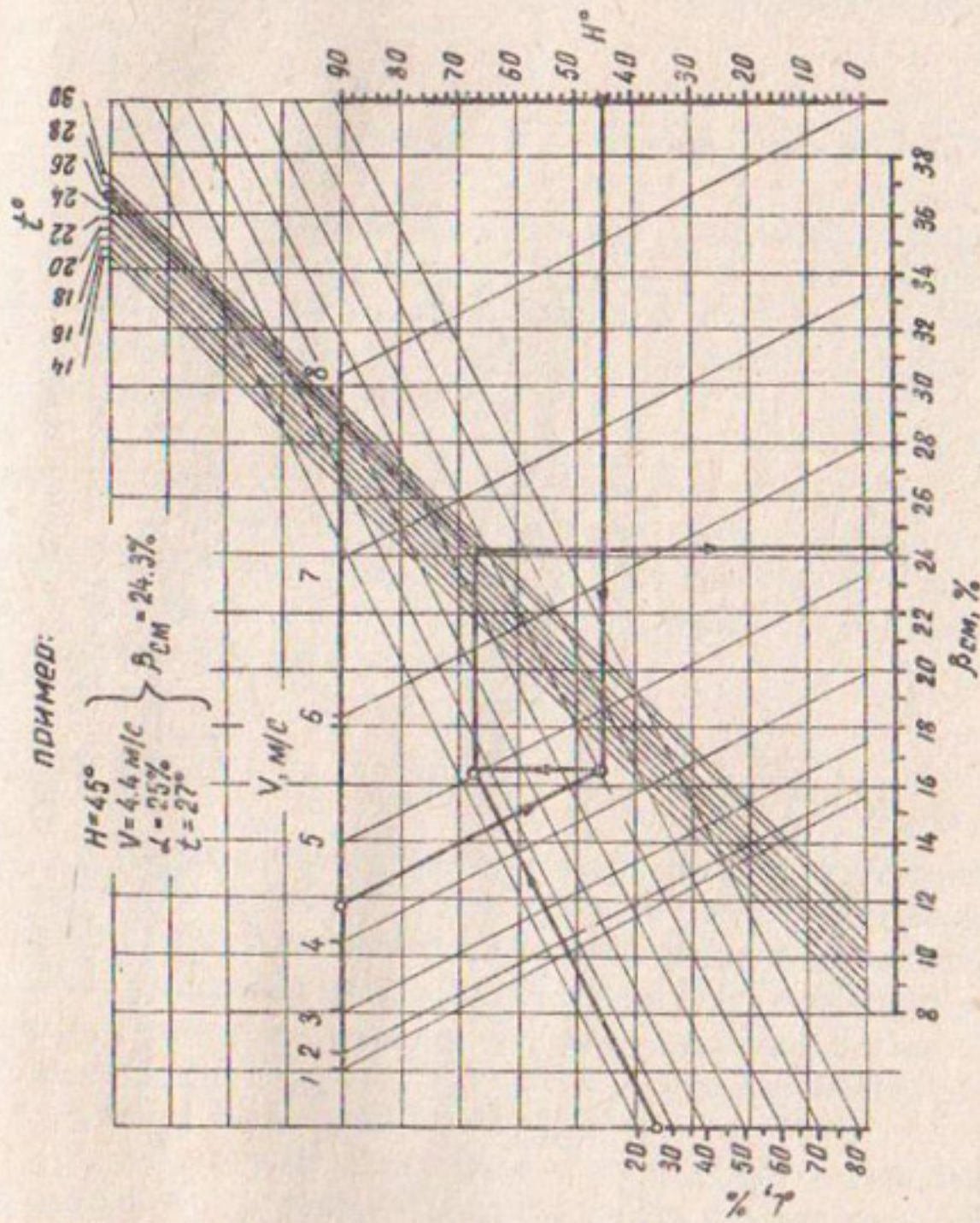


Рис. 2. Номограмма для определения величины суммарных потерь воды на испарение и снос ветром в воздухе при дождевании ДДА-100М (верхнее расположение насадок).

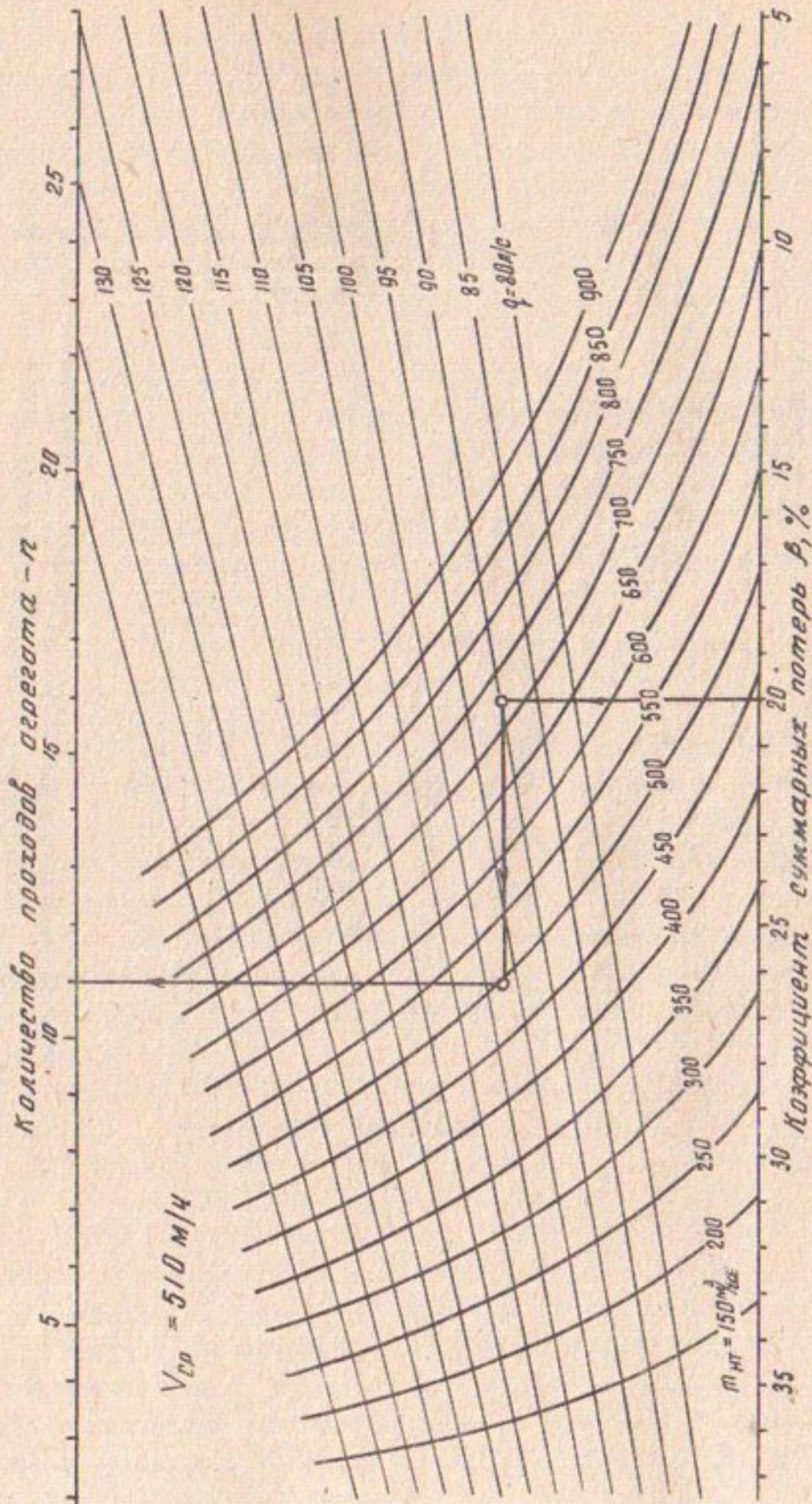


Рис. 3. Номограмма для определения количества проходов агрегата ДДА-100М при заданной поливной норме M нетто с учетом потерь на испарение и снос в процессе полива.

Поливную норму брутто с учетом потерь на испарение и снос ветром находим по формуле:

$$m_{бр} = \frac{m_{нт}}{K}, \quad (14)$$

где K — коэффициент суммарных потерь, определяемый по формуле:

$$K = 1 - \frac{\beta_{см}^*}{100}. \quad (15)$$

Величину $\beta_{см}^*$ находим по номограмме, приведенной на рис. 2.

В эксплуатационной практике при оперативном планировании поливов необходимо знать количество проходов агрегата для внесения в почву заданной поливной нормы нетто с учетом воздействия климатических факторов. Количество проходов можно определить из соотношения:

$$n = \frac{m_{нт} V}{320 q K}, \quad (16)$$

где V — скорость движения агрегата, м/ч;

q — фактический расход насосной станции агрегата, л/с; или по номограмме, построенной по этой зависимости (рис. 3).

Полученное количество проходов округляется до целого числа согласно существующим правилам.

ВЫВОДЫ

1. Величина фильтрационных потерь из туниковых оросителей зависит не только от почвенных и гидрогеологических условий, но и от периодичности работы агрегата на оросителе, т.е. от поливаемой культуры. Поэтому при определении коэффициента полезного действия системы должны учитываться и фильтрационные потери из оросителей в зависимости от культур, занятых в севообороте (табл. I).

2. Потери воды на испарение и снос ветром в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха, скорости и направления ветра относительно оси движения агрегата ДЦА-100М могут достигать до 35% расхода насоса. Поэтому необходим их учет как при проектировании оросительных систем, так и при оперативном планировании поливов.

3. При оперативном планировании поливов количество прохо-

дов дождевального агрегата для подачи на поле заданной поливной нормы должно назначаться с учетом конкретных факторов, воздействующих на процессы испарения и сноса ветром.

Ф.Ф.Вышпольский
канд.сельскохоз.наук, зав.сектором

В.И.Макаревич
младший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВ ПРИ РАЗВИТИИ ОРОШЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

Индустриализация орошаемого земледелия и технический прогресс в ирригационном строительстве обусловили возможность переброски части стока сибирских рек в Казахстан и Среднюю Азию. В истории развития ирригации в нашей стране и за рубежом немало примеров, когда строительство новых оросительных систем изменяет географическую среду и ухудшает мелиоративное состояние орошаемых земель. Вследствие этого производство сельскохозяйственных культур становится нерентабельным, а в ряде случаев наносит значительный ущерб экономике страны.

Отсутствие опыта и надежных теоретических основ проектирования и строительства оросительных систем, способных обеспечить целенаправленное управление почвенными процессами, зачастую приводит к тому, что развитие орошаемого земледелия в Центральном и Северном Казахстане отрицательно изменяет почвенный состав и окружающую среду. Решение этой проблемы усложняется еще тем, что закономерности развития почвенно-мелиоративных процессов в новых районах орошения существенно отличаются от старорошаемых зон Советского Союза, где накоплен немалый опыт управления этими процессами /1,2,3,4,5/ при эксплуатации гидромелиоративных систем.

Анализ имеющихся материалов по строительству и эксплуатации оросительных систем в Центральном и Северном Казахстане показывает, что вовлечение под орошение новых земель и применение технологии управления почвенно-мелиоративными процессами инженерными средствами, которые разрабатывались

для предгорных равнин и речных долин, пустынных и полупустынных областей, не дает удовлетворительных результатов, т.к. на вновь орошаемых территориях гидрогеологические, почвенно-мелиоративные, климатические и хозяйственные условия значительно отличаются от орошаемых районов Средней Азии и Южного Казахстана. В случае малых различий в госструктурах орошаемых территорий применение существующих технических требований по проектированию и эксплуатации оросительных систем может дать и положительные результаты. Это подтверждает многолетний опыт эксплуатации небольших оросительных систем на землях террас рр. Иртыша и Нуры, т.е. на землях, обеспеченных подземным оттоком грунтовых вод. Здесь прогнозные показатели по изменению почвенно-мелиоративных условий практически соответствуют расчетным.

Совпадение прогнозных показателей с натурными наблюдается лишь в том случае, когда нарушение природного равновесия, а это всегда происходит при развитии орошения, не изменяет общий поток веществ как в региональном, так и фациальном плане. Поэтому необходимо, в первую очередь, создавать оросительные системы для сохранения полезных в сельскохозяйственном производстве природных процессов и сочетать их с инженерными сооружениями, играющими роль регуляторов в развитии почвенно-мелиоративных процессов и обеспечивающих непрерывный рост продуктивности орошаемого земледелия.

Практика освоения каштановых почв в Центральном и Северном Казахстане, для которых характерно наличие солевого пояса на глубине около одного метра, показывает, что транспортирование воды по закрытым трубопроводам и проведение поливов дождевальными установками зачастую не обеспечивают оптимального мелиоративного режима на существующих оросительных системах. Это обуславливается отрицательными последствиями, возникающими в результате неизбежных потерь оросительной воды не только в транспортирующей сети, но и на орошаемых землях.

Аналогичные проблемы возникнут и в зоне переброски сибирских рек, где предполагается применить ту же схему транспортирования воды и организации орошаемой территории, которая проходит широкую производственную проверку в зоне канала Иртыш-Караганда. Поэтому необходимо проверить существующие приемы управления водно-солевым режимом почв и разработать

технологии освоения, способную максимально снизить интенсивность миграции солей из слоев, расположенных ниже корнеобитаемой зоны, и замедлить процесс вовлечения солей в дренажный сток из глубоких горизонтов зоны насыщения. Такой путь решения проблемы освоения орошаемых земель диктуется суровыми климатическими условиями /6/ и техническим решением переброски иртышской воды в Центральный Казахстан.

Длительность устойчивых отрицательных температур (более 5 месяцев) ограничивают возможность применения промывок, которые в условиях Средней Азии и Южного Казахстана играют главную роль в борьбе с первичным и вторичным засолением почв.

Согласно генеральной схеме развития орошения в зоне канала Иртыш-Караганда осуществление поливов предусмотрено дождеванием. Данный способ полива обеспечивает максимальную механизацию и автоматизацию полива; экономное использование оросительных вод, стоимость которых достигает 5-6 коп. за 1 м^3 ; сокращение неизбежных объемов просачивания оросительных вод ниже корнеобитаемого слоя и улучшение равномерности увлажнения поверхностных горизонтов почвогрунтов. Однако для таких природных условий, где осваиваются каштановые тяжело-суглинистые почвы с пониженной водопроницаемостью, рекомендуется поверхностный способ полива /7,8/, обеспечивающий промывной режим на орошаемых землях.

Действительно этот способ полива наиболее приемлем, т.к. обеспечивает промывной режим и проведение промывок на засоленных землях. Однако необходимы дополнительные капиталовложения на выполнение кулисной планировки и строительство оросительной сети с повышенным гидромодулем. Это усилит темпы подъема уровня грунтовых вод и потребует усиления искусственной дренированности орошаемой территории на 40-50%. В связи с этим капиталовложения на строительство дренажа возрастут в 1,5 раза.

Кроме того, дренажные воды, как правило, будут поступать в канал Иртыш-Караганда, проложенный по базису эрозии р. Шидерты. По этой причине произойдет загрязнение вод канала Иртыш-Караганда, выполняющего и роль водоснабжения промышленных центров. Следовательно, освоение орошаемых земель в зоне канала Иртыш-Караганда должно осуществляться только при

уменьшении поступления возвратных вод в русло канала и сохранении качества транспортируемой воды.

Данные требования можно обеспечить и путем аккумуляции дренажного стока в естественных понижениях, которые располагаются выше орошаемых участков. Для этого потребуются также дополнительные капиталовложения на строительство водоводов по перекачке дренажных вод на значительные расстояния. При этом затраты на осуществление этих работ будут находиться в прямой зависимости от объема дренажного стока.

Таким образом, рациональными параметрами режима орошения в зоне канала Иртыш-Караганда следует считать такие его величины, которые обеспечат существующей техникой полива высокую равномерность увлажнения почвы, минимальные потери оросительных вод на инфильтрацию и максимальный выход сельскохозяйственной продукции с 1 га, который обеспечивается при высоком пороге (75-80% НВ) предполивной влажности в корнеобитаемом слое.

Однако выбор рациональных параметров режима орошения обуславливается не только созданием оптимального водного режима для сельскохозяйственных культур, но и мелиоративным благополучием на орошаемых землях, склонных к вторичному засолению. Высокую стабильность мелиоративного улучшения орошаемых земель можно обеспечить лишь созданием нисходящего движения влаги в зоне аэрации. Поэтому оценка эффективности режима орошения и технологии его осуществления должна определяться тем минимальным объемом потерь оросительных вод на инфильтрацию, который обеспечит улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

Вместе с тем анализ существующих уравнений по установлению величин поливных норм показывает, что учет инфильтрационных потерь оросительных вод непосредственно на орошаемых землях производится лишь в том случае, если применяемые поливные нормы превышают расчетные значения. В настоящее время принято считать, что строгое нормирование поливного режима, т.е. осуществление поливов расчетными нормами, обеспечит аккумуляцию поливных вод в активном слое почвы и предотвратит их просачивание в нижележащие горизонты. В научных проработках по режиму орошения вопросам неизбежных потерь оросительных вод на инфильтрацию не уделяется должного внимания /9,10/.

Под инфильтрационными потерями мы понимаем объем воды, впитавшийся в почвогрунты и расходуемый не на эвапотранспирацию, а на насыщение нижних горизонтов зоны аэрации (в случае глубокого залегания уровня грунтовых вод) и пополнение грунтовых вод.

Экспериментальные данные КазНИИВХ показывают, что в начальной стадии впитывания воды в иссушенную почву силы капиллярного всасывания преобладают над гравитационной скоростью движения воды к уровню грунтовых вод, поэтому интенсивность гравитационного просачивания оросительных вод глубже корнеобитаемого слоя невелика. Увеличение гравитационных скоростей просачивания воды наступает при влажности почвы выше 90-95% НВ. При наличии гидростатического давления, возникающего в момент появления слоя воды на поверхности почвы, данное явление развивается уже при влажности 85-90% НВ. Следовательно, сокращение объема просачивания воды ниже корнеобитаемого слоя и темпов подъема уровня грунтовых вод, а также мелиоративное улучшение орошаемых земель обеспечит дождевание.

Согласно нашим данным высокая интенсивность формирования поверхностного стока дождевых вод происходит на 5-7 проходе дождевального агрегата ДДА-100М (при работе на 3-4 скорости) или после 2-3 часов работы "Волжанки". При более длительной работе поливных машин микропонижения заполняются водой и служат основным источником питания грунтовых вод. Следовательно, величины поливных норм необходимо устанавливать не по дефициту влаги в корнеобитаемом слое, а по объему воды, который можно внести в почву дождевальными агрегатами, без возникновения интенсивного стока (при пропашных культурах) и лукеобразования (при культурах сплошного сева).

Такой принцип выбора параметров режима орошения обуславливается почвенно-мелиоративными условиями массива орошения, техническими возможностями дождевальных машин и необходимостью максимального сокращения инфильтрационных потерь оросительных вод при осуществлении поливов. В этом направлении проводились полевые исследования на опытно-производственных участках, которые позволили выявить влияние различных поливных режимов на характер изменения закономерностей передвиже-

ния влаги, солей в зоне аэрации и установить возможные нагрузки на дренаж при изменении параметров режима орошения, которые определялись следующим образом.

1. Поливы проводились при нижнем пороге предполивной влажности 80% НВ. Величины поливных норм устанавливались из расчета увлажнения 0,4–0,5 м слоя зоны аэрации.

2. Поливы проводились при пороге предполивной влажности 75% НВ. Величины поливных норм определялись из расчета увлажнения 0,5–0,7 м слоя почвогрунтов.

3. Поливы проводились при нижнем пороге влажности 80% НВ. Величины поливных норм определялись из расчета увлажнения 0,4–0,5 м слоя почвогрунтов.

4. Поливы проводились при нижнем пороге влажности 80% НВ, а значения поливных норм, полученных из расчета увлажнения 0,4–0,5 м слоя, снижались на 10–30%.

5. Поливы проводились при нижнем пороге влажности 65–70% НВ, а расчетные значения поливных норм, полученных из расчета увлажнения 0,4–0,5 м слоя, снижались на 30–40%. Этим приемом предполагалось не допустить просачивания оросительных вод глубже корнеобитаемого слоя, уменьшить величину оросительных норм и не допустить вторичного засоления.

Указанные варианты режимов орошения (табл. I) прошли опытно-производственную проверку на участках, почвы которых относятся к хлоридно-сульфатному типу засоления и представлены в основном автоморфными разновидностями с различной степенью засоления нижних горизонтов зоны аэрации. В верхних слоях почв, которые характеризуются малым содержанием солей (0,1–0,2%), отношение хлоридов к сульфатам несколько выше чем в нижних, где отмечается максимальное соленакопление (0,7–1,5%). Минерализация грунтовых вод, залегающих глубже 4,0 м, изменяется в пределах 8–20 г/л.

Скважность почвогрунтов 3-метрового слоя почвогрунтов колеблется в пределах 40–50%, а естественная влажность составляет 11–16%. Коэффициент водоотдачи изменяется в пределах 0,9–0,11, а предельная влагоемкость – 20–28%. Сравнительно низкая влагоемкость второго и третьего метра зоны аэрации объясняется повышенной агрегированностью грунтов и малым содержанием органических веществ. Коэффициент фильтрации,

определенный прибором Нестерова, изменяется в широких пределах (0,2–1,3 м/сут) особенно в поверхностных горизонтах.

Таблица I

Основные показатели параметров режима орошения
за 1975–1977 гг. исследований

Вариан- тов	Нормы (нетто), м ³ /га		Коли- чество поливов	Инфильтрационные потери, м ³ /га
	ороситель.	поливных		
I	2100–2300	300–350	6–7	400–600
II	2400–2800	450–600	4–5	700–900
III	2400–2700	350–450	5–6	600–800
IV	1900–2100	200–250	8–9	300–500
V	1500–1700	300–350	4–5	< 300

Примечание. В приведенных результатах не учтены потери оросительных вод на снос ветром и испарение в период поливов.

Динамика солевого состава почвогрунтов зоны аэрации (табл. 2) свидетельствует о том, что при первом варианте режима орошения протекает интенсивный процесс рассоления почвогрунтов в течение всей вегетации на глубину предполагаемой зоны аэрации. О высокой эффективности данного режима орошения говорит хорошая равномерность рассоления почвогрунтов как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости. Расхождения между максимальным и минимальным выносом солей, за исключением возвышенных участков, где поверхностный сток формируется после третьего прохода дождевального агрегата, составляют около 20%. При этом темпы рассоления почв в вегетационный период намного превышают интенсивность засоления почв в невегетационное время, что обеспечивает непрерывный процесс мелиоративного улучшения орошаемых земель.

Необходимо отметить, что значительные инфильтрационные потери (около 30–40%) происходят в микропонижениях, составляющих 10–20% общей площади, где интенсивность инфильтрации в два раза выше, чем на орошаемом поле. Поэтому параметры данного режима орошения не достаточно обеспечивают главное условие – максимальное сокращение непроизводительных потерь оросительных вод на инфильтрацию. Это, в свою очередь, требует уменьшения интенсивности поверхностного перераспределения оросительных вод во время поливов и снижения непроизводи-

Таблица 2
Средне-годовые показатели изменения содержания солей в зоне аэрации,
полученные при выполнении полевых работ в 1975-1977 гг.

Горизонт	Пределы исходных запасов солей, т/га	Изменения содержания солей в зоне при различных режимах орошения											
		I			II			III			IV		
		вегет.-тап. период	невегет.-тап. период	вегет.-тап. период	невегет.-тап. период	вегет.-тап. период	невегет.-тап. период	вегет.-тап. период	невегет.-тап. период	вегет.-тап. период	невегет.-тап. период	вегет.-тап. период	невегет.-тап. период
0-0,5	8,1-11,5	-0,2	+0,8	+0,2	+1,3	-1,7	+1,3	-0,8	+0,5	0,00	+0,2		
0,5-1	9,9-21,3	-1,60	+1,5	-2,9	+1,5	-4,5	+3,1	-4,9	+1,7	+3,2	+2,4		
1-2	68,2-105,4	-16,00	+9,3	-13,9	+11,9	-20,0	+9,90	-9,2	+8,8	-1,20	+1,3		
2-3	47,8-70,0	-0,50	-2,4	+2,3	-3,6	+1,2	-3,7	+4,3	-6,8	+2,4	-4,7		
0-1	18,0-32,8	-1,8	+2,3	-2,7	+2,80	-6,2	+4,4	-5,7	+2,2	+3,2	+4,4		
0-3	134,0-203,2	-18,3	+9,2	-14,3	+11,1	-25,0	+10,6	-10,6	+4,2	+4,4	+1,0		

Примечание. + накопление солей, - уменьшение солей.

тельных потерь на инфильтрацию в микропонижениях.

Применение второго варианта режима орошения улучшает организацию полива, вследствие увеличения размеров поливных норм, это, в свою очередь, усиливает интенсивность поверхностного стока, который аккумулируется в отрицательных формах рельефа. Поэтому основной объем (более 60%) инфильтрационных потерь оросительных вод падает на пониженные участки, составляющие 10–20% общей площади. В связи с этим на основной площади орошаемой территории процесс инфильтрации оросительных вод существенно уменьшается, а общая интенсивность питания грунтовых вод даже превышает показатели при поливах по нижнему порогу предполивной влажности – 80% НВ.

При данном режиме орошения показатели водного режима почвогрунтов вполне приемлемы для сельскохозяйственных культур. Однако формирование зон интенсивного питания грунтовых вод в микропонижениях резко ухудшит мелиоративную обстановку, т.к. при отсутствии повсеместного выноса солей из зоны аэрации и подъема грунтовых вод возникнут процессы вторичного засоления почв. Вследствие этого снижается их продуктивность. Например, в микропонижениях, где в результате поверхностного стока формируются зоны интенсивной инфильтрации, запасы солей снизились почти в два раза, на возвышенных участках наоборот – увеличились, а на остальной площади – уменьшились незначительно. Несмотря на то, что запасы солей по участку несколько уменьшились, но достигнуть значительного улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель практически не удалось.

Поэтому параметры данного режима орошения, хотя в начальный период освоения своевременно обеспечивают растения влагой, улучшают организацию полива, но не способствуют рассолению почв при минимальных потерях оросительных вод на инфильтрацию. Это в конечном счете и определит эффективность орошаемого земледелия в северных районах Казахстана.

Изучение мелиоративной эффективности третьего варианта режима орошения показало, что при поливах интенсивность выноса солей из 3-метровой толщи почвогрунтов значительно превышает темпы вторичного засоления, которые развиваются в невегетационный период. Анализ аккумуляции влаги в горизонтальной и вертикальной плоскостях зоны аэрации указывает на то, что

поддержание высокого порога предполивной влажности в корнеобитаемом слое приводит к возникновению нисходящих токов влаги в верхнем метровом слое зоны аэрации. Вследствие этого происходит снижение запасов солей в корнеобитаемом слое и рост содержания влаги в глубьлежащих горизонтах. При этом объемы инфильтрационных потерь возрастают до 80 мм, а половина их приходится на микропонижения, занимающие 10-20% орошаемой площади.

По технико-экономическим показателям данный режим орошения мало приемлем, хотя и обеспечивает ускоренный процесс рассоления почв. Основным сдерживающим моментом его применения является повышенный расход оросительных вод и необходимость дополнительных капиталовложений на строительство дренажа, повышение пропускной способности оросительной сети, отвода и аккумуляции большого объема дренажного стока. Кроме того, он резко усиливает процесс выноса подвижных форм питательных элементов из активного слоя почв. Это, в свою очередь, требует дополнительного внесения минеральных и органических удобрений.

Таким образом, третий вариант режима орошения следует применять только в наиболее тяжелых мелиоративных условиях, т.е. на землях с высоким содержанием солей в зоне аэрации и особенно в корнеобитаемом горизонте, где другие поливные режимы мало эффективны.

В целях повышения равномерности увлажнения и рассоления почв нами изучалась эффективность режима орошения малыми нормами. Анализ динамики солевого состава 3-метровой толщи почвогрунтов при данном режиме орошения указывает на наличие интенсивного процесса выноса солей из всех горизонтов 2-метровой толщи почвогрунтов. Это еще раз свидетельствует о том, что при высоком пороге (80% НВ) предполивной влажности в активном слое почв неизбежно формируются инфильтрационные потери оросительных вод непосредственно на полях орошения, даже если размеры поливных норм уменьшаются на 20-30% относительно расчетных значений. При этом после полива запасы влаги в верхнем полуметровом слое не достигали значения НВ, а расхождения между верхним и нижним порогом влажности (до и после полива) были минимальные, что обеспечивало более благоприятные условия для

роста и развития сельскохозяйственных культур.

Хорошая равномерность увлажнения и рассоления почв указывает на высокую эффективность данного режима орошения, который по интенсивности опреснения почти соответствует первому варианту, а по надежности водоснабжения сельскохозяйственных растений даже превосходит его. Однако в связи с ухудшением условий сельскохозяйственного производства возрастает количество междурядных обработок, уменьшается коэффициент сменной работы дождевального агрегата вследствие неизбежного увеличения холостых перегонов. В этом отношении он не конкурирует с первым вариантом, который, по всей вероятности, должен получить наибольшее распространение в зоне канала Иртыш-Караганда.

Следует отметить, что в остро засушливые годы резко возрастает термический режим, поэтому потребность оросительной воды в хозяйствах будет значительно превышать тот объем водных ресурсов, который ему выделяется. Отсюда существует реальная необходимость в изучении эффективности сельскохозяйственного производства при недостаточном увлажнении корнеобитаемого слоя. В этом плане немаловажное значение приобретает проблема получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур в годы острого дефицита воды и установления характера изменения формирования солевого режима почв при резком уменьшении инфильтрации на орошаемых землях.

Исследования показали, что пятый вариант режима орошения несколько ухудшает условия водоснабжения растений влагой, особенно в дни с высоким термическим режимом, когда корневая система при пониженном пороге предполивной влажности, не может в достаточной степени обеспечить влагой надземную массу. В связи с этим урожайность сельскохозяйственных культур снижается на 10-30%.

Уменьшение расчетных величин поливных норм и снижение порога предполивной влажности значительно снизило темпы поверхностного перераспределения дождевой воды, уменьшило размеры зон интенсивной инфильтрации, которые формируются при других параметрах режима орошения. Однако избежать просачивания оросительных вод ниже корнеобитаемого слоя, где залегает соленосный горизонт, и обратного их подтягивания по капиллярной

системе не удалось. Поэтому неизбежно возникали процессы вторичного засоления.

Особенно высокие темпы вторичного засоления отмечались на возвышенных участках, где после полива содержание влаги в активном слое почв не превышало 80–86% НВ. По этой причине данный режим орошения не может обеспечить мелиоративного благополучия на орошаемых землях, а следовательно, и успешного развития орошаемого земледелия. Однако в засушливые годы, когда размеры оросительных норм превысят расчетные значения, хозяйства вынуждены будут прибегать к такому режиму. В результате его применения мелиоративное состояние орошаемых земель несколько ухудшится, что потребует в дальнейшем применения таких параметров режима орошения, которые обеспечат рассоление корнеобитаемого слоя почв. Таким образом при развитии орошения невозможно обеспечить благоприятную мелиоративную обстановку на землях без определенных расходов оросительных вод на инфильтрацию. По нашему мнению, эти размеры должны колебаться в пределах 400–600 м³/га.

Наблюдения за ростом и развитием сельскохозяйственных культур при различных параметрах режима орошения свидетельствуют о том, что в начальный период их вегетации темпы прироста надземной массы практически находятся на одном уровне. Однако при смене фаз развития растений наступают существенные изменения. В частности, при бутонизации-цветении картофеля снижаются темпы формирования новых клубней и их рост. Например, биологическая урожайность картофеля на первых четырех вариантах колебалась в пределах 330–350 ц/га, а на пятом варианте при режиме орошения недостаточного увлажнения составила около 290 ц/га. Аналогичная картина наблюдалась и при возделывании других сельскохозяйственных культур. Следовательно, с точки зрения получения максимального выхода продукции с 1 га орошаемых земель последний вариант не приемлем.

Анализ рассмотренных параметров режима орошения показывает, что с точки зрения организации полива, обеспечения оптимальных условий для сельскохозяйственных культур, экономии оросительной воды, снижения интенсивности питания грунтовых вод и обеспечения благоприятной мелиоративной обстановки на орошаемых землях лучшим режимом является тот, величины полив-

ных норм (нетто) которого соответствуют дефициту влаги в верхнем полуметровом слое при пороге предполивной влажности 80% НВ. При таких требованиях размеры поливных норм будут колебаться в пределах 300–350 м³/га, т.е. соответствовать тем величинам, при которых достигается достаточно хорошая равномерность увлажнения, рассоления почв и относительно высокая производительность поливной техники. Следует отметить, что размеры инфильтрационных потерь оросительных вод на полях орошения и транспортирующей сети, которыми определяется нагрузка на дренаж, будут минимальными. Это, в свою очередь, уменьшит капиталовложения на строительство дренажа и мероприятия по очистке или аккумуляции дренажных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. М и н а ш и н а Н.Г. История использования засоленных земель на различных стадиях развития орошаемого земледелия. В сб. "Изменение плодородия почв при орошении вновь осваиваемых земель". Труды Ин-та почвоведения им. В.В.Докучаева, М., 1976.
2. В а р у н ц я н Э.С. Рассоление грунтовых вод на орошаемых землях. "Колос", М., 1977.
3. К о в д а В.А. Происхождение и режим засоленных почв. т. I, П. Изд-во АН СССР, 1946–1947 гг.
4. К о в д а В.А., Е г о р о в В.В. Закономерности процессов соленакопления в пустынях Арало-Каспийской низменности. Сб. "Вопросы происхождения засоленных почв и их мелиорация". Изд-во АН СССР, М., 1954.
5. А в е р ь я н о в С.Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ним в Европейской части СССР. Сб. "Орошаемое земледелие в Европейской части СССР". "Колос", М., 1965.
6. Почвенно-географическое районирование СССР. Изд-во АН СССР, 1962.
7. Канал Иртыш-Караганда. "Кайнар", Алма-Ата, 1965.
8. Техника полива сельскохозяйственных культур. "Колос", М., 1970.

9. К о с т я к о в А.Н. Основные мелиорации. "Сельхозгиз", М., 1960.

10. Ш у м а к о в Б.А. Орошение в засушливой зоне Европейской части СССР. "Россельхозиздат", М., 1969.

В.Н.Мухамеджанов
канд.техн.наук, зав.отделом

Ж.Жумадильдаев
мл.научный сотрудник
(КазНИИВХ)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ТАЛДЫ-КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В южных и юго-восточных областях Казахстана, где орошаемое земледелие является основой сельскохозяйственного производства, вопросы рационального использования оросительной воды играют важнейшую роль. Особую актуальность и значимость приобретают они в свете решений декабрьского (1977 г.) и июльского (1978 г.) Пленумов ЦК КПСС, решения которых обязывают народное хозяйство полнее и глубже использовать внутренние резервы производства.

Талды-Курганская область по наличию орошаемых земель — одна из крупнейших областей республики. В настоящее время здесь насчитывается более 245 тыс.га орошаемых земель, площадь которых в перспективе (к 1990 г. по проработкам "Казгипроводхоза") намечается увеличить до 350 тыс.га. Реальность этих планов подтверждается наличием воды для орошения и пригодных к орошению земель.

Ресурсы поверхностных вод в средние по водности годы составляют около 7,4 млрд.м³. Из них на полив сельскохозяйственных культур ежегодно забирается около 2,9 млрд.м³ воды, что составляет 39% общего годового стока рек области, или на один гектар орошаемых земель в средние по водности годы ежегодно забирается 11,8 тыс.м³ воды, в расчете на 1 га политой площади — 12,7 тыс.м³. Удельная водоподача в хозяйствах составляет 9,4 тыс.м³. Потери оросительной воды на фильтрацию, испарение, различного рода утечки из-за неисправности гидротехнических сооружений на межхозяйственной сети в 1977 г.

составили более 570 млн.м³. Этой водой можно было бы дополнительно оросить более 55 тыс.га земель при существующих оросительных нормах.

Во внутрихозяйственных системах оросительная вода также используется не на должном уровне. Основными причинами являются низкий уровень инженерно-технического состояния внутрихозяйственных оросительных систем и ряд организационно-хозяйственных причин.

О том насколько продуктивно используется оросительная вода в различных районах Талды-Курганской области видно из таблицы I.

Таблица I

Продуктивность оросительной воды
(производство сахарной свеклы, 1976 г.)

Районы	Оросительная норма, м ³ /га	Водоподача, млн. м ³	Посевная площадь, га	Стоимость валовой продукции, тыс. руб	Получено валов. прод. на 1000 м ³ подан. воды, руб	Расход воды на 1 ц продукции, м ³
Кировский	9884	51,4	5200	5994	116	27,1
Каратальский	10847	21,0	1936	1930	91	39,1
Талды-Курганский	13452	108,6	8073	9145	84	35,6
Саркандский	14981	103,0	6875	4795	46	61,7
Андреевский	15104	14,5	960	560	39	92,3
Алакульский	16106	94	5815	4557	48	71,0
Аксуский	16150	86,8	5374	3365	38	90,4
Итого по Талды-Курганской области	14051	479,3	34233	30436	64	50,0

Данные табл. I показывают, что стоимость валовой продукции, полученной на 1000 м³ оросительной воды в Кировском районе, составляет 116 руб., в Каратальском - 91 руб., в Талды-Курганском - 84 руб. В остальных четырех районах области этот показатель значительно ниже и колеблется в пределах 38-48 руб. Расход оросительной воды на производство 1 ц сахарной свеклы в указанных районах составляет соответственно 27,1; 39,1; 35,6 м³. Тогда как в других районах этот показатель колеблется в пределах 61,7-92,3 м³, т.е.

расход оросительной воды для производства 1 ц продукции здесь в 2-3 раза выше, чем в Кировском, Каратальском и Талды-Курганском районах.

Фактическая оросительная норма сахарной свеклы также колеблется в значительных пределах от 9,8 тыс.м³/га в Кировском районе до 16,1 тыс.м³/га в Алакульском и Аксуском районах. Главная причина такой большой разницы в расходах оросительной воды на 1 га посевов сахарной свеклы - низкий технический уровень оросительных систем в Саркандском, Андреевском, Алакульском и Аксуском районах. Кроме того, в Алакульском районе низок уровень организационно-хозяйственных работ, что обуславливается острым дефицитом трудовых ресурсов.

В Талды-Курганской области фактическая оросительная норма сахарной свеклы в 1976 г. составляла в среднем 14,0 тыс.м³/га. На 1000 м³ поданной воды получено 64 руб. валовой продукции, а расход воды на производство 1 ц продукции составил 50,0 м³.

Таким образом, показатели продуктивности оросительной воды на производство сахарной свеклы по области в среднем невысокие. Одной из причин, как указывалось выше, является низкий инженерно-технический уровень существующих оросительных систем (табл. 2).

Гарантированность водоподачи, точность водораспределения обеспечивают, как известно, водозаборные и водораспределительные сооружения инженерного типа. В Талды-Курганской области водозаборные сооружения межхозяйственного значения оборудованы инженерными гидротехническими сооружениями на 79% и только на 65% - хозяйственного значения. На 1,0 тыс. га орошаемых земель насчитывается 19,6 шт. гидротехнических сооружений при нормативной потребности 150-200 шт.

В связи с тем, что только 3,7% оросительных каналов оборудованы противофильтрационными покрытиями (при потребности в них до 50%) значительное количество воды теряется на фильтрацию и различного рода утечки из-за неисправности швов в облицованных железобетоном каналах.

Полив сельскохозяйственных культур осуществляется в основном вручную. Прогрессивные способы полива внедряются очень медленно и на небольших площадях. Из 235 тыс.га, поли-

ваемых ежегодно, дождеванием орошается лишь 28 тыс.га, что составляет около 12%, гибкими трубопроводами - 9 тыс.га, или 4% от всех поливаемых земель. На одного поливальщика приходится в среднем 85 га, тогда как для качественного полива средняя норма загрузки поливальщика не должна превышать 12-16 га.

Таблица 2

Уровень технического состояния оросительных систем Талды-Курганской области (1977г.)

Наименование показателей	Количественная характеристика
<u>Водозаборы и гидротехнические сооружения (ГТС) на оросительной сети:</u>	
Водозаборы межхозяйственного назначения, шт.	48
в т.ч. оборудовано ГТС, в % от общего кол-ва	76
Водовыдел в хозяйственные системы, шт.	700
в т.ч. оборудовано ГТС, в % от общего кол-ва	65
Количество ГТС на тысячу га орошаемых земель, шт.	19,6
Нормативная потребность в ГТС, в шт./тыс.га	150
<u>Оросительные каналы:</u>	
Удельная протяженность межхозяйственных каналов на 1 га орошаемых земель, пог.м/га	4,6
То же внутрихозяйственных, пог.м/га	23,4
Каналы с противοфилтpационной одеждой, км	2,61
То же в % от общей протяженности	3,7
Потребность в противοфилтpационных мероприятиях, в % от общей протяженности	50,0
<u>Коллекторно-дренажная сеть (КДС):</u>	
Общая протяженность КДС, км	857
Удельная протяженность межхозяйственной КДС, пог.м/га	0,4
Удельная протяженность внутрихозяйственной КДС, пог.м/га	3,0
Нормативная потребность во внутрихозяйственной КДС, пог.м/га	32,0

Только переустройство оросительных систем, их техническое совершенствование повысит продуктивность использования оросительной воды. К сожалению, эти работы ведутся не комплексно и невысокими темпами. За период 1971-1975 гг., т.е. за девятую пятилетку, различные мероприятия по техническому совершенствованию оросительной сети и сооружений, капитальной планировке орошаемых земель осуществлены на площади около 80 тыс.га, что составляет 30% от всей орошаемой площади области. Согласно данным "Казгипроводхоз" в Талды-Курганской области комплекс работ по переустройству необходимо провести еще почти на 180 тыс.га.

Наши исследования показывают, что переустройство систем в значительной степени повышает продуктивность оросительной воды. Так, например, в совхозе "Энбекши" Кировского района за последние 5 лет силами мелиоративного отряда проведена капитальная планировка орошаемых земель на площади 570 га, переустроена внутрихозяйственная оросительная сеть на площади 1740 га, построено 52 гидротехнических сооружения на сети, что позволило дополнительно ввести в сельскохозяйственный оборот 630 га орошаемых земель. В результате за период 1971-1976 гг. урожайность сахарной свеклы увеличилась на 272 ц/га. В 1978 г. с площади 1200 га собрано по 608,8 ц/га сахарной свеклы. Каждые 1000 м³ воды дают продукции на 172 руб., расход оросительной воды на 1 ц сахарной свеклы составляет 19 м³. Звено З.Сентовой в 1978 г. с каждого из 370 га добилось по 615 ц корней, звено Ж.Кымбаевой с каждого из 190 га - по 645 ц. Такие успехи достигнуты благодаря рациональному использованию оросительной воды, своевременному проведению всех мелиоративных и агротехнических мероприятий.

Комплекс работ по техническому совершенствованию оросительных систем может дать более значительный эффект, что подтверждают результаты исследования, проведенные отделом экономики в Чимкентской, Джамбулской и Кызыл-Ординской областях /1,2/. При этом установлено, что переустройство оросительных систем способствовало увеличению к.п.д. каналов на 25-40% и коэффициента использования земли на 10-15%, улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель, уменьшению затрат ручного

труда на поливных работах, значительной прибавке урожая сельскохозяйственных культур (сахарной свеклы на 60-100 ц/га, зерновых на 9-12 ц/га). Освоение переустроенных участков осуществляется в первый год, тогда как освоение новых водохозяйственных объектов из-за значительного дефицита трудовых ресурсов затягивается на десять и более лет. Сроки окупаемости капитальных вложений в комплекс мероприятий по переустройству за счет возможного прироста урожайности сельскохозяйственных культур не превышает 4-5 лет.

Другой причиной низкой продуктивности оросительной воды является, на наш взгляд, недостаточная степень концентрации посевов сахарной свеклы. Размещение последних на мелких участках, отдаленных друг от друга, повышает расход воды на один гектар за счет увеличения холостой части оросительных каналов, а следовательно, увеличения потерь на фильтрацию, испарение и различного рода утечки. Кроме того, на мелких орошаемых участках затрудняется применение современных сельскохозяйственных и мелиоративных машин.

Для установления степени концентрации посевов сахарной свеклы на продуктивность оросительной воды нами выполнена группировка хозяйств Талды-Курганской области по площадям посевов (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость продуктивности оросительной воды
от степени концентрации посевов сахарной свеклы
(1977 г.)

Группа хозяйств с площадью посевов сахарной свеклы, га	Кол-во хозяйств в группе	Средняя посевная площадь на одно хозяйство, га	Средняя урожайность в группе, ц/га	Себестоимость 1 ц, руб	Затраты труда на 1 ц в чел/ч	Получено прод. на 1000 м ³ поданной воды, руб	Расход воды на 1 ц продукции, м ³
I - до 500	9	334	245	5,14	3,2	55,0	65,2
II - с 501-800	4	751	228	4,38	2,6	66,6	57,0
III - более 801	5	1059	327	3,70	2,3	89,4	36,8

Как видно из таблицы 3, в хозяйствах, где посевные площади сахарной свеклы превышают 1000 га, получены наилучшие эко-

номические показатели. В третьей группе хозяйств - самая высокая урожайность, самая низкая себестоимость продукции, наименьшие затраты труда и расход воды на производство 1 ц продукции. Материалы таблицы 3 показывают насколько эффективны мероприятия по концентрации посевов, а также в какой степени увеличивается продуктивность оросительной воды.

Таким образом, эффективность использования оросительной воды в Талды-Курганской области зависит, во-первых, от уровня инженерно-технического оснащения существующих оросительных систем, во-вторых - от степени концентрации посевов сельскохозяйственных культур.

В связи с этим при планировании развития ирригации в Талды-Курганской области необходимо знать насколько максимально использованы резервы существующих систем. При распределении капитальных вложений на водохозяйственное строительство, в первую очередь, выделять средства на проведение работ по комплексному переустройству существующих оросительных систем. Планомерно и целенаправленно претворять в жизнь программу дальнейшей концентрации посевов сельскохозяйственных культур на основе севооборотов.

Эти работы в полной мере отвечают решениям декабрьского (1977 г.) и июльского (1978 г.) Пленумов ЦК КПСС и будут составными частями комплексной программы, принятой партией и направленной на повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Принципы организации и технико-экономическая оценка работ по реконструкции оросительных систем Южного Казахстана". Научный отчет, П ч, фонды КазНИИВХ, Джамбул, 1970.
2. Мухамеджанов В.Н. Техничко-экономическая оценка эффективности оросительных систем Южного Казахстана. Автореферат канд. диссертации, Т., 1976.

А.А. Джумабеков
аспирант
(КазНИИВХ)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД ДЛЯ ПОЛИВА РИСА И МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

Одним из перспективных районов рисосеяния в Казахской ССР является Кызыл-Кумский массив, площадь орошения которого в настоящее время доведена до 48,4 тыс. га. Дефицит водных ресурсов, особенно в маловодные годы, привел к тому, что хозяйства начали стихийно использовать дренажно-сбросные воды на орошение риса без учета особенностей почвенно-гидрогеологических условий, дренированности территории, минерализации поливной воды, что местами резко ухудшило мелиоративное состояние орошаемых земель, снизило урожай риса.

С целью изучения рационального варианта использования дренажно-сбросных вод для орошения риса в 1973-1976 гг. в рисосовхозе "50 лет Октября" были поставлены опыты на двух участках с различной дренированностью территории.

Опытный участок в 1973-1974 гг. был расположен на первой надпойменной террасе вблизи хозяйственного коллектора К-4 глубиной 3,5 м. Покровные отложения представлены легкими и средними суглинками с переслойками мелкозернистых песков. Объемная масса равна 1,3-1,45 г/см³, удельная - 2,5-2,7 г/см³, коэффициент фильтрации с поверхности земли - 0,12-0,14 м/сут, а с глубины 1,0 м - 0,16-0,18 м/сут. Грунтовые воды в осенне-зимний период залегают на глубине 3,2-3,5 м, их минерализация составляет 3,5 г/л.

Опытный участок в 1975-1976 гг. был расположен на второй надпойменной террасе рядом с картовым сбросом К-1-1 глубиной 1,5 м. Покровные отложения представлены средними и тяжелыми суглинками, с глубины 2,0 м залегает супесь. Объемная масса почвогрунтов составляет 1,3-1,50 г/см³, удельная - 2,6-2,8 г/см³, коэффициент фильтрации с поверхности земли - 0,09-0,10 м/сут, а с глубины 1,0 м - 0,13-0,15 м/сут. Грунтовые воды в осенне-зимний период залегают на глубине 2,6-2,8 м, минерализация их равна 3,7 г/л.

В опытах рис поливали оросительной, дренажно-сбросной и смешанной водой.

Максимальный урожай риса (51-56,2 ц/га) за годы исследования получен на контрольном варианте, где полив производился оросительной водой с минерализацией 1,0-1,5 г/л. На втором варианте при поливе дренажно-сбросной водой с минерализацией 2,4-3,0 г/л получено 25,6-28,6 ц/га риса. Снижение урожая относительно контрольного варианта равнялось 25-28 ц/га. На четвертом варианте, где до полных всходов полив риса осуществлялся оросительной водой (1-1,5 г/л), затем смешанной - оросительной с дренажно-сбросной (до 2,4 г/л) в пропорции 1:1, урожай риса составил 50-51,2 ц/га и находился в пределах ошибки опыта с контрольным вариантом (табл. I).

Таблица I

Урожай риса на вариантах опытов, ц/га

Варианты	Минерализация поливной воды, г/л	Г о д ы				Использование дренажно-сбросной воды, %
		1973	1974	1975	1976	
I Полив оросительной водой. Контроль	1,0-1,5	51,0	52,0	54,3	56,2	0
II Полив, дренажно-сбросной водой	2,4-3,0	28,6	25,0	25,4	25,0	100
III Полив смешанной водой - оросительной и дренажно-сбросной в пропорции 1:1	1,8-2,4	37,0	43,0	41,2	44,7	50
IV Полив до полных всходов оросительной водой, затем смешанной - оросительной и дренажно-сбросной в пропорции 1:1	1,0-2,4	50,0	51,2	50,1	50,4	35
V Полив до полных всходов оросительной, затем дренажно-сбросной водой	1,0-3,0	32,0	41,0	37,3	37,5	70

Оросительная норма на опытном участке в 1973-1974 гг. равнялась 24,4-25,6 тыс. м³/га, а на опытном участке 1975-1976 гг. - 20,6-21,4 тыс. м³/га. Снижение оросительной нормы на 3-4 тыс. м³/га произошло за счет уменьшения расходов воды на фильтрацию.

Динамика солей в метровом слое почвы за два года возделывания риса на опытном участке в 1973-1974 гг. складывалась следующим образом: на первом варианте общее содержание солей уменьшилось с 0,48 до 0,14, в том числе хлора с 0,02 до 0,01; на втором - с 0,35 до 0,25, содержание хлора не меняется; на третьем - с 0,48 до 0,23, хлора - с 0,02 до 0,01; на четвертом - с 0,20 до 0,14, хлора - с 0,02 до 0,01; на пятом - с 0,48 до 0,27, содержание хлора увеличилось от 0,02 до 0,03% (табл. 2).

Таблица 2

Содержание солей, %

Ва- ри- ан- ты	Слой почво- грунта, см	1973-1974 гг.				1975-1976 гг.			
		исходное содержание солей		после двух лет возде- лывания риса		исходное содержание солей		после двух лет возде- лывания риса	
		сухой оста- ток	хлор- ион	сухой оста- ток	хлор- ион	сухой оста- ток	хлор- ион	сухой оста- ток	хлор- ион
I	0-100	0,48	0,02	0,14	0,01	0,70	0,01	0,24	0,01
	100-300	0,35	0,01	0,12	0,01	0,22	0,01	0,08	0,01
II	0-100	0,35	0,02	0,25	0,02	0,40	0,01	0,86*	0,03*
	100-300	0,30	0,01	0,50*	0,02*	0,37	0,01	0,50*	0,02*
III	0-100	0,48	0,02	0,23	0,01	0,32	0,01	0,20	0,01
	100-300	0,35	0,01	0,26	0,01	0,26	0,01	0,26	0,02*
IV	0-100	0,20	0,02	0,14	0,01	0,23	0,01	0,16	0,01
	100-300	0,31	0,01	0,10	0,01	0,15	0,01	0,06	0,01
V	0-100	0,48	0,02	0,27	0,03*	0,28	0,01	0,65*	0,03*
	100-300	0,35	0,01	0,40*	0,02*	0,15	0,01	0,37*	0,03*

Примечание. * - увеличение солей.

В опытах 1975-1976 гг. содержание солей на первом варианте уменьшилось с 0,70 до 0,24%, на третьем - с 0,32 до 0,20, на четвертом - с 0,23 до 0,16 %. На втором варианте содержание солей повысилось с 0,40 до 0,86%, на пятом - с 0,28 до 0,65%.

Уменьшение солей в почвогрунтах на всех вариантах в 1973-1974 гг. обуславливается хорошей дренированностью почвогрунта, где расход воды на фильтрацию за оросительный период составил 40% от оросительной нормы и был равен 1060-1080 мм.

Минерализация грунтовых вод за годы исследования уменьшилась на первом варианте на 1,8-2,0 г/л, на третьем - на 0,5-1,0, на четвертом - на 1,4-1,6, на втором варианте увеличилась на 2,0-3,0 г/л, на пятом - на 2,0-2,5 г/л при исходной минерализации 3,5-3,7 г/л.

Из изложенного следует, что оптимальным вариантом использования дренажно-сбросных вод для орошения риса является четвертый вариант, где до полных всходов полив производился оросительной водой (1,0-1,5 г/л), затем смешанной - оросительной с дренажно-сбросной водой (2,0-2,4 г/л) в пропорции 1:1.

По данному варианту используется 35% дренажно-сбросной воды от оросительной нормы, за счет чего возможно увеличить площадь орошения или водообеспеченность рисовых систем на 20-25% без увеличения водозабора из источника при урожайности 45-50 ц/га, не ухудшая при этом мелиоративное состояние орошаемых земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рабочев И.С., Овсянников А.И. др. Рассоление почв и орошение сельскохозяйственных культур минерализованными водами. Ашхабад, 1973.
2. Научные труды ВАСХНИИ. Сборник статей. Использование минерализованных вод для орошения. "Колос", М., 1973.

Л.В.Круглов
ст.научный сотрудник
(КазНИИВХ)

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАКРЫТОГО СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ДРЕНАЖА НА КЗЫЛ-КУМСКОЙ РИСОВОЙ СИСТЕМЕ

Одним из главных элементов инженерной рисовой системы является дренаж. Исследованиями (Б.А.Шумаков, Л.В.Скрипчинская, В.Б.Зайцев, З.Ф.Тулякова) установлено, что только хорошо работающая дренажная сеть позволяет получать высокие урожаи риса и сопутствующих культур. Характерная особенность развития сов-

ременных рисовых систем — увеличение протяженности дренажной сети. Естественно, что развитая дренажная сеть, увеличивает стоимость строительства, однако, проектирование такой сети необходимо, т.к. орошаемые земли в противном случае выходят из сельскохозяйственного оборота в результате засоления и заболачивания.

Создание искусственной дренированности на рисовых системах Казахстана осуществляется в настоящее время открытыми дренажными каналами. Проведенными исследованиями на открытых дренажных каналах Кызыл-Кумской рисовой системы установлен ряд недостатков: оплывание откосов, заиление дна, зарастание сорной растительностью и др. В результате резко снижается их дренажное действие, что отрицательно сказывается на мелиоративном состоянии рисовых полей. Подобные недостатки наблюдаются на многих рисовых системах нашей страны. Поэтому совершенствование дренажа является одним из основных направлений развития рисовой системы.

Закрытый горизонтальный дренаж более приемлем, его основное преимущество заключается в том, что действующая глубина и мелиорирующий эффект достаточно устойчивы во времени. Кроме того, закрытая дренажная сеть требует меньших эксплуатационных затрат на поддержание ее в рабочем состоянии.

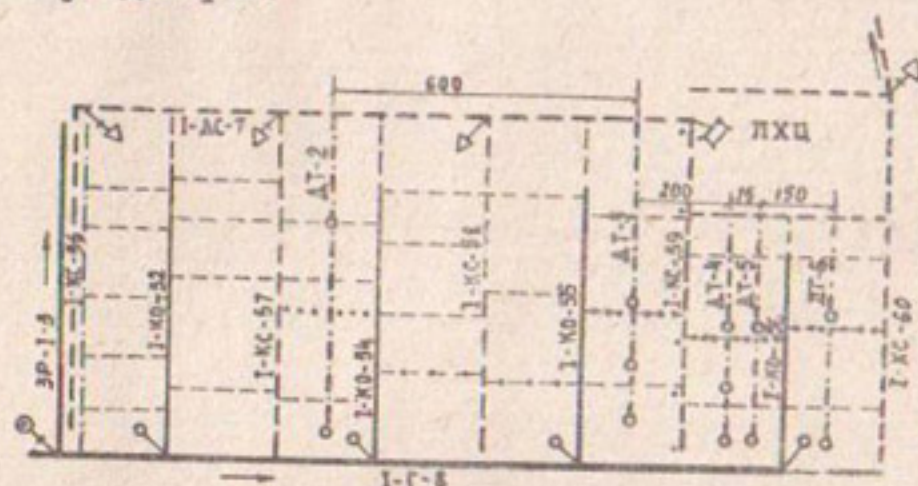
Работа закрытого дренажа на Кызыл-Кумской рисовой системе изучалась в совхозе "Комсомольский" в 1971-1975 гг. на площади 100 га.

Дрены уложены по длине рисовых карт с уклоном 0,001-0,0018, берут начало в 40-50 м от группового оросителя I-Г-8 и впадают в дренособиратель I-ДС-7 (рис. 1). Глубина заложения дрен вначале составляет 1,2 м и в устье — 1,9-2,0 м. Устьевые участки длиной 16-20 м выполнены из асбестоцементных труб. Для предотвращения размыва откоса дренособираателя в местах выхода струи уложены плитки.

Дрены ДТ-2, ДТ-3, ДТ-4, ДТ-5 выполнены из керамических раструбных канализационных труб, зазоры в верхней части раструба (щель 18-20 мм и на 2/3 окружности) заделаны стекловатой и использованы как водоприемные отверстия.

Дренаж ДТ-6 выполнен из асбестоцементных труб диаметром 200 мм с дырчатой перфорацией. Отверстия расположены в шахмат-

ном порядке на $1/3$ длины окружности трубы, количество отверстий на 1 пог.м составляет 30 шт., диаметр отверстия - 8мм. Дрены оборудованы смотровыми колодцами. Последние выполнены из бетонных колец диаметром 1,0 м, установленных на бетонных плитах. Фильтрующая обсыпка по всем дренам сплошная. Коэффициент фильтрации обсыпки 30-35 м/сут. Фильтрующая обсыпка в поперечном сечении дрена трапецевидальной формы. Рытье траншей под закрытый дренаж осуществлялось экскаватором-драглайном. Укладка подстилающего слоя фильтра и присыпка фильтрующим материалом производилась вручную, обратная обсыпка траншей - бульдозером.



Условные обозначения:

$\backslash$ - водовыпуски; $\bullet$ - скважины-пьезометры; $---$ - ДТ-закрытый горизонтальный дренаж; $---$ - смотровые колодцы;
 I-КС-56 - картовый сброс; I-КО-52 - картовый ороситель

Рис. 1. Опытный участок закрытого горизонтального дренажа.

На территории опытного участка распространены лугово-сероземные почвы, характерные для всего Кзыл-Кумского массива. Мощность верхнего суглинистого слоя изменяется от 80 до 300 см, подстилающими породами служат мелкозернистые пески. Объемная масса в 2-метровом слое почвы находится в пределах 1,28-1,45 г/см³. Предельная полевая влагоемкость составляет 19,6% от массы сухой почвы, коэффициент фильтрации с поверхности почвы - 0,37 м/сут.

Содержание солей в почвах опытного участка находится в пределах 0,31-2,09 %, в том числе хлора - 0,04-0,18 %.

Исследования за работой дренажа показывают, что в период

возделывания риса расход воды по дренам практически не зависит от междреннего расстояния, а изменяется в зависимости от конструкции и длины дрен.

Расход воды в дренаж в первый год составил 0,041 л/с I пог.м, во второй уменьшился до 0,031 л/с I пог.м. График зависимости расхода воды дрен от действующего напора представлен на рис. 2. Уменьшение расхода воды по дренам на 24,4% произошло за счет самоуплотнения грунта обратной засышки траншей по трассе дренажа и формирования фильтра.

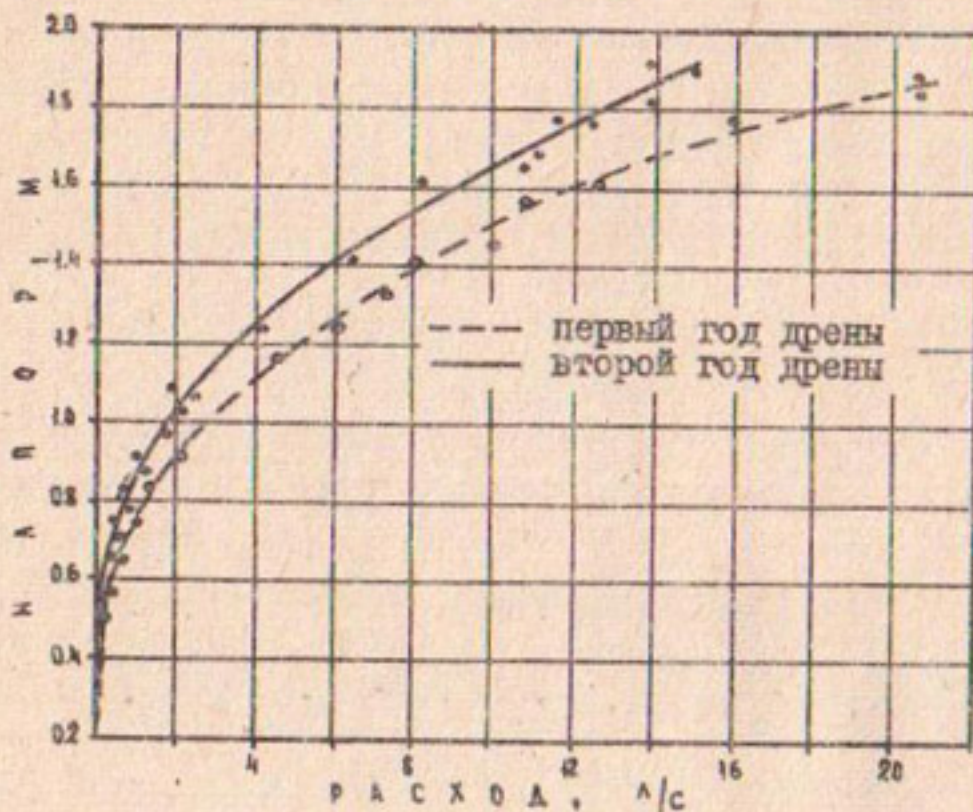


Рис. 2. График зависимости расхода воды в дренае ДТ-5 от напора.

Результаты вскрытия дренажных линий после первого года эксплуатации показали, что по причине нестабилизации фильтра дрен произошло незначительное заиливание (1,0–1,5 см) нижней части дрен частицами мелкозернистого песка. В результате работы фильтра свободная порозность в гравийной обсыпке запол-

нилась местным песком на 5,92%, илом — 1,4 % (табл.). Во второй год работы дрен произошла их самопромывка за счет напора, созданного при затоплении рисовых полей, и вынос частиц из работающих дрен прекратился.

Таблица

Механический состав материала фильтра закрытого дренажа

Д а т а	Процент содержания			
	ситовой анализ	песок	пыль	ил
Весна, 1971 г.	15,92	69,55	12,01	2,52
Весна, 1972 г.	8,75	75,47	11,84	3,94

Закрытый горизонтальный дренаж в период осушения рисовых полей способствует быстрому снижению уровня грунтовых вод. Скорость спада последних достигает в начале осушения 14 см/сут. Грунтовые воды на 1,5-метровую глубину опускаются на 14-15 дней, причем непосредственно у дрен снижение идет с опережением на 4 дня по сравнению с серединой междренья.

Наблюдения за работой закрытого горизонтального дренажа на рисовой системе показали, что дренаж не деформируется в горизонтальной и вертикальной плоскостях, что подтверждается его вскрытием и нивелировкой. Дренажные трубы и фильтрующая обсыпка достаточно устойчивы и гарантируют нормальную работу дренажа в течение всего периода его эксплуатации.

Б.М.Абрамович
канд.геолог.-минералог.наук, зав.лабораторией
Н.П.Токарева
ст.научный сотрудник, канд.сельскохозяйств. наук
(КазНИИВХ)

ОПРАВДЫВАЕМОСТЬ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРОГНОЗОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ОПЫТНОГО СОВХОЗА "АКДАЛИНСКИЙ" ПОД РИСОВЫЕ СЕВООБОРОТЫ

В настоящей статье представлен материал натурных мелиоративных исследований с целью проверки теоретических положений прогноза при освоении земель опытного совхоза "Акдалинский".

Акдалинский массив расположен в области древнеаллювиальной дельтовой равнины, сформировавшейся в результате эрозивно-аккумулятивных процессов. Здесь характерен пустынный биохимический режим с резко континентальным климатом. Почвенный покров сформировался на комплексе средне- и верхнечетвертичных отложений, представленных грунтами различного механического состава от песков до глины, с преобладанием легкого и среднего механического состава. Грунтовые воды пресные, к началу освоения находятся на глубине 2,25-6,25 м. На массиве распространены такыры, такыровидные, аллювиально-луговые опустынивающиеся почвы. Основные черты и особенности их связаны с прошлой гидроморфной стадией развития. В связи с освоением массива под рисовые севообороты внесены большие изменения, вызванные спецификой орошения. Создается вновь гидроморфный режим и почвообразовательный процесс идет по луговому и болотному типам. Эти факторы изменяют биохимические процессы в почвах, окислительно-восстановительный потенциал, вследствие чего в почвах образуются специфические соединения в виде окисных и закисных форм железа. За счет лугового процесса, а также окультуривания почв увеличивается количество гумуса от 0,5-0,8% до 1,5 - 2,0% с максимумом до 3%.

Количество общего азота равно 0,140%, валового фосфора - 0,200%. Совхоз "Акдалинский" относится к провинции сульфатно-содового засоления /I-4/; это создает сложность мелиоративной обстановки, накладывает особенности на водно-солевой режим и требует особых мероприятий при освоении земель.

Для изучения почвенно-мелиоративных условий использовался метод периодических крупномасштабных солевых съемок в сочетании с комплексом опытно-балансовых исследований. За период исследований проведены солевые съемки до начала затопления в 1975 г. и после двухлетнего освоения под рисовые севообороты в 1977 г. В целях изучения сезонной динамики и миграции солей проведены солевые съемки до начала затопления и в конце вегетации, после прекращения подачи и сброса воды с рисовых чеков. Засоленность почв оценивалась по трем показателям: химизм (тип), степень засоления и глубина залегания солевого горизонта. В основу была положена классификация Н.И.Базилевич, В.И.Панковой /5/ с учетом суммарного эффекта

солей, отражающего содержание токсичных ионов.

На территории опытного совхоза "Акдалинский" выявлено 6 типов засоления:

1. Сульфатно-гидрокарбонатный;
2. Хлоридно-сульфатный;
3. Гидрокарбонатно-сульфатный с участием соды;
4. Хлоридно-сульфатный с участием соды;
5. Содово-сульфатный;
6. Содовый.

По степени засоления встречаются почвы от незасоленных до сильнозасоленных. Градации засоления приняты дифференцированно в зависимости от наличия или отсутствия соды, соответственно предельные величины засоления для содовых почв и с признаками соды составляют 0,1% от веса сухой почвы и 0,3% при отсутствии соды. В связи с содопроявлением создаются неблагоприятные условия для произрастания риса и других культур. Наличие соды в почвах обуславливает высокую щелочность и реакцию среды ($\text{pH} = 8,5-10,0$).

Происхождение соды исследователи связывают с различными причинами: выщелачивание из кристаллических пород, затем биохимические, биогенные факторы /1,3,4,6/.

В процессе освоения совхоза в почвах отмечены значительные изменения в составе типов и степени засоления. Наблюдается общее рассоление почвогрунтов на глубину до 2м и более. Под рисом наблюдается вынос наиболее подвижных солей хлоридов, сульфатов, значительно сократилось количество почв содового засоления. Если до освоения территорий площадь незасоленных почв составляла 47,9%, то через 2 года - 90,4% (табл. I).

Проведенные натурные исследования подтверждают основные закономерности водно-солевого режима, установленные при его прогнозе аналитическими методами и моделированием. Результаты солевых съемок согласуются с прогнозными расчетами солевого режима относительно изменения запаса солей. Характер изменений последних одинаков для наблюдаемых и прогнозных процессов. По совхозу "Акдалинский" в период освоения (первые 2-3 года) посевы риса способствуют опреснению почво-грунтов до допустимых пределов - 0,05-0,10% солей.

Следует отметить, что опасность содового засоления полностью не ликвидирована. Гидрохимические особенности данной

Таблица I

Изменение засоления почв опытного совхоза № 3
"Акдалинский" после двухлетнего освоения

Степень засоления	Типы засоления	Суммарный эффект	П л о щ а д ь			
			1975 г.		1977 г.	
			га	%	га	%
Незасоленные	1,2	3,4,5,6	1470,5	47,9	2777,3	90,4
Слабозасоленные	< 0,3	< 0,1				
Среднезасоленные	0,3-0,6	1,0-0,3	1196,2	38,9	155,6	5,0
Сильнозасоленные	0,6-1,0	0,3-0,5	10,1 308,8	57,1 10,1	57,1	1,9
Очень сильнозасоленные	1,0-2,0	0,5-0,7	53,3	2,0	39,7	1,3
	> 2	> 0,7	34,3	1,1	43,4	1,4
И т о г о:			3073	100	3073	100

Таблица 2

Оценка экономической эффективности при освоении территории опытного совхоза № 3
"Акдалинский" в период 1974-1977 гг. (по отчетным данным совхоза)

Годы	Культура	Площадь, га	Урожайность, п/га		Чистый доход			Прирост чистого дохода, руб/га	Экономи- ческая эффектив- ность, тыс.руб.	
			плано- вая	факти- чес- кая	плановый		фактический			
					руб/га	тыс.руб на всю площадь				руб/га
1974	рис	320	30,0	32,0	600,0	192,0	652,0	208,6	+52,0	+16,6
1975	" "	630	30,0	29,2	600,0	378,0	584,4	368,4	-15,2	-6,9
1976	" "	1200	30,0	33,9	600,0	720,0	697,6	837,1	+97,6	+117,1
	ячмень	378 ^x	14,0	11,7	45,0	16,00	30,0	11,34	-15,0	-4,66
	многолетние травы	378 ^x	-	11,8	-	-	10,2	3,86	-	-
1976 и т о г о:		1578				736,0		852,3		+116,3
1977	рис	1800	29,0	34,7	580,0	1044,0	711,8	1290,0	131,8	+246
	ячмень	345	14,0	12,4	45,0	15,53	34,6	11,94	10,4	-3,59
	многолетние травы	270	-	13,2	-	-	11,2	3,10	-	-
1977 и т о г о:		2515				1059,53		11305,0	-	+245,5

Примечание. x - площади многолетних трав первого года с подсевом ячменя.

зоны, обменные реакции, биогенные факторы обуславливают возможность "вспышки" щелочности.

Динамика минерализации и типа химизма грунтовых вод изучалась по семи створам режимных наблюдений. Минерализация верхней зоны грунтовых вод не превышает в период освоения 1,5-2,5 г/л, при прогнозной - 3,1-2,1 г/л. Динамика уровня грунтовых вод по годам освоения близка к прогнозной, что подтверждает необходимость дренажа на массиве. Совпадение прогнозных и натурных уровней грунтовых вод наилучшим образом наблюдается под орошаемым массивом.

Освоение земель начато в совхозе в 1974 г. К 1977 г. освоено 2515 га, в том числе под рис 1800 га, введено два семипольных и два восьмипольных севооборотов. Анализируя данные по урожаю, можно заключить, что главными показателями являются почвенно-мелиоративные условия, режим орошения и агротехника. Небольшие урожаи (45-54 ц/га) риса получены на незасоленных почвах. Повышение урожая заметно в процессе мелиорации вследствие промывок под рисом. На содовом типе засоления урожай наименьший (19-23 ц/га).

Экономическая эффективность орошаемых земель оценена на основе разработок Ю.А.Гераскина, И.Н.Теплякова /7/. Чистый фактический доход от возделывания риса ежегодно составляет 584,8-711,8 руб/га, или 808,6 - 1290,0 тыс.руб. (табл. 2).

Таким образом, анализируя изложенное, можно отметить улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель в процессе освоения Акдалинского совхоза. Сохранение благоприятных условий основано на правильной агротехнике, чередовании культур и соответствующей мелиорации на содовых почвах. При этом обеспечивается прибыльность хозяйства, получение высоких урожаев риса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровской В.М., Погребинский М.А. Формирование почв континентальных дельт и их мелиорация. В кн. "Плодородие и мелиорация почв СССР". М., 1964.

2. Литвинова А.А. Почвенный покров низовьев реки Или "Известия АН КазССР", серия биологии и почвоведения, № 2, 1958.
3. Литвинова А.А. О содовом засолении почв низовьев реки Или. "Известия АН КазССР", серия ботаники и почвоведения, вып. 2, 1961.
4. Корниенко В.А., Войнова Т.Н., Мамутов Ж.У. Почвы Акдалинского массива, Алма-Ата, 1977.
5. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Опыт классификации почв по засолению. "Почвоведение", № II, 1968.
6. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Геохимия почв содового засоления, М., 1965.
7. Гераскин Ю.А., Теплякова И.Н. Экономическая эффективность использования орошаемых земель в Казахстане. "Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана", Алма-Ата, № 6, 1969.

Т.Б.Саяков
старший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОДНОЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Современные методы установления экономической оценки природных ресурсов могут быть успешно реализованы с помощью экономико-математических методов. При этом решается задача получения максимума эффекта от рационального использования природных ресурсов.

Для определения экономических оценок земельных и водных ресурсов следует исходить из максимальной эффективности производственного процесса. Применительно к оросительным системам экономическая оценка водных и земельных ресурсов определяется величиной вклада этих ресурсов при комплексном их использовании, в максимальное значение эффекта использования оросительных систем, которое определяется по итогам производственной дея-

тельности хозяйств и управления оросительных систем (УОС).

При экономико-математическом описании объектов ирригационного назначения необходимо учитывать специфические особенности, от которых зависит эффективность производства. Ирригационные объекты характеризуются совокупностью ресурсов: природных (земля и вода), трудовых и материальных (производственные фонды), функционирование которых осуществляется на основе централизованных плановых заданий. Ресурсы, которыми располагают оросительные системы, ограничены, при этом часть их в каждый определенный период имеет вполне определенные размеры и поддается измерению и учету, а другая часть является неопределенной (случайной). К первой части относятся земельные, трудовые ресурсы и производственные фонды, ко второй — водные ресурсы, подверженные случайным изменениям. Их параметры устанавливаются с определенной вероятностью и не могут прогнозироваться однозначно на различные периоды.

Эффективность использования оросительной системы зависит от характера использования орошаемых земель, расположенных в границах данной системы — структуры посевов и угодий, уровня агротехники. В свою очередь, характер использования земель зачастую определяется мелиоративным состоянием участка, качеством почв и их обеспеченностью водными ресурсами. Задача оптимального использования производительных сил оросительной системы еще более усложняется, когда для орошения используются незарегулированные водные источники. Незарегулированность последних вносит значительные трудности в ежегодное планирование размеров поливных площадей, структуру посевов, режимы орошения и др. Источники орошения характеризуются годовым или вегетационным стоком (или расходом) в отдельные (критические) периоды водопотребления любой продолжительности. В количественном отношении величина стока подвержена колебаниям в разные годы и в течение вегетационного периода. Поэтому одним из основных вопросов является правильный выбор расчетной обеспеченности оптимального использования водноземельных ресурсов данной конкретной оросительной системы. От величины расчетной обеспеченности зависят плановые размеры поливных и посевных площадей, устойчивость доходов хозяйств, существенно изменяются ценности используемых водных

и земельных ресурсов.

Для решения поставленной задачи можно пользоваться экономико-математической моделью оптимизации совместного использования земли и воды хозяйствами на орошаемом массиве в границах действующей оросительной системы, составленной в КазНИИВХ /1/. С помощью данной модели, учитывая особенности производства на орошаемых землях при использовании оросительной воды из незарегулированных источников, обоснование расчетной обеспеченности производится в два этапа. На первом этапе для разных выбранных расчетных величин водных ресурсов определяются оптимальные структуры посевов. В процессе эксплуатации могут складываться различные условия водообеспечения в зависимости от ожидаемой водности года, отличающейся от установленной расчетной. При этом в одних случаях появляется избыток, в других — дефицит воды.

На втором этапе решаются задачи оперативного управления режимами орошения, размерами поливаемых земель в пределах посевных площадей, определенные на первом этапе решения задачи, в зависимости от фактически складывающейся водности года. Затем по максимальному значению суммарного эффекта за многолетие с учетом всех возможных исходов по воде на каждый вариант этапа выбираются величины расчетной обеспеченности.

Для определения экономической оценки водноземельных ресурсов оросительной системы, проводятся оптимизационные расчеты на получение максимума эффекта при соблюдении условий по выполнению плановых заданий по производству основных видов сельскохозяйственной продукции при заданных структурах посевных площадей, определенных соответственно оптимально установленной расчетной обеспеченности для данной системы и при заданных лимитах на производственные ресурсы. При этом должны быть учтены отклонения фактически складывающейся водности года по сравнению с расчетной. Такое управление дает возможность более эффективно использовать оросительную воду и другие производственные ресурсы, имеющиеся в хозяйствах. В результате решения задачи могут быть получены также и двойственные оценки водных, земельных и других ресурсов. Поскольку целевой функцией задачи является максимум водноземельной ренты, то оценки водных и земельных ресурсов показы-

вают насколько возрастет (уменьшится) эффект сельскохозяйственного производства на орошаемом массиве при увеличении (уменьшении) на единицу величины водоземельных ресурсов.

На основе модели планирования водопользования проведен экспериментальный расчет на примере Меркенской оросительной системы Джамбулской области. На территории системы расположены девять свекловичных хозяйств и один откормочный совхоз.

В таблицах I и 2 приводятся оценки земельных и водных ресурсов, полученных в результате расчета оптимального плана водопользования. Анализ этих оценок показывает их изменчивость в зависимости от величины ожидаемой водности года и структуры посевов, принятой в модели. С увеличением водности года при фиксированной структуре посевов ценность водных ресурсов уменьшается, начиная с 40%-обеспеченности и ниже водные ресурсы получают нулевую оценку, а ценность земли соответственно повышается. Расчеты показывают, что особенно сильны колебания оценок земли в зависимости от водности под влаголюбивыми культурами (сахарная свекла), т.к. поливы существенно влияют на их урожайность. Ценность земель под влаголюбивыми культурами достигает максимума при 40%-обеспеченности, а ниже этого порога — становится постоянной.

Таблица I

Изменение ценности водных ресурсов Меркенской оросительной системы в зависимости от обеспеченности водными ресурсами

Обеспеченность в году, в %	90	75	60	50	40	25	3
Ценность водных ресурсов, в руб за 1 д/с	1782	305	300	235	133	0	0

Анализ двойственных оценок земельных и водных ресурсов, полученных в результате решения задачи оптимального планирования водопользования, показывает, что наиболее рациональное использование земельных и водных ресурсов в нашем примере достигается при водных ресурсах соответствующих 40%-обеспеченности. Уменьшение водных ресурсов ниже 40%-обеспеченности приводит к уменьшению дохода хозяйств, обслуживаемых оросительной системой, в связи с дефицитностью водных ресурсов, а повышение последних сверх 40%-обеспеченности

не влияет на доход хозяйств, т.к. дополнительная вода используется не продуктивно (табл. 2).

Таблица 2

Изменение ценности земельных ресурсов
в колхозе "Красный Восток" Меркенского района в зависимости
от обеспеченности водными ресурсами в данном году (в руб/га)

Севообо- роты	Свекловичный			Зерновой			Кормовой		
	сахар- ная свек- ла	лю- цер- на	пше- ни- ца	пше- ни- ца	лю- цер- на	куку- руза на силос	лю- цер- на	кор- не- плоды	куку- руза на силос
90	-969	14	885	254	2,0	-8,8	-42	-57	-8
75	1010	14	405	272	2,0	545	-18	799	545
60	1013	14	405	275	4	547	-16	802	547
50	1022	21	405	284	11	553	-9	811	553
40	1115	87	405	372	77	619	59	899	619
25	1196	146	405	449	144	676	119	976	676

Постоянство оценок земель под пшеницей в свекловичном севообороте независимо от изменения ожидаемой водности года обуславливается тем, что в задаче пшеница задавалась как культура, возделываемая в богарных условиях. Повышение ценности участков земель под пшеницу с 405 руб/га до 885 руб/га при 90%-обеспеченности водными ресурсами обусловлено их ограниченностью и возрастанием роли богарных участков земли по сравнению с орошаемым в вододефицитные годы. А изменение оценок под пшеницей в зерновом севообороте показывает, что в вододефицитные годы часть этих участков отводится на богарные условия возделывания, а с увеличением водности года появляется возможность их полива и за счет этого ценность площадей, занятых пшеницей при ниже 40%-обеспеченности водными ресурсами, повышается.

Из вышесказанного следует, что для установления ценности орошаемых земель целесообразно исходить из той структуры посевных площадей, которая соответствует обоснованно установленной величине расчетной обеспеченности для каждой отдельно взятой оросительной системы, оптимальное сочетание которых обеспечивает получение максимальной величин экономического эффекта за многолетие и одновременно приводит к наименьшему

ущербу в маловодные годы. Эти оценки должны быть установлены ежегодно в зависимости от фактически складывающейся водности года. Полученные таким путем оценки земельных и водных ресурсов могут быть использованы для стимулирования рационального использования этих ресурсов, а также для формирования платежей хозяйств за использование этих ресурсов с целью создания хозрасчетной заинтересованности в их эффективном расходовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. А м е ж а н о в а Р.В., В о р о п а е в Г.В. Методика и опыт планирования водопользования на ЭВМ. Труды КазНИИВХ, т.6, М., 1971.
2. С а я к о в Т.Б. Планирование водопользования и рентные оценки земельных и водных ресурсов. Экономические проблемы природопользования. Тезисы докладов. М., 1976.

С.Д.Магай
а с п и р а н т
(КазНИИВХ)

МЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА КЗЫЛ-КУМСКОЙ РИСОВОЙ СИСТЕМЕ

При развитии орошения строительство дренажа необходимо рассматривать не как краткосрочную экономическую проблему, а как проблему, которую следует тщательно изучить в аспекте долгосрочного влияния на землю и добиться создания постоянно действующей системы орошаемого земледелия.

Эксплуатация Кзыл-Кумской рисовой системы, построенной с применением карт Краснодарского типа, показывает, что в данных почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условиях в первый же год наблюдается оплывание и обрушение откосов дренажно-сбросных каналов. В местах сильного проявления этого явления выходят из строя дороги, идущие вдоль каналов, и гидротехнические сооружения. Механизированная очистка дрен

с доведением дна до проектной отметки положительных результатов не дает: после затопления рисовых чеков отксы вновь оплывают, глубина дрен уменьшается, достигая прежних размеров. Такой дренаж не обеспечивает своевременное снижение уровня грунтовых вод к периоду механизированной уборки риса и поддержание уровня грунтовых вод на глубине, при которой не происходило бы вторичное засоление земель при выращивании сопутствующих культур. В связи с этим на массиве отмечается ухудшение мелиоративного состояния орошаемых земель, снижение урожаев риса и сопутствующих культур.

Для сохранения и улучшения мелиоративного состояния орошаемых земель, обеспечения дренированности территории в рисосовхозе "Комсомольский" на площади 100 га построен закрытый горизонтальный дренаж под рисовыми картами и под чековыми валиками с междренными расстояниями 600, 400, 200, 100 и 75 м. Диаметр дрен равен 0,2 м, глубина укладки — 1,6–1,8 м, уклон — 0,001–0,0015. Опытный участок расположен на второй надпойменной террасе, сложенной аллювиально-луговыми сероземами, составляющими более 80% территории всего массива. Мощность верхнего суглинистого слоя изменяется от 80 до 300 см. Ниже залегают пески с прослойками супеси. Водоупор находится на глубине 60 м. Объемная масса покровных отложений равна 1,36 г/см³, коэффициент фильтрации — 0,37 м/сут.

Результаты исследований по рассолению почвогрунтов и грунтовых вод при помощи горизонтального дренажа (А.Н. Костяков, В.А. Ковда, С.Я. Аверьянов) показывают, что уменьшение солей в почвогрунтах и снижение минерализации грунтовых вод происходят в толще, охватывающей примерно две глубины заложения дрен. Исходя из изложенного, динамика солевого режима почвогрунтов изучалась в 3-метровом слое, а минерализация грунтовых вод до глубины 8 м.

Содержание солей в 3-метровом слое почвы до освоения составляло 0,313–2,094%, ионов-хлора — 0,045–0,182%, сульфата — 0,115–1,195%; среди катионов преобладали натрий — 0,022–0,262% и кальций — 0,021–0,346%. Наибольшее количество солей (2,094%) наблюдалось в 40–60 см слое. Содержание ионов в этом слое составляло: хлора — 0,174%, сульфата — 1,195%,

натрия — 0,262%, кальция — 0,346% (табл. I). Земли опытного участка были сильнозасоленные. Тип засоления сульфатно-хлоридный, натриево-кальциевый. Такое распределение солей по почвенному профилю обуславливается природно-климатическими условиями района, где основное количество осадков (140 мм) выпадает в осенне-зимний период и при весеннем снеготаянии вода, впитываясь в почву, вытесняет соли в 20–120 см слой, а грунтовые воды, залегающие до орошения на большой глубине, не влияют на динамику солевого режима рассматриваемого слоя почвогрунта.

Таблица I

Исходное содержание солей в почвах опытного участка, %

Слой, см	Сухой остаток	Анионы			Катионы		
		HCO_3'	Cl'	SO_4''	Ca''	Mg''	Na'
0–20	0,625	0,118	0,086	0,256	0,062	0,011	0,131
20–40	1,125	0,081	0,127	0,578	0,121	0,014	0,223
40–60	2,094	0,063	0,174	1,195	0,346	0,027	0,262
60–80	1,803	0,055	0,177	1,015	0,270	0,026	0,262
80–100	1,434	0,055	0,182	0,756	0,176	0,022	0,257
100–120	1,181	0,060	0,149	0,610	0,145	0,018	0,210
120–140	0,969	0,063	0,125	0,490	0,112	0,016	0,177
140–160	0,781	0,065	0,101	0,386	0,087	0,015	0,147
160–210	0,557	0,068	0,093	0,230	0,043	0,013	0,123
210–260	0,427	0,069	0,063	0,169	0,032	0,010	0,092
260–300	0,313	0,067	0,045	0,115	0,021	0,007	0,072
0–300	0,874	0,069	0,107	0,434	0,103	0,015	0,157

В основу проводимых исследований положены анализы водного и солевого балансов с определением всех их составляющих элементов.

Водный баланс участка закрытого горизонтального дренажа изучался по методике В.Б.Зайцева. Эта методика достаточно проверена и нашла широкое распространение во всех зонах рисосеяния страны. Основные элементы водного баланса — испарение, транспирация и вертикальная фильтрация определялись непосредственно в полевых условиях на затопленном рисовом чеке с помощью полевых вегетационных сосудов. Подача воды и дренажный сток закрытых дрен замерялись с помощью вертушки IP-55 и по водослизам. Расчет оросительной нормы риса и составляющих водного баланса производился по формуле:

$$M_o = W + T + И + F + Д_o - P + C,$$

где M_0 – оросительная норма;
 W – первоначальное насыщение почвогрунта;
 $И$ – испарение с водной поверхности;
 T – транспирация риса;
 F – вертикальная фильтрация;
 P – осадки;
 $Д$ – дренажный сток;
 C – поверхностный сброс.

Одним из важных элементов оросительной нормы риса является дренажный сток, величина которого показывает насколько дренирована территория и справляется ли дренаж с задачей рассоления почвогрунтов и своевременным снижением уровня грунтовых вод на глубину, позволяющую производить механизированную уборку риса. Дренажный сток закрытых дрен практически не изменялся в период поддержания слоя воды на рисовых чеках и в первый год возделывания риса его среднесуточная величина была равна 10,5 мм/сут, во второй – 7,9 мм/сут. Уменьшение дренажного стока во второй год возделывания риса произошло за счет уменьшения фильтрации верхнего слоя почвогрунта в результате подъема уровня грунтовых вод и стабилизации дренажной обсыпки. Дренажный сток в первый год составил 9800 м³/га, во второй – 8800 м³/га, расход в устьях дрен был равен 21 и 16 л/с, гидромодуль – 1,21 и 0,91 л/с га. Дренажный сток в открытых картовых сбросах в первый год возделывания риса был равен 0,39 л/с га, во второй – 0,20 л/с га. Объем дренажного стока за вегетационный период составил 2440 м³/га.

При возделывании риса за два года средневзвешенное содержание солей в 3-метровом слое почвы уменьшилось с 0,824–0,927% до 0,124–0,419% на участках закрытого горизонтального дренажа и с 0,887% до 0,605% на участках открытого дренажа. Вымыв солей зависит от междренного расстояния, так при междреньях 75 м (ДТ-4, ДТ-5) содержание солей в почвогрунтах уменьшилось от 0,856 до 0,124 %, при междренном расстоянии 400 м (ДТ-7, ДТ-8) вынос солей из почвогрунта равен 0,517% по плотному остатку (табл. 2).

Использование почв под люцерной вызывает динамику восходящих и нисходящих токов влаги в зависимости от режима оро-

шения. Такая же закономерность проявляется и в солевом режиме почв. На участках закрытого дренажа с междренными расстояниями 75, 100, 150, 200 и 400 м вторичного засоления не наблюдается, а происходит перераспределение солей в пределах зоны аэрации за счет тех солей, которые сохранились после возделывания риса. Увеличение солей отмечается лишь на участках с междренным расстоянием 600 м и контрольном.

Таблица 2

Динамика содержания солей в почвогрунтах
опытного участка в слое 0/300 см, %

Наименования	Расстояние между закрытыми дренами, м						Открытая дрена
	75	100	150	200	400	600	400
До орошения							
Плотный остаток	0,856	0,836	0,824	0,868	0,897	0,927	0,887
ce'	0,090	0,124	0,064	0,123	0,150	0,024	0,176
so_4''	0,470	0,355	0,475	0,427	0,372	0,577	0,402
После двух лет возделывания риса							
Плотный остаток	0,124	0,283	0,293	0,344	0,380	0,419	0,605
ce'	0,010	0,007	0,016	0,008	0,013	0,013	0,012
so_4''	0,038	0,178	0,152	0,196	0,224	0,246	0,377
После двух лет выращивания люцерны							
Плотный остаток	0,139	0,263	0,277	0,342	0,371	0,809	0,824
ce'	0,011	0,010	0,009	0,014	0,005	0,011	0,158
so_4''	0,056	0,159	0,168	0,219	0,238	0,499	0,358

Грунтовые воды на опытном участке до орошения залегали на глубине 4-6 м с минерализацией 4,0-7,0 г/л, в том числе хлора - 0,7-1,1 г/л. После двух лет возделывания риса уровень их поднялся до 2,5-3,0 м, а минерализация уменьшилась до 1,7-2,2 г/л, в том числе анион хлора до 0,25-0,35 г/л. После возделывания люцерны минерализация на вариантах В-75, 100, 150, 200 и 400 м практически не изменилась. Увеличение произошло на варианте В-600 м до 3,9 г/л и на контрольном - до 4,3 г/л.

После четырех лет использования земель под рисом и люцерной благоприятные мелиоративные условия созданы на вариантах с междренными расстояниями 75, 100, 150, 200 и 400 м. Вынос

Внос солей из 0-300 см слоя почвогрунта опытного участка

Варианты	Исходное содержание, т/га	Удалено солей за 2 года возделывания		После 2 лет возделывания		Удалено солей за 2 года возделывания люцерны		После 2 лет возделывания люцерны, т/га		Удалено солей за 4 года возделывания риса и люцерны	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Контроль	379,20	114,06	30,1	265,14	-71,13	-26,8		336,27	42,93	11,3	
B-75 м	363,80	312,71	85,9	51,09	3,94	7,7		47,15	316,65	87,0	
B-100 м	343,80	227,80	66,2	116,00	8,37	7,2		107,63	236,17	68,6	
B-150 м	349,00	224,46	64,4	124,54	11,91	9,6		112,63	236,37	67,7	
B-200 м	359,40	205,30	57,1	154,10	16,26	10,5		137,84	221,56	61,6	
B-400 м	375,00	211,70	56,4	163,30	8,51	5,2		154,79	220,21	58,7	
B-600 м	377,80	137,48	36,5	240,32	-91,38	-38,0		331,70	46,10	12,2	

солей из 0-3 м слоя почвогрунта составил 225,21-316,65 т/га, или 60-87% от исходного содержания (табл. 3). Вторичное засоление при возделывании люцерны происходит на контрольном участке и на варианте В-600 м, количество солей здесь увеличивается соответственно на 71 и 91 т/га, или 27 и 38%.

Урожай риса на участках закрытого дренажа с междренными расстояниями 75, 100, 150, 200 и 400 м в первый год возделывания составил 44-46 ц/га, во второй год - 55-58 ц/га, урожай люцерны первого года - 46-49 ц/га, второго года - 98-104 ц/га. На участке с междренным расстоянием 600 м урожай риса по годам был равен 42 ц/га и 47 ц/га, сена люцерны - 44 и 89 ц/га. На контрольном варианте урожай риса в первый год составил 37 ц/га, во второй - 46 ц/га, сена люцерны соответственно 38 и 86 ц/га.

Результаты исследования показывают, что строительство закрытого горизонтального дренажа с междренным расстоянием до 400 м обеспечивает устойчивое рассоление почвогрунтов и грунтовых вод, улучшает мелиоративное состояние орошаемых земель, предотвращает их от вторичного засоления, урожай риса и люцерны увеличиваются на 7-14 ц/га.

Р.П.ПОМАШЕВ
старший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

ГИДРОЦИКЛОННЫЕ ПОПЛАВКОВЫЕ ОГОЛОВКИ ДЛЯ ДДА-100МА

Усовершенствованием всасывающей линии агрегата ДДА-100МА занимаются многие исследователи /1,2,3/, которые предлагают различные конструктивные решения водозаборного узла машины. Так, по предложению КазНИИВХ /4/ вместо переносных щитков стали применять ползунковые перемиčky из брезента, что позволило сократить число помощников-поливальщиков и получить значительный экономический эффект. Кривец С.Л. /3/ предлагает заменить существующий узел всасывающей линии поплавка-клапана (рис. 1а) с брезентовой перемичкой саморегулирующим устройством с копирующим дно оросителя (рис. 1б). Однако эти устройства не удерживают абразивные твердые частицы. Поэтому в целях уменьшения износа и засоряемости водопроводящих узлов,

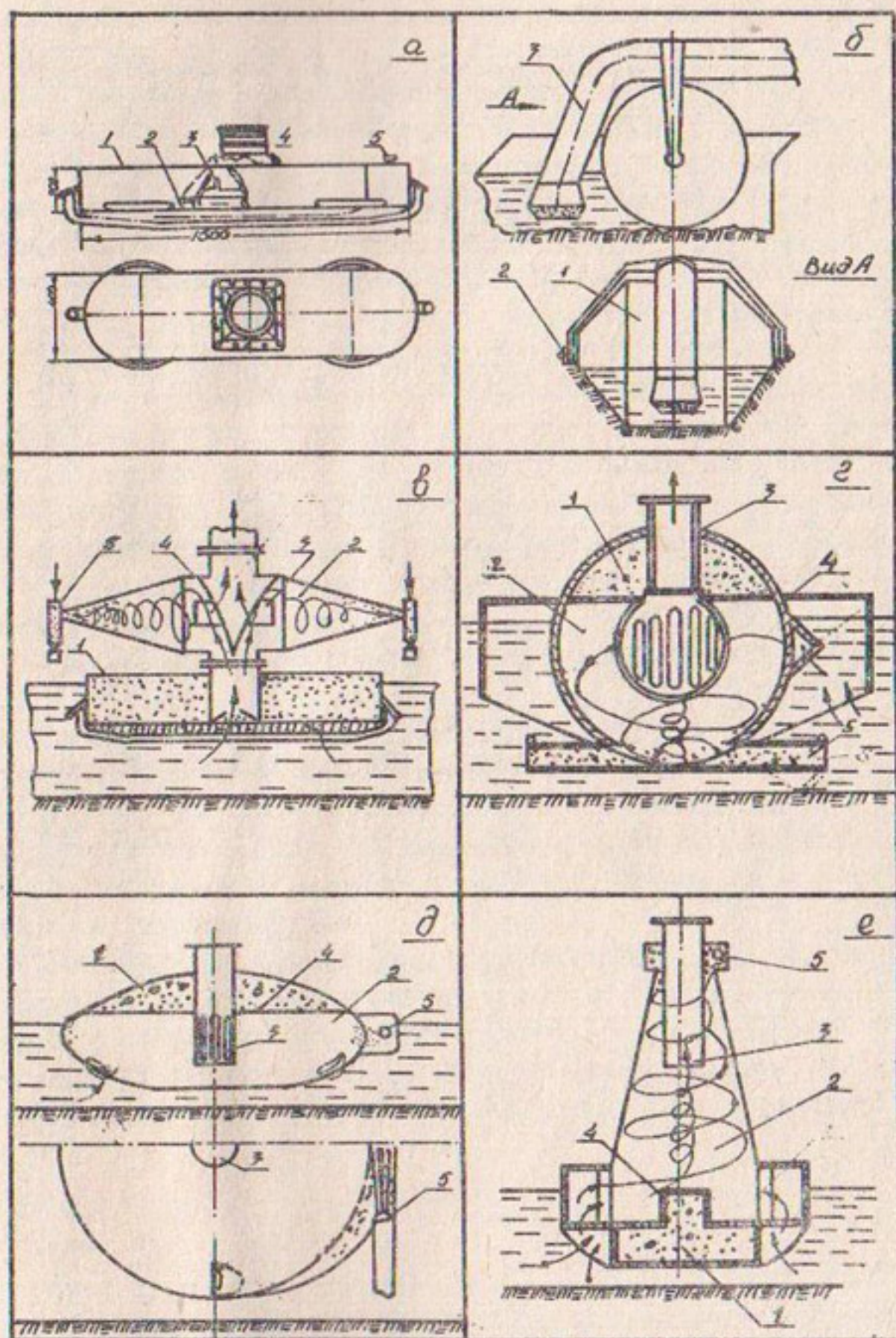


Рис. 1. Водозаборные оголовки для ДЦА-100МА

а - поплавок-клапан; б - перекачивающая перегородка; в, г - гидроциклон на поплавке; г, д - шаровой и эллипсоидный гидроциклоны; 1 - поплавок; 2 - приемная камера; 3 - входной патрубок; 4 - перегородка; 5 - гидроэлеватор.

Таблица

Опытные данные по улавливанию твердой фазы между разгрузочными отверстиями гидроциклона

№ опы- тов	Название элемен- тов гидроциклона	Диаметр твердых частиц, мм								Суммар- ный вес
		< 6,3	4+6,3	2+4	1+2	0,5+1	0,25+0,5	0,1+0,25	< 0,1	
1	Слив	-	-	-	-	-	-	$\frac{2,1}{0,18}$	$\frac{24,1}{0,92}$	$\frac{26,2}{1,1}$
	Пульповод	$\frac{39,0}{1,65}$	$\frac{165,0}{6,95}$	$\frac{484,0}{20,4}$	$\frac{556,0}{23,4}$	$\frac{676,0}{28,4}$	$\frac{332,0}{14,0}$	$\frac{84,6}{3,54}$	$\frac{16,0}{0,675}$	$\frac{235,2}{98,9}$
2	Слив	-	-	-	-	-	-	$\frac{4,6}{0,16}$	$\frac{24,5}{0,9}$	$\frac{29,1}{1,16}$
	Пульповод	$\frac{82,0}{3,62}$	$\frac{198,0}{8,7}$	$\frac{560,0}{24,8}$	$\frac{500,0}{22,0}$	$\frac{564,0}{25,0}$	$\frac{186,0}{2,2}$	$\frac{54,0}{2,38}$	$\frac{20,0}{0,88}$	$\frac{223,6}{98,94}$
3	Слив	-	-	-	-	-	-	$\frac{3,7}{0,15}$	$\frac{30,8}{1,27}$	$\frac{34,5}{1,42}$
	Пульповод	$\frac{56,2}{2,2}$	$\frac{102,0}{4,0}$	$\frac{800,0}{31,4}$	$\frac{438,0}{17,3}$	$\frac{722,0}{28,3}$	$\frac{230,0}{9,1}$	$\frac{70,0}{2,74}$	$\frac{86,0}{3,34}$	$\frac{252,4}{98,58}$
4	Слив	-	-	-	-	-	-	$\frac{1,8}{0,8}$	$\frac{13,7}{5,9}$	$\frac{15,5}{6,7}$
	Пульповод	-	$\frac{32,2}{14,0}$	$\frac{23,8}{10,3}$	$\frac{24,0}{10,4}$	$\frac{32,0}{13,8}$	$\frac{36,0}{15,6}$	$\frac{46,0}{19,9}$	$\frac{20,0}{8,63}$	$\frac{216}{93,3}$
5	Слив	-	-	-	-	-	-	$\frac{2,4}{0,65}$	$\frac{18,4}{6,35}$	$\frac{20,8}{7,0}$
	Пульповод	-	$\frac{10,0}{3,34}$	$\frac{24,0}{8,01}$	$\frac{32,0}{10,7}$	$\frac{66,0}{22,0}$	$\frac{58,0}{19,4}$	$\frac{42,0}{14,0}$	$\frac{46,0}{15,3}$	$\frac{278}{93,0}$

Примечание. В числителе - количество уловленных фракций г/ч, в знаменателе - процентное содержание данной фракции от общего веса. Промыв наносов производился периодически через каждый час работы агрегата.

нами предлагается установить на существующем поплавке гидроциклон (рис. 1в) или совместить их, как показано на рис. 1г/5/. Поплавковое водозаборное устройство работает следующим образом: вода засасывается через сороудерживающую решетку и входные патрубки в циклонную камеру 2 и, вследствие вращательного движения, разделяется по фазам. Очищенная жидкость через шаровой входной патрубок 3 поступает в насос. Наносы, сконцентрированные в грунтоосборнике 5, периодически промываются в конце рабочегогона за счет остаточного напора в циклонной камере.

В целях уменьшения высоты камеры и создания возможности всасывания при малой глубине воды в оросителе приемная камера 2 гидроциклона-поплавок может быть выполнена в виде эллипсоида (рис. 1д). Входные сопла расположены тангенциально в нижней части. Приемная камера гидроэлеватора 5 размещена по касательной к экватору по ходу вращения жидкости. Гидроэлеватор эжектирует наносы из конусной части эллипсоида.

Некоторые конструктивные отличия имеет гидроциклон-поплавок (рис. 1е). Здесь циклонная камера расположена на воздушной подушке 1, разделенной от приемной камеры перегородкой 4. При таком расположении циклона поплавок действует и при малых горизонтах воды в оросителе. В этой схеме осветленная вода без изменения осевого направления потока засасывается сливным патрубком 3. Наносы удаляются вихревым гидроэлеватором.

Поплавковые водозаборные устройства (рис. 1г), изготовленные для ДДА-100М, были испытаны в колхозе "Путь Ленина" Курдайского района Джамбулской области. Результаты количественного анализа наносов, подтвержденные классификации в циклонной камере в натуральных условиях, приведены в таблице.

ЛИТЕРАТУРА

- Г. Рычков Н.И. Влияние засоряемости и глубины погружения предохранительной сетки всасывающего клапана на величину забираемого расхода воды ДДА-100М. Труды ВНИИМТ, т.2, Коломна, 1970.

2. К в а н Р.А., А я п б е р г е н о в А. Влияние степени засоренности оросителей на полезное использование времени агрегата ДДА-100М. Сборник научных трудов САНИИРИ, вып. 4, Ташкент, 1974.
3. К р ж и в е ц С.Л. Перемычка для создания подпора воды в оросительном канале. А.С. № 256428.
4. Н о с е н к о В.Ф., Б о р о в е н с к и й Н.П. Рекомендации по проведению поливов сахарной свеклы агрегатом ДДА-100М. "Кайнар", Алма-Ата, 1967.
5. Ж а н г а р и н А.И., П о м а ш е в Р.П. Поплавковое водозаборное устройство. А.С. № 422867.

Д.А.Лига
младший научный сотрудник
(КазНИИВХ)

В.С.Буруменский
канд.техн.наук, ст.научный сотрудник
(ВНИИЗПЭ)

ИЗМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ НА ЛЕВОБЕРЕЖНОМ КЗЫЛ-ОРДИНСКОМ МАССИВЕ ОРОШЕНИЯ

В связи с зарегулированностью стока р. Сыр-Дарьи и ликвидацией паводковых явлений основное значение в питании грунтовых вод Левобережного Кызыл-Ординского массива приобрели инфильтрационные воды оросительных систем.

В настоящее время подтверждается мелиоративный прогноз, который был дан для массива В.М.Боровским и М.А.Погребинским в гидрологическом обосновании "Проекта переустройства и развития орошения на Кызыл-Ординском массиве (1954) /1/.

Следует отметить некоторые особенности мелиоративного состояния земель в связи с увеличением доли возвратных вод в общем речном стоке. Такая оценка необходима еще и потому, что качество оросительной воды в низовьях р.Сыр-Дарьи во многом определяет мелиоративное состояние земель Левобережного Кызыл-Ординского массива в связи с увеличением доли возвратных вод, которые по оценке Аткарской Т.Н. /2/ в маловодные годы составляют более 80% годового стока.

При составлении "Комплексного проектного задания"

(1968) /3/ не учитывалась возможность возрастания приходной статьи солевого баланса, связанная с повышением минерализации оросительной воды за счет увеличивающейся доли возвратных вод.

В таблице I приведены средневегетационные величины минерализации оросительной воды, а также результаты качественного анализа солей, содержащихся в этой воде, по годам исследований.

Таблица I

Минерализация оросительной воды в ПВ ЛМК
и поступление солей на орошаемые
поля (1972-1976 гг.)

№ п/п	Показатели	Годы	1972	1973	1974	1975	1976
1	Минерализация оросительной воды, г/л		0,823	0,920	1,834	1,733	1,435
2	Содержание токсичных солей, г/л		0,443	0,568	1,194	1,250	0,964
3	Содержание токсичных солей, в % от минерализации		53,8	61,7	65,1	72,1	76,2
4	Поступление солей на рисовые поля, т/га при $M = 25000 \text{ м}^3/\text{га}$		$\frac{20,5}{11,1}$	$\frac{23,0}{14,2}$	$\frac{45,8}{29,8}$	$\frac{43,3}{31,2}$	$\frac{34,9}{24,1}$
5	Поступление солей на поля нерисовых культур, т/га при $M = 6000 \text{ м}^3/\text{га}$		$\frac{4,9}{2,6}$	$\frac{5,5}{3,4}$	$\frac{11,0}{7,2}$	$\frac{10,4}{7,5}$	$\frac{8,6}{5,8}$

Примечание. В числителе дано общее поступление солей, в знаменателе - поступление токсичных солей.

Резкое повышение минерализации в 1974-1975 гг. объясняется маловодьем этих лет и связано с увеличением объема возвратного стока в р.Сыр-Дарье.

Уже в 1974 г. содержание солей в оросительной воде превышало прогнозную величину (13 г/л) на 1980 г. (по данным Ленгипроводхоза). Кроме того, наблюдается тенденция роста минерализации.

Качественный анализ солей, содержащихся в воде, показал, что за счет увеличения токсичных солей (в основном сульфатов) ухудшается качество оросительной воды, подтверждающее увеличение объема возвратных вод в общем стоке р.Сыр-Дарьи.

Токсичными солями являются $NaCl$, $MgCl_2$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$.

Проведенные воднобалансовые исследования на рисовых картах Левобережного Кызыл-Ординского массива показали, что в последние годы хозяйствами выдерживаются близкие к проектным ($22+30$ тыс. $m^3/га$) величины оросительных норм риса, составляющие в среднем $25000 m^3/га$. При этом поступление солей на рисовые поля за сезон составляет от 25 до $45,8$ т/га.

Если с массивов, занятых рисом, соли выносятся дренажно-сбросным стоком, то на нерисовых севооборотах и площадях, занятых сопутствующими культурами, будет происходить процесс соленакопления при минерализации оросительной воды, наблюдавшейся в последние годы. При оросительной норме $6000 m^3/га$ поступление солей составит от $4,9$ до $11,0$ т/га в сезон, что приводит к увеличению запасов солей в почвах. Это явление требует создания режима орошения, носящего характер "промывного", а в ближайшие годы появится необходимость в проведении периодических вневегетационных промывок почв.

На участках, прилегающих к посевам риса, в вегетационный период уровень грунтовых вод с минерализацией $4-20$ г/л поднимается до глубины $1,5$ м, в связи с чем, как показали исследования, здесь происходит быстрая реставрация засоления почв за счет интенсивного испарения этих вод. Это связано прежде всего с недостаточной дренированностью орошаемых земель Левобережного массива.

Принятые в Комплексном проектном задании (1968) величины дренажных модулей ($0,5+1,5$ л/с га) для различных почв значительно завышены.

Дренажные модули, определенные нами на различных участках массива, не превышают $0,21-0,56$ л/с га (табл. 2).

Данные таблицы 2 получены в результате наблюдений за сосудами-испарителями согласно методики В.Б.Зайцева /4/.

Таблица 2

Модули дренажного стока, определенные
опытным путем

№ п/п	Наименование хозяйств	Дренажный модуль, л/с га	Местоположение наблю- дений
1.	к/з "III Интернационал"	0,220	сис ПВ-15Б
2.	с/з "Тан"	0,360	сис ПВ-7А
3.	с/з "Калинина"	0,253	сис ПВ-5Д
4.	с/з "Жанаталап"	0,241	сис ЛВ-9В
5.	с/з "Маданият"	0,280	сис ЛВ-6В
6.	с/з "ЛК Казахстана"	0,275	сис ЛВ-7В
7.	с/з "Теренозекский"	0,560	сис ЛМК-12 УПВ-СК
8.	с/з "Теренозекский"	0,309	сис ЛМК-11В
9.	с/з "Ильич"	0,230	сис ЛМК-11В
10.	с/з "Чиркейлийский"	0,211	сис ЛМК-5Б

Примечание. Сис - севооборот, подвешенный к данному каналу.

Проведенные ранее натурные исследования дренажного модуля подтвердили возможность постановки таких опытов /5/. Значение модуля дренажного стока (0,56 л/с га) для системы ЛМК-12 (X-севооборот с/з "Теренозекский") довольно высоко и объясняется близким его расположением (20-1000 м) к Правой ветке Северного коллектора (ПВ-СК).

Величины дренажных модулей (табл. 2) показывают, что дренированность участков Левобережного массива недостаточна.

Кроме того, в 1974-1975 гг., характеризующихся в общем весьма пониженной водностью, в некоторых хозяйствах на массиве использовались для орошения риса дренажно-сбросные или смешанные воды с минерализацией от 2+10 г/л.

Широко применялось также создание искусственных подпоров на коллекторно-сбросных каналах различного порядка с целью экономии оросительной воды, что снижало дренированность рисовых оросительных систем.

Такая необоснованная "практика" создания искусственных подпоров на коллекторах привела к засолению отдельных участков в совхозах "Тан", "Калинина", "Теренозекский" и др.

Однако на участках, прилегающих к коллекторно-сбросной сети старших порядков, был получен урожай и при использовании для орошения риса вод с минерализацией даже до 2-4 г/л (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность риса в зависимости от ирригационной пригодности оросительных и дренажно-сбросных вод рисовых систем Левобережного Кзыл-Ординского массива (1975г.)

№ п/п	Место отбора проб	Плотный остаток, г/л	Ирригационный коэффициент по Стеблеру	Урожай- ность, ц/га
1.	с/з "Тан"	2,562	6,463	26,8
2.	с/з "Калинина", сис ПВ-5Д	1,913	7,411	37,2
3.	с/з "Жанаталап", сис ЛВ-9В	2,297	7,959	38,1
4.	с/з "Маданият", сис ЛВ-6В	2,297	7,959	36,6
5.	с/з "Ильича", сис ЛМК-11В	2,812	4,569	19,1
6.	с/з "Т-Узекский", сис ЛМК-12 у ПВ-СК	4,014	2,283	17,2
7.	с/з "Т-Узекский", сис ЛМК-12 - ПВ-СК	1,658	7,855	45,1
8.	с/з "ЛК Казахстана"	2,414	7,427	31,0

Оценка пригодности вод для орошения производилась по методике Стеблера, согласно которой величина ирригационного коэффициента К должна быть больше 6.

Данные табл. 3 свидетельствуют о том, что при определенных условиях (в нашем случае влияние ПВ-СК - хорошая дренированность) возможно получение урожаев и при использовании "непригодных" по существующим классификациям вод повышенной минерализации.

Это утверждается также и работами Н.Г. Минашиной /6/, Супряга И. /7/ и др.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- повышение общей минерализации оросительной воды, увеличение содержания токсичных солей связано с возрастанием объема возвратных вод;
- дренированность отдельных участков на массиве недос-

таточно и требует повышения;

– зарегулированность стока р.Сыр-Дарьи, увеличение объема возвратных вод с вышележащих массивов в речном стоке, ухудшение качества оросительной воды и недостаточная дренированность оросительных систем требуют составления новых водно-солевых балансов и прогнозов мелиоративного состояния земель;

– необходима разработка рекомендаций по использованию вод повышенной минерализации для орошения риса и других сельскохозяйственных культур на Левобережном Кызыл-Ординском массиве.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Проект переустройства и развития орошения на Кызыл-Ординском массиве. Часть I, кн. 4, Алма-Ата, 1954.
2. А т к а р с к а я Т.Н. и др. Возвратные воды в бассейне р.Сыр-Дарьи. Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. Т. 4, "Гидрометеиздат", Л., 1976.
3. Комплексное проектное задание на Проект переустройства и развития орошения на Левобережном Кызыл-Ординском массиве. Часть I, кн. I, "Казгипроводхоз", 1968.
4. З а й ц е в В.Б. Рисовая оросительная система, "Колос", М., 1975.
5. Б у р у м е н с к и й В.С., Л и г а й Д.А. Распределение фильтрации по площади рисовой карты. Труды САНИИРИ, вып. 145, Ташкент, 1975.
6. М и н а ш и н а Н.Г. К вопросу об использовании вод повышенной минерализации для орошения. В сб. "Использование минерализованных вод для орошения", "Колос", М., 1974.
7. С у п р я г а И. "Использование минерализованных вод для орошения". В сб. "Водные мелиорации в СССР", М., 1974.

Х.Г.Ибрагимов
канд.техн.наук, зав.отделом
(КазНИИВХ)

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН "ФРЕГАТ" НА САМОНАПОРНОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

На горный (с уклоном более 0,01) и предгорный (уклоны 0,005-0,01) рельефы приходится значительная часть орошаемых земель юга Казахстана.

В связи с этим первый опыт проектирования, строительства и эксплуатации самонапорной оросительной системы на горном рельефе под такую высокопроизводительную дождевальную машину, как "Фрегат", представляет научный и производственный интерес.

Казахский НИИ водного хозяйства в 1974-1975 гг. проводил исследования ^{х)} на самонапорной оросительной системе конного завода № 97 в Луговском районе Джамбулской области Казахской ССР.

Опытный участок размещен на северном склоне Киргизского Алатау на отметках 900-1000 м и представляет собой пологую равнину со средним уклоном поверхности 0,028. Почвы здесь средние (местами тяжелые), маломощные (0,6-0,9 м) сероземы, подпочва - мощные песчано-галечниково-гравийные отложения. Источником орошения является канал Кутуршун расходом 450 л/с.

Оросительная система (рис. 1) включает вододелитель на канале Кутуршун, резервуар - отстойник на 3100 м³, закрытый металлический распределительный трубопровод (диаметром 400 мм на длине 2585 м и 350 мм на длине 940 м), на котором размещены два гидранта под ДМ "Фрегат" (ДМ-454-100) и 8 смотровых колодцев. Свободный напор на верхнем гидранте (Г-1) - 0,67 МПа, на нижнем (Г-2) - 0,86 МПа. Из колодцев (на ГК-30) берет начало вспомогательная нить (15) диаметром 200 мм, длиной 160 м, оканчивающаяся гидрантом (17) для подключения разборного трубопровода РТШ-180 с УДС-25 (21) и орошения "огрехов" между верхней и нижней позициями ДМ "Фрегат".

х) В исследованиях, кроме автора, участвовали инженеры А.Н.Токарев, А.А.Нурбаев, Л.Н.Влахович.

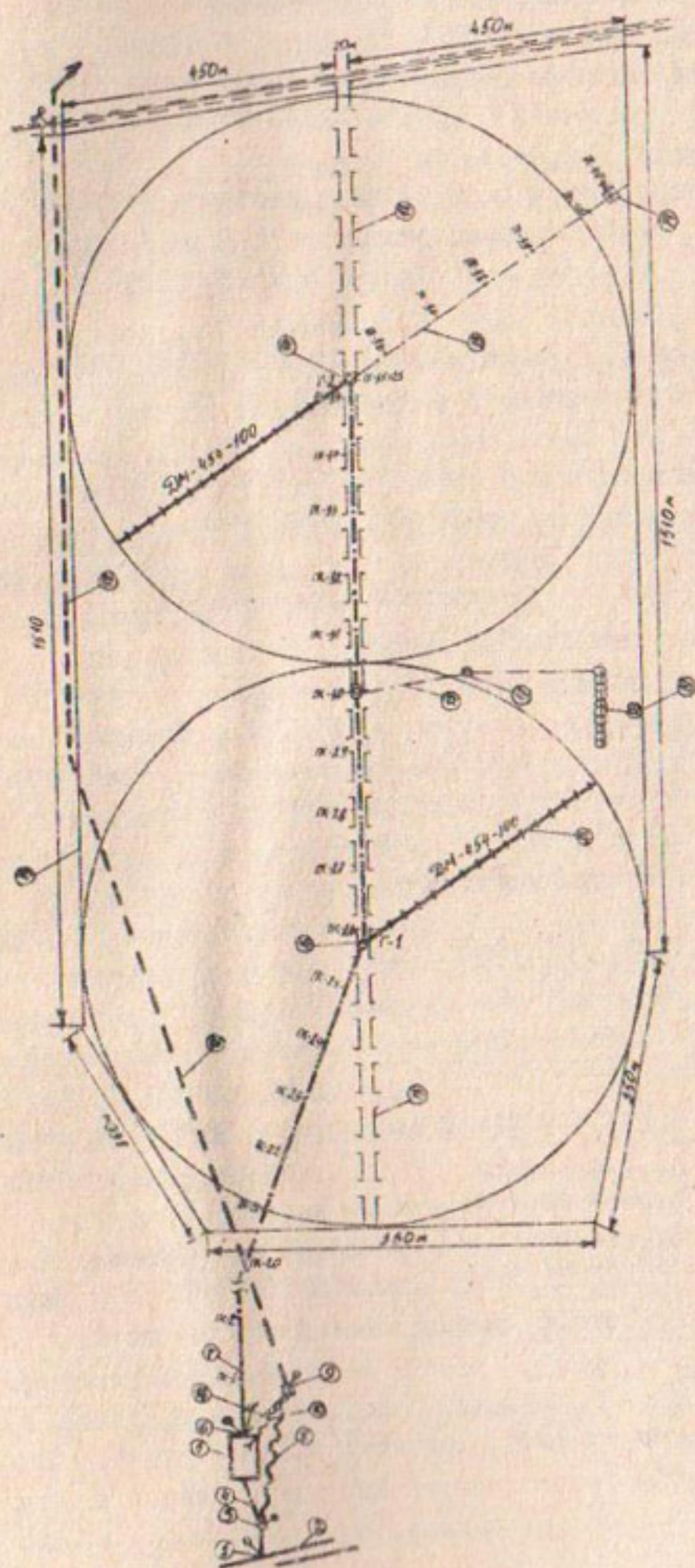


Рис. 1. Схема самонапорной оросительной системы под ДМ "Фрегат" на конном заводе № 91 в Лутовском районе Джамбулской области Казахской ССР

Продолжением распределительного трубопровода служит сброс (I3) диаметром 200 мм, длиной 536 м, оканчивающийся колодцем (I4) для промывки и опорожнения оросительной системы и гидрантом для подключения РТШ-180 с УДС-25 при поливах концевых неорошаемых "огрехов".

Для промывки резервуара - отстойника построен закрытый трубчатый водосброс (II) условным диаметром 426 мм и длиной 143 м, соединенный с естественной балкой открытым сбросом (I2).

На резервуаре предусмотрен также железобетонный водослив (IO) с отводом катастрофического сброса в ту же балку (I2).

В таблице I приведены основные технико-экономические данные "Казыжгипроводхоз" по оросительной системе.

Таблица I

Основные показатели самонапорной оросительной системы под ДМ "Фрегат"

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Количество
I.	Орошаемая площадь - брутто	га	168
	- нетто	га	148
2.	Коэффициент земельного использо- вания		0,89
3.	Оросительная норма травосмеси (при 75%-обеспеченности де- фицита водопотребления)	м ³ /га	7200
4.	Протяженность закрытой ороси- тельной сети из металлических труб на I га	пог.м/га	26,2
5.	Капитальные затраты на I га	руб/га	1980
	в том числе: а) мелиоративное строительство	-"-	1840
	из них: строймонтаж	-"-	1395
	оборудование	-"-	169
	прочие затраты	-"-	276
	б) сельхозосвоение		140
6.	Эксплуатационные издержки	-"-	118
7.	Себестоимость кормов с учетом затрат по уходу за травами	коп/к.е.	4,2
8.	Срок окупаемости	лет	2

Технико-эксплуатационные показатели ДМ "Фрегат" установлены хронометрированием и полевыми определениями структуры дождя, производительности и др. показателей по методике ВНИИМТП.

В 1974 г. на участке работала одна машина (заводской № 771), в 1975 г. — две (№ 771 и № 3540) одновременно на отдельных позициях. В 1975 г. урожай зеленой массы травосмеси за 4 укоса составил 340 ц/га.

В таблице 2 приведены сводные хронометрические данные. Если сравнить их с продолжительными хронометражными наблюдениями в совхозе им. Алиева (Азербайджан) и в совхозе "Чаплинский" (Украина) в обычных равнинных условиях с механической водоподачей в систему /1, 2/, то на самонапорной оросительной системе технико-эксплуатационные показатели ДМ "Фрегат" будут такие же, несмотря на более сложные рельефные и природные условия.

Так, показатель надежности технологического процесса за 2 года в среднем был всего на 4% ниже, чем в сравниваемых хозяйствах; в 1975 г. такой же — 0,96 и 0,97. Показатель технического обслуживания (0,96) оказался на 2–3% ниже, чем в сравниваемых хозяйствах, главным образом в связи с растягиванием теххода за машинами по субъективным причинам.

Простои по техническим причинам по ДМ № 771 в среднем на 4–8% ниже в связи с тем, что в самом начале работы по неопытности оператора была допущена крупная авария, что в последствии явилось причиной частых простоев. Дождевальная машина № 3540 имела хорошие показатели технического использования. При надлежащем уходе и обслуживании технически и технологически оправданные простои не превышают 5–7% времени чистого дождевания.

По выработке на поливе (весьма важный показатель для ряда районов юга Казахстана с ограниченными трудовыми ресурсами) ДМ "Фрегат" не имеет себе равной.

Согласно обобщенным данным ВНИИМТП при технически правильной организации службы эксплуатации (и прочих равных условиях) выработка одного занятого рабочего на системах с ДМ "Фрегат" в 1,5 раза выше, чем на системах с ДМ "Волжанка", в 3 раза выше, чем на системах с ДДН-75 и в 4 раза выше, чем на системах с широкораспространенными ДДА-100М /3/.

Таблица 2

Эксплуатационные показатели ДМ "Фрегат" на самонапорной оросительной системе в полупустынной зоне юга Казахстана

Показатели	Условные обозначения	ДМ № 771		ДМ № 3540	Итого
		1974 г.	1975 г.	1975 г.	
Время чистой работы, ч	T	346,4	212,6	206,2	765,2
Поливаемая площадь, га		317	209	190	716
Технологические простои (заполнение трубопровода машины водой), ч	Π_1	7,0 ¹⁾	2,5 ²⁾	4,7 ³⁾	14,2
Показатель технологического обслуживания	$K_1 = \frac{T}{T + \Pi_1}$	0,99	0,99	0,98	0,99
Простои из-за нарушения технологического процесса (сработка системы защиты, очистка фильтров, насадок и др.), ч	Π_2	39,7	5,8	9,3	53,8
Коэффициент надежности технологического процесса	$K_2 = \frac{T}{T + \Pi_2}$	0,90	0,97	0,96	0,94
Время, затраченное на техническое обслуживание, ч	Π_3	14,3	3,5	8,6	31,4
Показатель технического обслуживания	$K_3 = \frac{T}{T + \Pi_3}$	0,96	0,96	0,96	0,96
Простой из-за технических неисправностей, ч	Π_4	46,3	18,8	9,7	74,8
Коэффициент эксплуатационной надежности	$K_4 = \frac{T}{T + \Pi_4}$	0,88	0,92	0,96	0,92
Коэффициент полезного использования сменного времени		0,76	0,87	0,87	0,82
Выработка на поливе ⁴⁾					
- за 1 час чистой работы г/ч		0,92	0,99	0,92	0,94
- за 8 часовую смену, га/см		5,6	6,9	6,4	6,2

Примечание. 1) При средневзвешенной поливной норме 330 м³/га. 2) При поливной норме - 270 м³/га. 3) При поливной норме - 270 м³/га. 4) При отмеченных выше поливных нормах.

В наших опытах получены показатели выработки на поливах в зависимости от подаваемой поливной нормы, приведенной в табл. 3.

Таблица 3

Выработка ДМ "Фрегат" на самонапорной оросительной системе в зависимости от нормы полива травосмеси

Показатели	Поливные нормы, м ³ /га		
	270	380	575
Чистое время полного оборота крыла ДМ-454, 4-100, ч	73	83	103
Сменная выработка (за 8 часовую смену при $K_{см} = 0,92$), га/см	7,3	6,1	5,2

Коэффициент полезного действия закрытой оросительной системы составил 98%, что в среднем на 10-13% выше к.п.д. систем с использованием дождевального агрегата ДДА-100М.

Наряду с такими преимуществами самонапорной оросительной системы, как полное исключение энергетических затрат (за сезон отдельная машина дает до 1100 руб экономии при стоимости 1 квт.ч - 4 коп.), простота эксплуатации (маневрирование задвижками и периодическая очистка фильтров в голове системы) и др., выявились определенные недостатки.

1. Самонапорная система требует увеличенных затрат труб на холостую часть; чем меньше уклон трассы, тем он длиннее.

Удельные (на 1 га) затраты труб по самонапорной оросительной системе составили 26,2 пог.м (в том числе 19 пог.м водоподводящего трубопровода), тогда как по аналогичным системам на равнинном рельефе потребность в трубах не превышала 14,4 м/га, капитальные затраты - 1017 руб/га /4/, т.е. на 965 руб/га меньше.

Несмотря на увеличение капитальных затрат по самонапорной системе за счет экономии ежегодных затрат на энергию и труда на эксплуатацию, срок окупаемости вложений не превышает двух лет (табл. 2).

2. Как уже отмечалось, при большом уклоне уменьшается потребность в трубах, однако, по мере увеличения уклона на почвах средней и слабой водопроницаемости возникает поверх-

ностный сток и эрозия почв. Для устранения стока необходимо либо системой агротехнических мер (глубокая вспашка, рыхление почв, обеспечение равномерного развития наземной массы, применение антиэрозионных мероприятий: прерывчатые борозды, водоудерживающие валики, щелевание и т.д.) привести водопроницаемость почв в соответствие с интенсивностью дождя ($0,45 \text{ мм/мин} - 0,65 \text{ м/сут}$), либо конструктивным усовершенствованием уменьшить интенсивность дождя, или подавать большие нормы (предусмотренные поливным режимом) по частям за несколько оборотов машины при больших угловых скоростях.

3. Исследованиями выявлен ряд эксплуатационных недостатков ДМ "Фрегат", которые необходимо учитывать при орошении культур на самонапорных оросительных системах.

- На культурах несплошного сева важно закрепить колес подвижных опор загущенным посевом трав и содействовать образованию естественной дернины на участке колес, расположенной по наибольшему уклону.

- На почвах средней и слабой водопроницаемости (при коэффициенте фильтрации менее $0,65 \text{ м/сут}$) крайне важна планировка поверхности, т.к. малейшие неровности приводят к быстрому перераспределению стока, образованию размоин, пробуксовке колес опор и другим нежелательным последствиям.

- Дождевальное крыло имеет большую протяженность ($454,4 \text{ м}$) с множеством работающих элементов (насадки, гидропривод, опорные тележки и др.), за работой которых необходим постоянный контроль. При этом не допуская аварии, перебои в работе, ухудшения качества (равномерности) поливов и др. На участках, занятых культурами с высокой наземной массой, следить за работой крыла невозможно. Кроме того, аварийный ремонт затруднен. В связи с этим необходима тщательная регулировка, профилактический ремонт (после каждого полива) и постоянный надзор за работающими элементами, что обеспечит надежную работу всех звеньев и узлов машины в "загоне".

- При использовании открытых водных источников необходима очистка воды в голове системы, т.к. поступающий мусор и мелкие наносы забивают насадки (ухудшается равномерность дождя), фильтры гидроцилиндров (замедляется ход отдельной подвижной опоры и вызывается опасное искривление всего крыла).

Фильтры необходимо устанавливать не на каждой машине, так как это снижает рабочие напоры, а на головном водораспределительном узле.

— Согласно литературным и опытным данным автономный водозабор желателен на каждой машине из открытых водоисточников, или на водоподводящем трубопроводе должно размещаться не более двух машин, причем находиться они должны по возможности на одной отметке. Размещение нескольких машин на одном трубопроводе приводит к простаиванию всех машин при аварийной ситуации в головной части. К тому же на самонапорных водоводах вдоль уклона, на всех центральных гидрантах, начиная со второго, возникает необходимость гашения избыточного напора.

— Согласно литературным данным, ДМ "Фрегат" используется в году не более чем на 40-50%.

В пустынной и полупустынной зоне юга Казахстана с благоприятными климатическими условиями имеется возможность довести коэффициент годового использования до 75-80% путем орошения озимых и пожнивных культур, а также за счет использования машин на осенне-зимних и ранне-весенних влагозарядковых поливах.

— Наибольшее число простоев ДМ "Фрегат" связано с гидравлическим приводом системы передвижения вследствие зависания цилиндров подвижных опор в верхнем либо в нижнем крайнем положениях главным образом из-за раскручивания гаек нижней части штока и выпадения манжетов, срывов шлангов гидроприводов, забивки сбросных отверстий в сливных трубах клапанов-распределителей, утечки воды вдоль штоков регулирующих клапанов, регулирующего болта на рычаге-переключателе и др.

— Отсутствие водомеров на машинах, с чем связаны не только крайне желательный контроль за качеством поливов, но и оценка выработки машины по воде, правильная организация труда на поливе и водопользование на системе и др.

— Слабое решение вопроса поливов неорошаемых площадей между отдельными позициями при орошении больших прямоугольных севооборотных массивов, без чего резко снижается коэффициент использования земли.

Несмотря на указанные эксплуатационные недостатки, обусловленные конструктивными недоработками отдельных узлов,

дождевальная машина "Фрегат" (при организации технически правильной эксплуатации) весьма работоспособна, наиболее производительная и перспективная машина. И неслучайно во многих орошаемых штатах Америки автоматизированные дождевальные машины карусельного типа получили наибольшее распространение, хотя есть широкий выбор всевозможных типов и систем дождевальных машин.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д а н и л ь ч е н к о Н.В., Н о с е н к о В.Ф. "Использование широкозахватных дождевальных машин на массивах зернокармального севооборота". Сборник трудов ВНИИМТП, т.5, Коломна, 1974.
2. К у ш н е р е н к о М.М., Ф р о л и к о в П.И. "Новая поливная техника в степях Таврии". "Гидротехника и мелиорация", № 2, 1974.
3. Л а н д е с Г.А., Ф р о л и к о в П.И. "Эффективность техники полива дождеванием в условиях Поволжья". Сб. "Техника полива сельскохозяйственных культур", "Колос", М., 1972.
4. В о л ы н о в А.М. и др. "Новую дождевальную технику на полях зерновой зоны", "Гидротехника и мелиорация", № 9, 1971.

А.Ж.Жулаев
канд.техн.наук, директор
(КазНИИВХ)

Е.М.Калауов
ст.преподаватель
(ДТИЛП)

М.Баскенова
аспирантка
(КазНИИВХ)

К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ТРАССЫ ГРУППОВОГО ВОДОПРОВОДА

В последние годы широкое развитие в Казахстане получило строительство групповых водопроводов для водоснабжения сельских населенных пунктов и других водопотребителей. В отдельных случаях их длина достигает I тыс.км и более, например, длина Булаевского водопровода 1900 км, Ишимского - 2200 км, Пресновского - 2600 км.

В условиях сельской местности, где водопотребители сосредоточены на значительной территории, особое значение приобретает выбор оптимальной трассы водовода. Задача обычно решается путем сопоставления нескольких вариантов на основании технико-экономических расчетов.

Рассмотрим задачу поиска наименьшей длины трассы водовода, без учета переменности его сечения на отдельных участках. Для этого воспользуемся известными решениями /1, 2, 3/. Если имеем две точки А и В, то кратчайшей линией, которая их соединяет, будет прямая АВ. Если имеем три точки А, В и С, то возможны три варианта их кратчайшего соединения.

Треугольное, когда кратчайшая линия состоит из трех отрезков А, В и С, исходящих из точки (точка Торичелли или узловая точка) и образующих между собой равные углы 120° ; вариант возможен, если все углы треугольника ABC меньше 120° (рис. 1а);

Магистральное, когда кратчайшая линия состоит из двух отрезков СА и АВ или СВ и ВА, а точка N совпадает с точкой А, или В; вариант возможен, если угол при вершине А и В равен или больше 120° (рис. 1б);

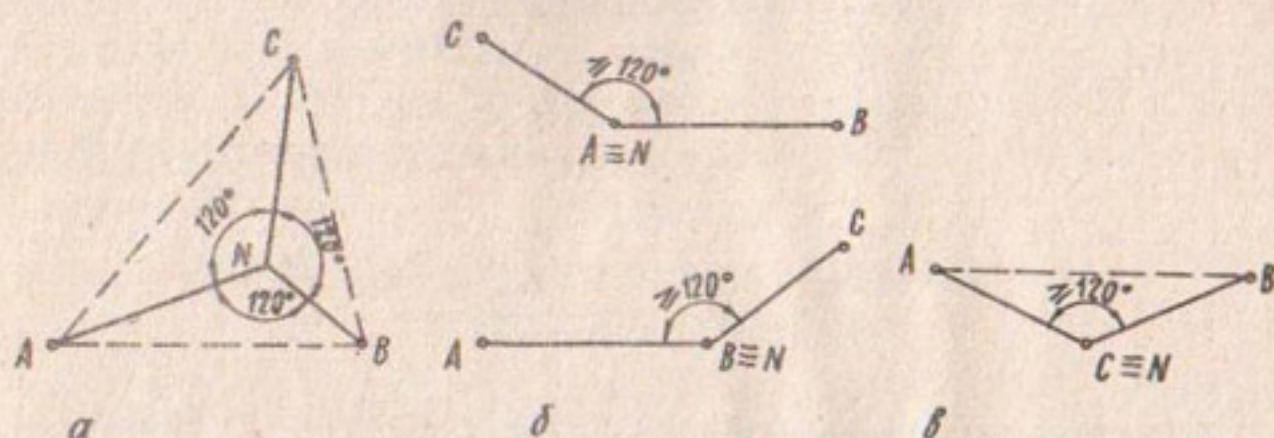


Рис. 1. Варианты кратчайшего соединения трех точек:
а - трехлучевое; б - магистральное; в - радиальное.

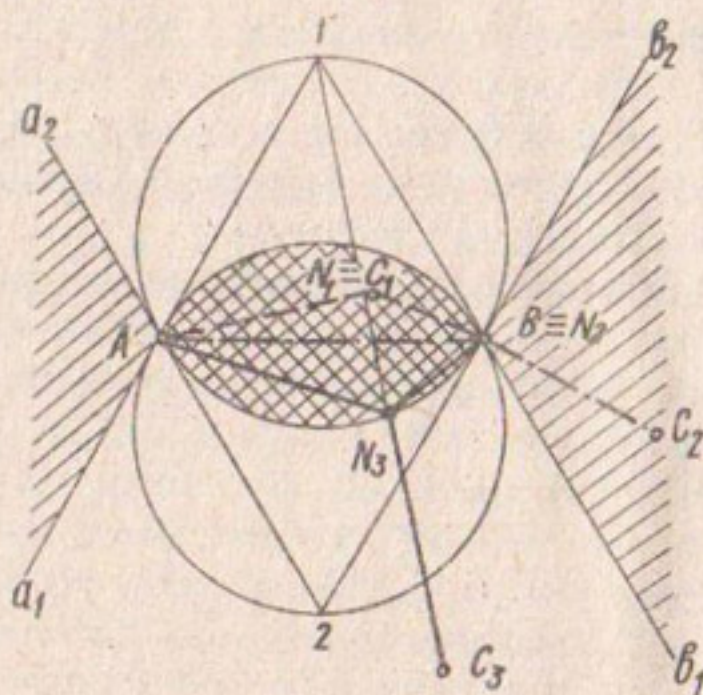


Рис. 2. Зоны разграничения вариантов
кратчайшего соединения трех точек.

Радиальное, когда кратчайшая линия состоит из двух отрезков AC и CB , а точка N совпадает с точкой C ; вариант возможен, если угол при вершине C равен или больше 120° (рис. 1в).

Зоны разграничения вышеуказанных трех вариантов соединения точек показаны на рис. 2. Для этого при отрезке AB строим два равносторонних треугольника AB_1I и AB_2I . Опишем вокруг этих треугольников две окружности и продолжим стороны треугольников Ia_1 , Ib_1 , $2a_2$, $2b_2$.

Область пересечения двух окружностей, заштрихованная дважды, составляет радиальную зону. Любая точка C_1 в этой зоне соединяется с неподвижными точками A и B .

Область, ограниченная лучами a_1 и a_2 , а также b_1 и b_2 , заштрихованная, составляет магистральную зону. Любая точка C_2 в этой зоне соединяется либо с неподвижной точкой B , либо с A .

Область, ограниченная лучами a_1 , b_1 и нижней дугой $\widehat{AB}$ радиальной зоны, а также лучами a_2 , b_2 и верхней дугой $\widehat{AB}$ радиальной зоны, составляет трехлучевую зону. Любая точка C_3 в этой зоне присоединяется к неподвижным точкам A и B через узловую точку N_3 , которая находится на пересечении прямой c_3I (C_3I при расположении точки C_3 в верхней части трехлучевой зоны) с дугой $\widehat{AB}$. В точке N_3 отрезки AN_3 , BN_3 и C_3N_3 образуют углы 120° .

Теперь можно рассмотреть построение кратчайшей линии для четырех произвольно расположенных точек A, B, C и D (случай, когда точки упорядочены, рассмотрены в работе /2/).

Выбираем две точки с наименьшим расстоянием между ними. Пусть это будут точки A и B . При отрезке AB ведем построения, аналогичные рис. 2. Рассмотрим теперь три случая местонахождения точек C и D .

Случай I — точки C и D лежат в магистральной зоне отрезка AB (рис. 3а), например, со стороны точки B . Уже подлежат рассмотрению точки B, C и D . При наименьшем отрезке BC ($BC < BD$ и $BC < CD$) строим равносторонние треугольники BC_3I и дугу окружности $\widehat{BC}$ (со стороны точки D). Точку D (поскольку она находится теперь в трехлучевой зоне отрезка BC) соединяем прямой с точкой I и на пересечении с дугой $\widehat{BC}$ находим узловую точку N .

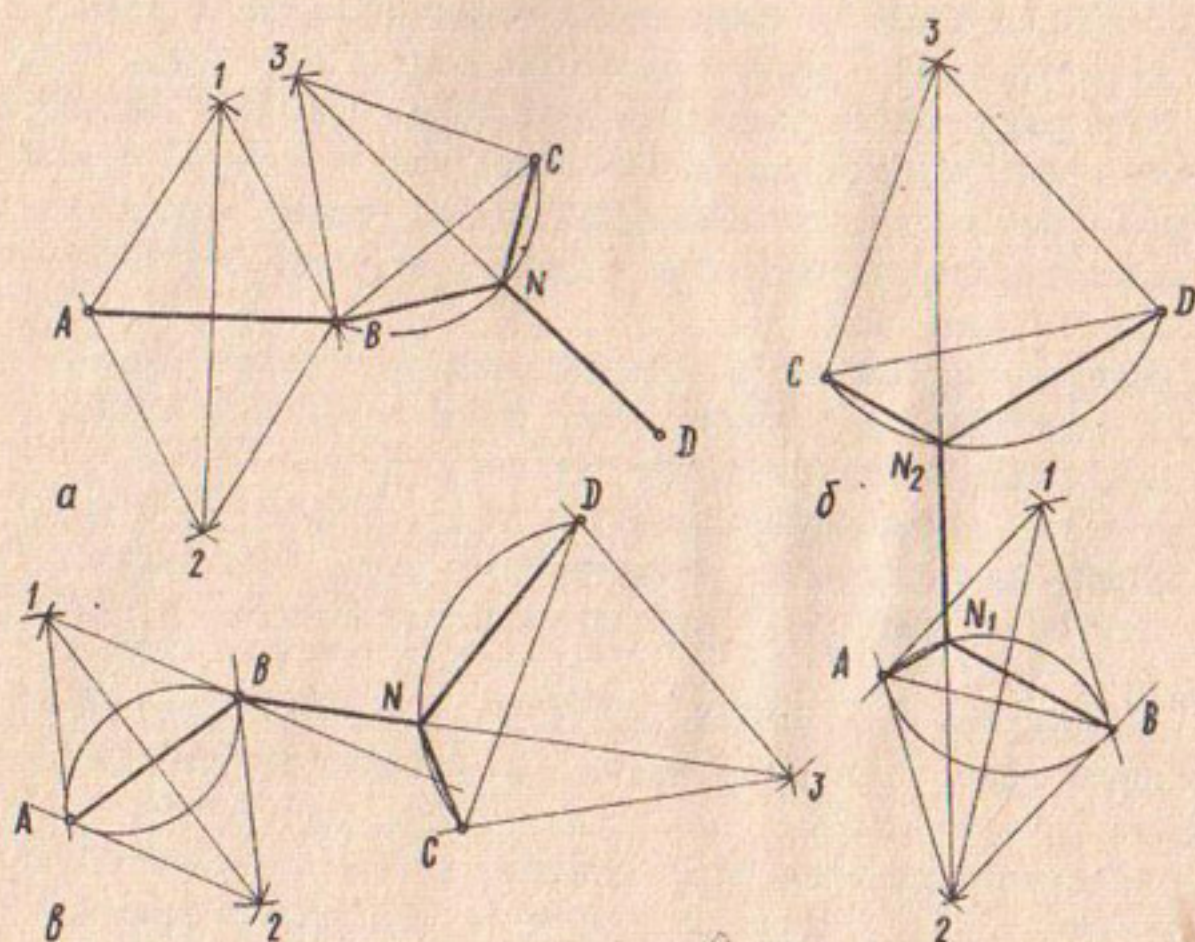


Рис. 3. Построение кратчайшей линии для четырех точек.

Случай 2 – точки C и D находятся в трехлучевой зоне отрезка AB (рис. 3б). Соединяем точки C и D прямой и строим равнобедренный треугольник $CD3$ и дугу окружности $\widehat{CD}$. Точки 2 и 3 соединяем прямой и на пересечениях с дугами $\widehat{AB}$ и $\widehat{CD}$ находим узловые точки N_1 и N_2 .

Случай 3 – точки C и D лежат в различных зонах отрезка AB (рис. 3в). При отрезке CD строим треугольник $CD3$ и дугу окружности $\widehat{CD}$. Соединяем точки 1 и 3 прямой и определяем точку пересечения с дугой $\widehat{CD}$. Если последняя находится в магистральной зоне, как на рис. 3в, то искомую узловую точку определяем аналогично рис. 3а, а если в трехлучевой зоне – аналогично рис. 3б.

Таким образом, для определения кратчайшей линии между точками следует многократно применять следующие четыре элементарных построения: во-первых, проведение отрезка прямой,

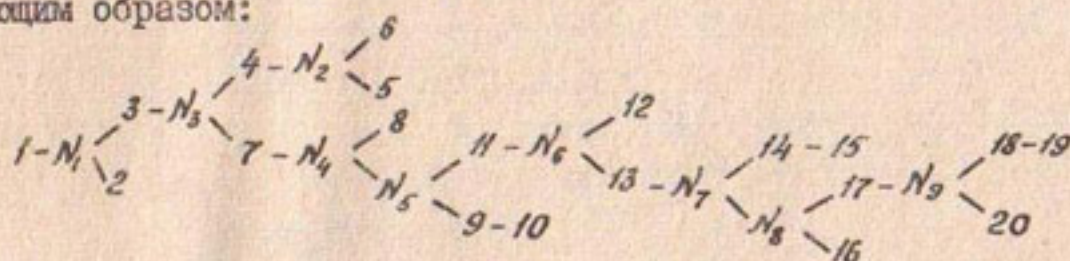
соединяющей две фиксированные точки; во-вторых, построение равностороннего треугольника на отрезке и нахождение третьей ее вершины; в третьих, соединение третьей вершины треугольника либо с третьей фиксированной точкой, либо с аналогичной вершиной треугольника при отрезке прямой двух других близлежащих фиксированных точек; в четвертых, определение узловых точек, соединяемых впоследствии с заданными фиксированными.

В качестве примера ниже нами рассмотрено построение кратчайшей линии для 20 произвольно расположенных точек (рис. 4). Задача решается в следующей последовательности.

Сначала выбираем попарно точки из числа заданных с наименьшими между ними расстояниями. Это следующие пары: 3 и 7, 13 и 14, 4 и 5, 9 и 11, 17 и 18. Для каждой пары отмечаем засечками вершины равносторонних треугольников и проводим дуги окружностей.

Затем определяем последовательно местонахождение (зоны расположения) остальных точек, не составляющих основные пары, по отношению к ближайшим парам. Соединение точек к парам производится аналогично случаям на рис. 3.

Кратчайшая линия, соединяющая 20 точек, выглядит следующим образом:



Изложенная выше методика построения кратчайшей линии для заданных точек может быть использована при выборе оптимального варианта трассы группового водопровода. Учитывая, что указанная методика дает только линейное решение задачи, полученную кратчайшую линию следует рассматривать как первое приближение, требующее впоследствии внесения поправок с учетом переменности сечения водовода на отдельных участках, а также различия рельефных и геологических условий по трассе.

В тех случаях, когда водопотребители более или менее равноценны по расходу, а рельефные и геологические условия по трассе идентичны, вполне можно рассчитывать на получение решения, близкого к оптимальному.

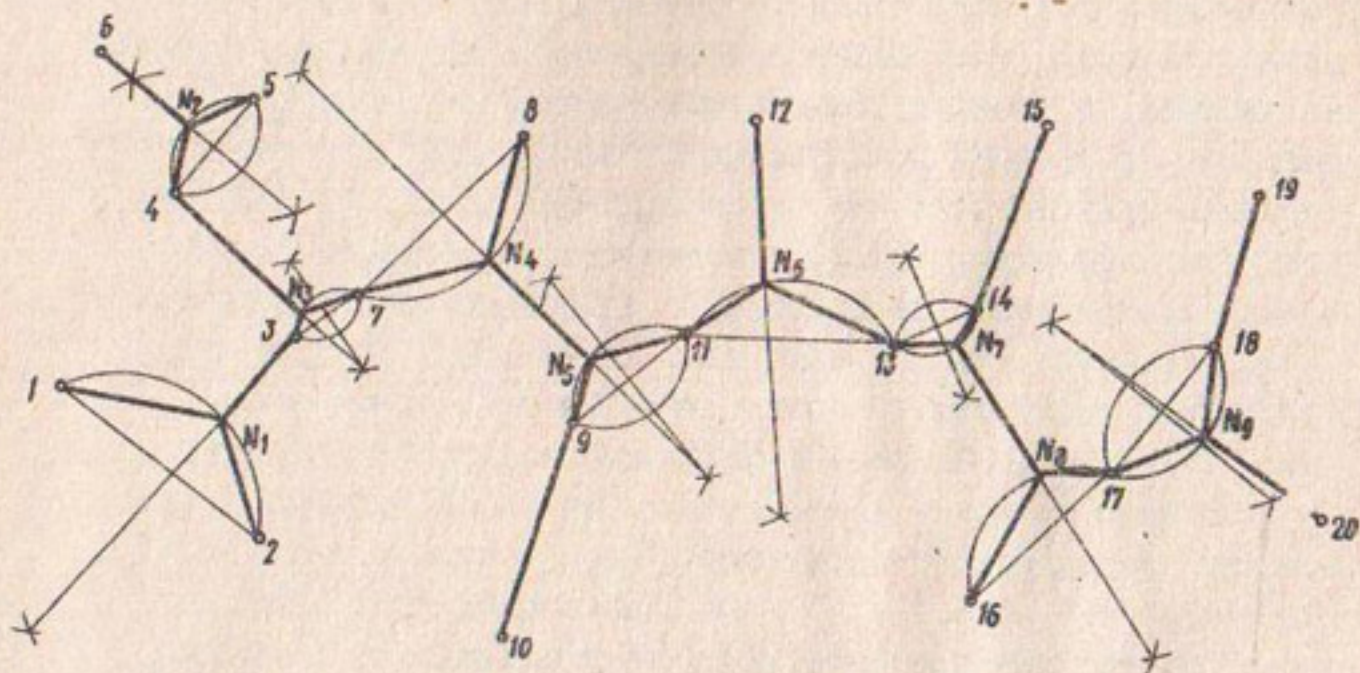


Рис. 4. Построение кратчайшей линии для 20 произвольно расположенных точек.

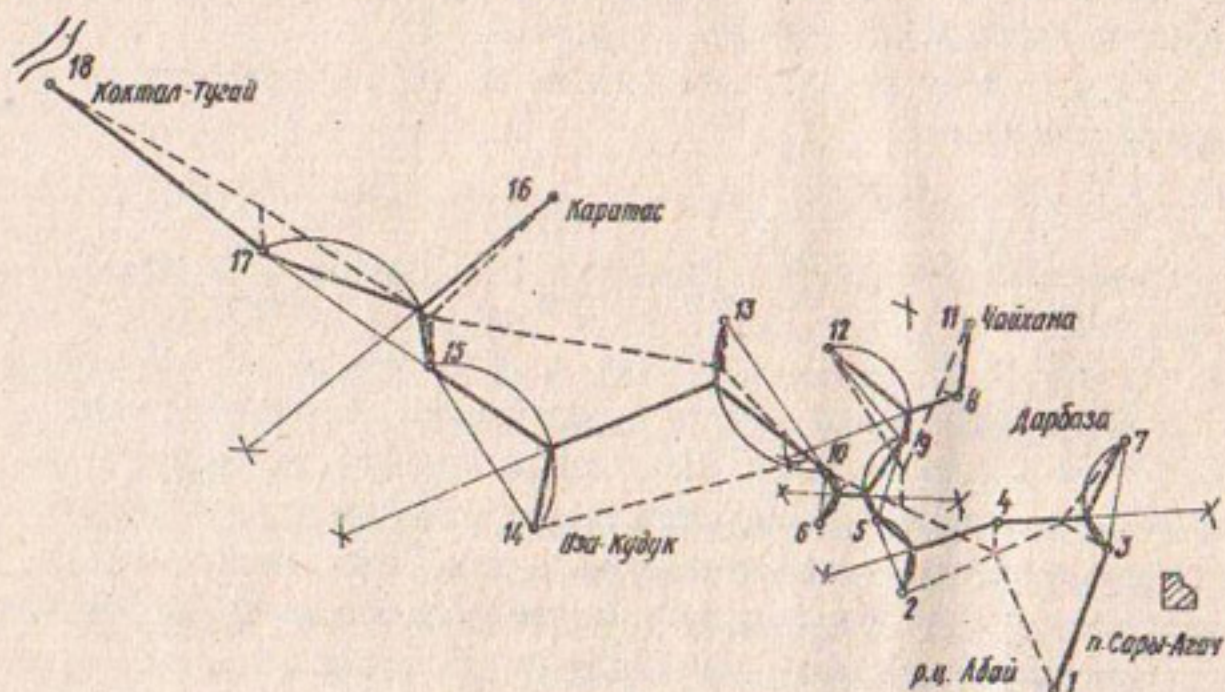


Рис. 5. Пример построения кратчайшей трассы для Дарбазинского группового водопровода (сплошная линия – рекомендуемая, пунктирная – существующая трасса).

На рис. 5 показано построение кратчайшей линии для существующего Дарбазинского группового водопровода в Чимкентской области. Сравнение показывает, что рекомендуемая трасса водопровода, отвечающая кратчайшей линии (показана сплошной линией), короче существующей трассы (показана пунктирной линией) на 28 км, это составляет 15% общей длины водопровода, что весьма существенно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Есмуханов Э. К вопросу выбора оптимального связывающего дерева. Расширенные тезисы докладов научно-методической конференции по прикладной геометрии и инженерной графике. Свердловск, 1968 г.
2. Есмуханов Э., Калауов Е. Определение оптимальных конфигураций оросительной сети методом кратчайшего соединения комбинаторного множества равномерно расположенных точек. Проектирование и строительство гидротехнических сооружений на оросительных системах. Труды ТИИМСХ, вып. 62, Ташкент, 1974 .
3. Есмуханов Э. Оптимальное решение одной многоэкстремальной задачи. Вестник АН КазССР, № 1, Алма-Ата, 1971.

А.Г.Рау
канд.сельскохоз.наук, зав.сектором
(КазНИИВХ)

ВЛИЯНИЕ ТЕРРАСНОСТИ РИСОВЫХ ЧЕКОВ НА ФИЛЬТРАЦИЮ И УРОЖАЙ РИСА

При проектировании и строительстве рисовых оросительных систем до настоящего времени не придавалось особого значения террасности рисовых чеков, влиянию ее на урожай риса и расходу воды на фильтрацию. На рисовых оросительных системах, запроектированных в последние годы, средняя площадь рисовых чеков равна 2,0 га, террасность (перепад в отметках между

соседними чеками) – 30 см, а на отдельных полях – 50–120 см. Практика эксплуатации рисовых оросительных систем показывает, что террасность рисовых чеков более 20 см влияет на урожай риса, расход воды на фильтрацию и мелиоративное состояние орошаемых земель.

Для изучения влияния террасности рисовых чеков на урожай риса и расход воды на фильтрацию в рисосовхозе "Кзыл-Кумский" проводились специальные исследования на чеках по определению урожая и расхода воды на фильтрацию. Агротехника, сорт риса и водный режим на всей площади одинаковы. Рис возделывался при укороченном режиме орошения без сброса и проточности.

Опыты проводились на втором агроучастке первого и второго севооборота с абсолютными отметками рисовых чеков от 220 до 218 м. Почвы участка луговосероземные, покровные отложения представлены суглинками, встречаются прослойки глин. Объемная масса верхнего 0–50 см слоя почвогрунта составляла 1,3–1,5 г/см³, нижнего – 200–3000 см – 1,5–1,7 г/см³, удельная масса 2,74–2,76 г/см³, коэффициент фильтрации – 0,08–0,20 м/сут. По содержанию солей почвы слабозасоленные (0,1–0,3 %), но солонцеватые с содержанием натрия до 30–50% от суммы поглощенных оснований.

С глубины 2–4 м повсеместно залегают мелкозернистые пески, которые являются хорошим динамическим перераспределителем грунтового потока и вызывают напорность грунтовых вод на чеках с низкими гипсометрическими отметками. Данные режимных наблюдений по скважинам – пьезометрам указывают на прямую гидравлическую связь между уровнем грунтовых вод участков, расположенных на высоких и низких отметках. Через водоносный горизонт, сложенный из речных мелкозернистых песков, устанавливается единая гидравлическая система – грунтовые воды высоких и низких чеков.

Уровень грунтовых вод в межвегетационный период на высоких чеках составляет 2,5–3,0 м, на низких – 0,6–1,0 м. В период полива риса уровень грунтовых вод поднимается и на большей части площади смыкается с ирригационными водами, но на отдельных высоких чеках он остается ниже поверхности земли на 0,1–0,3 м и не препятствует фильтрации оросительной воды. В результате усиленной фильтрации подвергается промывке вся

толща покровных отложений, из верхнего 0-50 см слоя происходит интенсивный вынос азота и солей кальция, в значительной степени определяющих плодородие почв рисовых полей.

В чеках с высокими гипсометрическими отметками на поверхности залегают грунты легкого механического состава с большим (до 0,8 м/сут) коэффициентом фильтрации. Расход воды на фильтрацию с рисовых чеков, расположенных на таких землях, за оросительный период составляет 18-20 тыс.м³/га, или 18-20 мм/сут. На чеках, где фильтрация находится в пределах 20 тыс.м³/га, вынос азота из 0-50 см слоя почвы составляет 70%, солей кальция - 60% от исходного. Всходы риса, густота стояния растений на этих чеках получаются хорошими, но в процессе вегетации из-за вымыва фильтрационными водами из почвы нетоксичных солей и питательных элементов, в частности азота и фосфора, листья начинают желтеть, растения отстают в росте, метелка развивается у них слабая.

На пониженных и низких участках грунтовые воды приобретают напорность и выклиниваются на поверхность, оказывая отрицательное воздействие на всходы риса, препятствуя фильтрации оросительной воды и вместо растворения и выноса солей из верхних горизонтов почвогрунта происходит диффузия солей из этого слоя в оросительную воду.

Характерной особенностью почв рисовых чеков, расположенных на низких гипсометрических отметках, является близкое залегание к дневной поверхности бесструктурного маловодопроницаемого горизонта, содержащего большой процент иллистого фракции физической глины. В этих условиях фильтрация с поверхности затопленных рисовых чеков за оросительный сезон незначительная - 800-2000 м³/га, или 0,8-2,0 мм/сут, а местами, наоборот, отмечается напорность грунтовых вод, питающих ирригационные воды. Пониженные и низкие участки рисовых систем характеризуются внутрипрофильным перераспределением и накоплением солей. Происходит солончаковое засоление почв хлоридно-сульфатного типа. Выклинивающиеся минерализованные грунтовые воды на чеках с низкими гипсометрическими отметками снижают температуру и создают отрицательный биохимический комплекс, который ведет к снижению урожая риса. На таких чеках всходы риса получаются изреженными, растения отстают в фазах, отме-

чается большой процент пустозерности.

Из вышеизложенного следует, что солевой режим почвогрунтов на рисовых оросительных системах определяется не столько типом почв, сколько их водным режимом, который может быть отточно-промывным или напорным в зависимости от террасности рисовых чеков и близости расположения коллекторно-дренажной и оросительной сети.

Фильтрационный расход с высоких чеков в низкие определяется по уравнению:

$$q = \kappa y \frac{dy}{dx}.$$

Интегрируя уравнение при y , изменяющемся от h_1 до h_2 и x - от 0 до ℓ , получим:

$$q = \frac{\kappa (h_2^2 - h_1^2)}{\ell},$$

где q - фильтрационный расход, м³/сут на 1 пог.м ширины потока;

κ - коэффициент фильтрации, м/сут;

ℓ - длина пути фильтрации, м;

h_2 и h_1 - гидростатический напор над местным водоупором высокого и низкого чека, м.

Фильтрационный расход с площади чека за оросительный период определяется по уравнению:

$$Q = \frac{\kappa (h_2^2 - h_1^2) \cdot P \cdot t}{\ell \omega},$$

где Q - расход воды на фильтрацию за оросительный период, м³/га;

P - периметр площади фильтрации, м;

t - оросительный период, сут;

ω - площадь фильтрации, га.

На опытном участке наименьший урожай риса (25-30 ц/га) получен на самых низких (218,0 м) и самых высоких (220,0 м) чеках. И как было отмечено, снижение урожая в первом случае вызвано недостаточной фильтрацией (дренированностью) рисовых чеков, ведущей к заболачиванию и засолению земель, во втором случае - повышенной фильтрацией (дренированностью), ведущей к вымыву из почвы питательных элементов и солей кальция, необходимых для ее оструктуривания.

Наибольший урожай риса - 70-80 ц/га получен на средних чеках с отметками 219,0 м, где расход воды на фильтрацию за оросительный период составил 6-8 тыс.м³/га, или 7-9 мм/сут

(табл.), такая фильтрация создает промывной режим орошения риса, обеспечивает оптимальные условия для движения питательных элементов и кислорода в корнеобитаемом слое, что благоприятно сказывается на рост и развитие растений риса, способствует получению высоких его урожаев.

Таблица

Влияние террасности рисовых чеков на фильтрацию
и урожай риса

Наименование	Отметка чека, м	Террас- ность, м	Фильтра- ция, мм	Урожай, ц/га
III-агроучасток, первый севооборот, второе поле.	19,29	+0,14	304,0	42,7
	19,25	+0,10	989,3	63,8
Средняя отметка поля 19,15	19,31	+0,16	338,0	57,7
	19,38	+0,23	2,20	49,4
	19,93	+0,78	274,9	50,0
	20,25	+1,10	372,2	35,9
	20,27	+1,12	1980,0	33,2
	18,42	-0,73	301,1	40,9
	18,87	-0,28	310,2	32,6
	18,98	-0,17	82,2	28,8
	19,20	+0,15	800,0	66,0
	19,80	+0,75	1916,7	35,0
Средняя отметка поля 19,05	20,00	+0,45	1461,7	58,0
	18,31	-0,74	382,2	29,0
	18,60	-0,45	255,5	57,0
	18,60	-0,45	430,0	52,0
III-агроучасток, второй севооборот, третье поле	18,64	+0,25	148,1	48,0
	18,68	+0,29	276,8	48,0
Средняя отметка поля 18,39	18,68	+0,29	350,2	47,0
	18,68	+0,41	360,0	43,0
	18,88	+0,49	440,0	16,0
	18,94	+0,55	610,0	71,0

Связь между величинами террасности и фильтрации, филь-
трации и урожаем риса выражаются уравнениями, имеющими вид:

$$Q = 15,21 \cdot h^{3,055};$$

$$y_1 = 19,8 + 0,128 Q_1 - Q_1^2 \cdot 8 \cdot 10^{-5}; \quad 0 < Q_1 < 800;$$

$$y_2 = 58,2 + 0,032 Q_2 - Q_2^2 \cdot 2 \cdot 10^{-5}; \quad 800 < Q_2 < 2000.$$

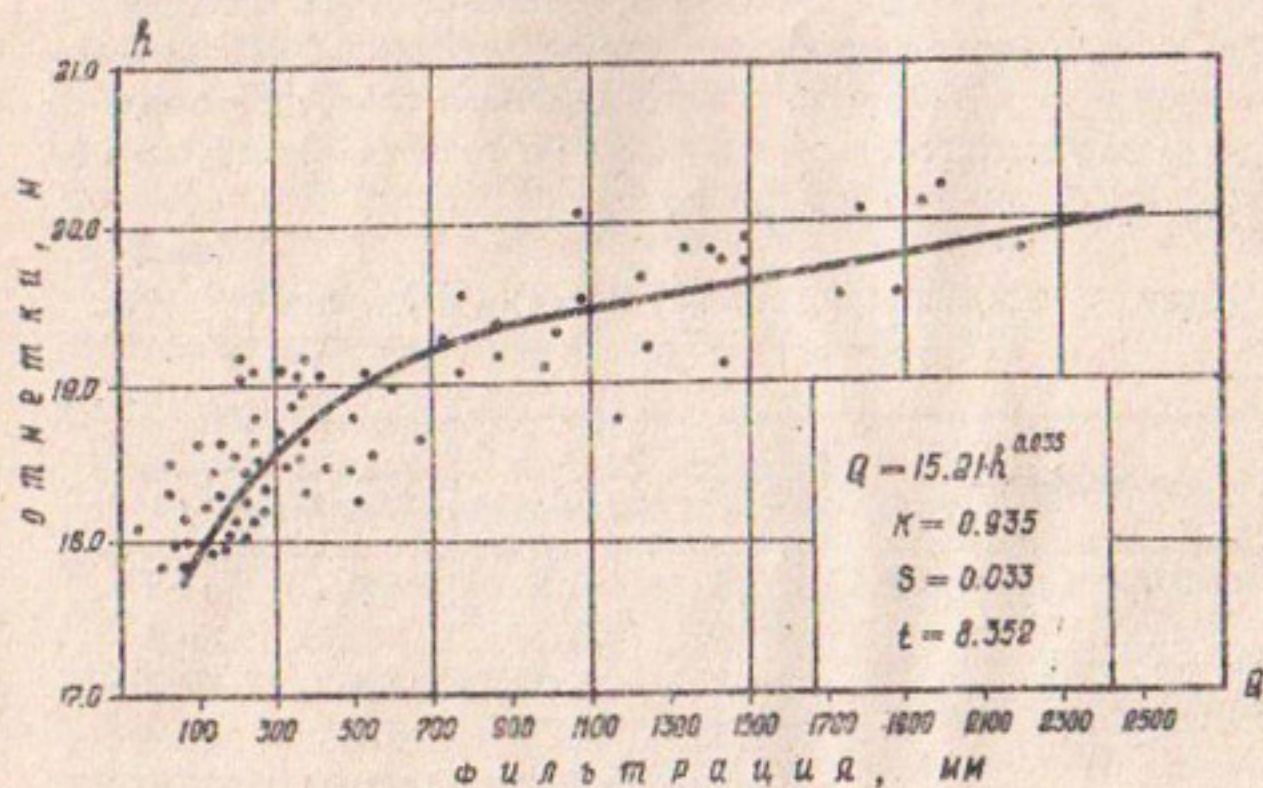


Рис. 1. Фильтрация воды с рисовых чеков.

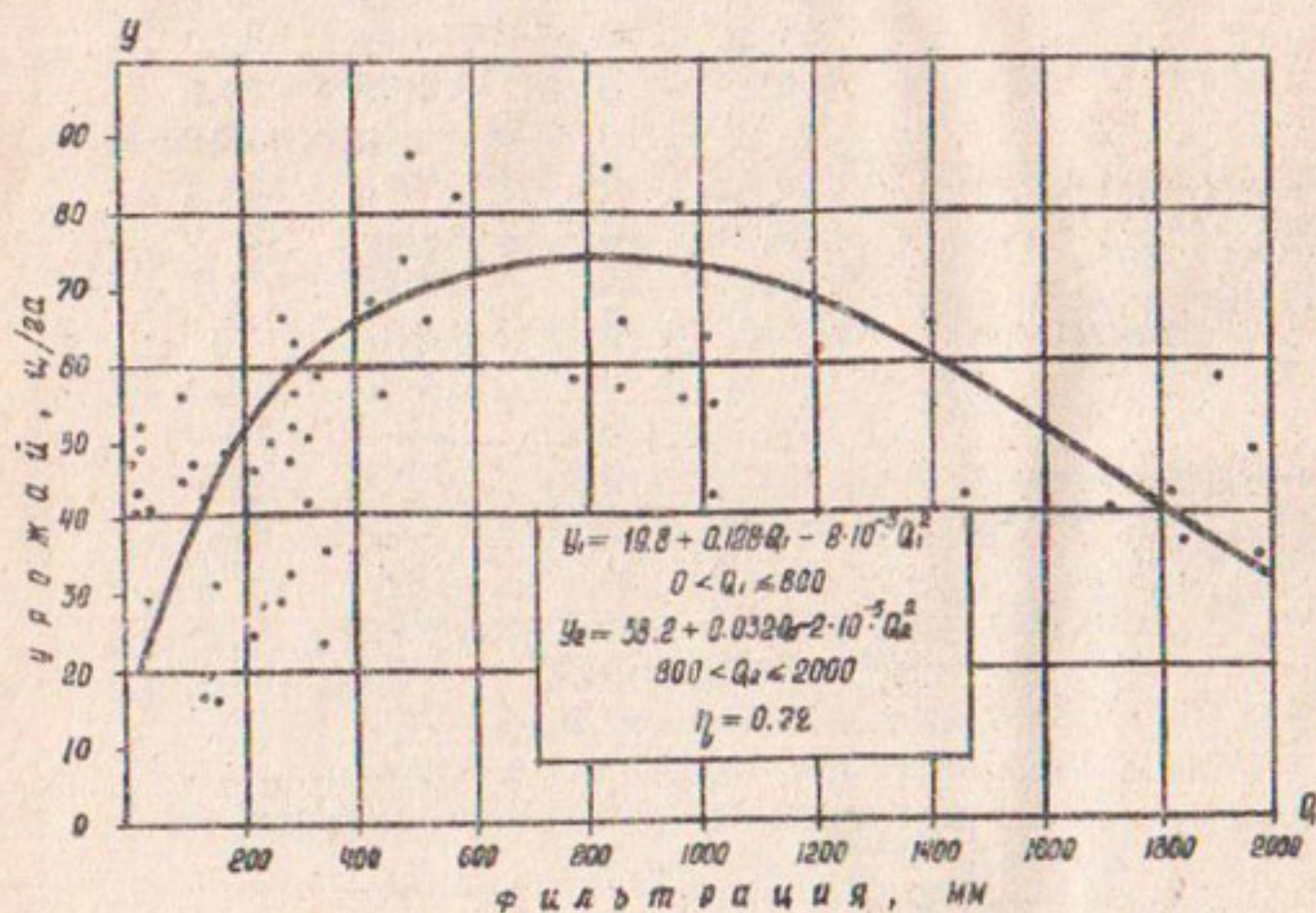


Рис. 2. Зависимость урожая риса от расхода воды на фильтрацию.

Коэффициент корреляции между террасностью и расходом воды на фильтрацию ($r = 0,935$), корреляционное отношение между фильтрацией и урожаем риса ($\eta = 0,72$) свидетельствуют о наличии связи между указанными величинами. Следовательно, рисовую оросительную систему с мелиоративной точки зрения нельзя рассматривать как нечто целое, сплошное. На каждом чеке условия для выращивания риса различны и зависят, в первую очередь, от террасности. Разности в урожаях, выращенных на чеках одной и той же карты поля, составляют 10 ц/га и более.

Изменение фильтрации с рисовых чеков вызывает изменение величины урожая риса по приведенным уравнениям (Y_1, Y_2) с 54% варьированием, остальные 46% — случайные факторы, независящие. Корреляционное отношение (η) между урожаем и фильтрацией равно 0,72, что говорит о существовании хотя и бесспорной, но недостаточно полной связи (рис. 2). Более тесная связь, характеризуемая лучшим коэффициентом корреляции ($r = 0,935$), отмечается между величиной террасности и расходом воды на фильтрацию (рис. 1).

Для обеспечения повсеместного получения высоких урожаев риса необходимо уменьшить перепад в отметках между соседними чеками (террасность) до 20 см и создать дренированность территории, обеспечивающей расход воды на фильтрацию в пределах 6–8 тыс.м³/га. Величина террасности рисовых чеков может быть уменьшена путем увеличения или уменьшения размеров рисовых чеков, что вызовет увеличение капитальных затрат на строительство рисовых систем. Ожидаемая прибавка урожая риса 10–12 ц/га окупит эти затраты в течение 3–5 лет.

Выводы. Урожай риса и фильтрация воды с затопленных рисовых чеков зависят от их высотного взаиморасположения: чем больше террасность, тем больше расход воды на фильтрацию. Максимальный урожай риса за оросительный сезон обеспечивается при фильтрации воды с рисовых чеков — 6–8 тыс.м³/га, или 7–9 мм/сут.

При проектировании рисовых оросительных систем необходимо стремиться к уменьшению террасности рисовых чеков до 20 см, созданию дренированности орошаемых земель, обеспечивающей фильтрацию воды с затопленных рисовых чеков в пределах 6–8 тыс.м³/га за оросительный сезон.

УДК 622.233.5:628.112.2

УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И СТЕПЕНЬ МЕХАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБОДНИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Ф.Г.Герр, С.З.Есенжанов

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Приведены данные фактических среднегодовых выработок машин по областям и в целом по Казахской ССР, дан сравнительный анализ. Полученные значения уровня производительности труда и степени механизации позволяют оценить существующие технологические комплексы, средства механизации и могут быть использованы при разработке системы машин для строительства обводнительных сооружений.

Табл. - 4; библиогр. - 6.

УДК 628.112.2:633.2/3

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ ВОДОПОДЪЕМА ИЗ ШАХТНЫХ КОЛОДЕЗЕЙ НА ПАСТБИЩАХ КАЗАХСКОЙ ССР

А.И.Мангарин, С.З.Есенжанов, Ж.К.Касымбеков

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Проанализированы положительные качества и недостатки водоподъемников, а также особенности организации периодического обслуживания и ремонта, выявлены перспективные направления дальнейшего их совершенствования.

Табл. - 1; библиогр. - 6.

УДК 628.18-621.647

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ И ОБВОДНЕНИЯ ПАСТБИЩ ГРУЗИНСКОЙ ССР

А.А.Гелуташвили, В.С.Николашвили

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Дается анализ существующего состояния и специфических особенностей развития животноводства в республике.

Приводится решение проблем водоснабжения животноводческих ферм и пастбищ на базе устройства комплексных групповых схем, в которых максимально учитывается возможность применения пластмассовых труб и с помощью ЭВМ определены оптимальные диаметры водоводов. Намеченные схемы позволят сократить сроки строительства водопроводов и уменьшить стоимость 1 м³ воды до 30-35%.

Табл. - 2; иллюстр. - 1; библиогр. - 4.

УДК 621.643

БОРЬБА С ВОЗДУШНЫМИ СКОПЛЕНИЯМИ
В НАПОРНЫХ ВОДОВОДАХ

А.Б.Магай, М.К.Баекенова

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Сделан обзор предшествующих исследований по определению критических скоростей выноса воздушных скоплений и приведены сравнения теоретических значений критической скорости с результатами натурных обследований на действующих водопроводах.

Табл. - 2; библиогр. - 10.

УДК 628.18

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНОГО РАСХОДА ДЛЯ ГРУППОВЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

С.А.Сейдалиев

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

В статье рассматривается вопрос определения расчетного расхода с учетом совместного и одновременного водозабора большого числа водопотребителей. Приведены предварительные результаты количественной оценки коэффициента совпадения.

Табл. - 1; библиогр. - 2.

УДК 628.176

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РЕЖИМА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ОВЕЦ НА ПАСТБИЩАХ

А.Б.Магай, Н.П.Ни, Ж.Сиргельбаев

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Приводятся результаты исследований по установлению режима водопотребления каракульских овец, проведенных КазНИИВХ летом 1977 г. на отгонном пастбище совхоза "Таласский". Рассмотрено влияние частоты водопоев на суточное водопотребление и привес овец.

Табл. - 3; иллюстр. - 1.

УДК 628.17

СТОЧНЫЕ ВОДЫ СЕЛЬСКИХ КАНАЛИЗАЦИЙ
(НА ПРИМЕРЕ ХЛОПКОСОВХОЗА ИМ. XXIII ПАРТСЪЕЗДА ГОЛОДНОЙ СТЕПИ)

Б.И.Громов

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Впервые на основании материала натурных наблюдений сделан анализ водоотведения потребителей водопроводной воды, получены материалы, раскрывающие фактическую картину формирования сточных вод сельского населенного пункта. Даны составляющие безвозвратных потерь воды.

УДК 628.17

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА
СТОЧНЫХ ВОД СВИНОВОДЧЕСКИХ ПРОМКОМПЛЕКСОВ

Ю.М.Ласков, Л.С.Харчук

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Данные о режиме колебания расхода и концентрации загрязнения позволяют определить минимальный объем приемного резервуара очистной станции свиноводческого комплекса производительностью 108 тыс.голов в год.

Исследования позволили определить коэффициенты неравномерности притока сточных вод - $K_{ч} = 1,98$; $K_{сут} = 1,02$; $K_{общ} = 2,02$. Концентрация загрязнений изменяется по часам суток и в течение недели, по взвешенным веществам - от 350 мг/л до 40000 мг/л, по БПК₅ - от 1300 мг/л до 33250 мг/л.

Иллюстр. - 3.

УДК 628.33

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ МАССОПЕРЕНОСА В КАМЕРАХ ЭЛЕКТРОДИАЛИЗАТОРА ЛАБИРИНТНОГО ТИПА

А.А.Цхай, Ю.Я.Гранкин, А.Х.Аксиев, Ю.П.Рыбинцев

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Приведены результаты исследований гидродинамических и поляризационных характеристик различных профилей каналов лабиринтного типа. По данным исследований выбрана конфигурация усовершенствованной межмембранной прокладки. Опытная эксплуатация электродиализного аппарата показала, что за счет интенсификации массопереноса производительность увеличена на 35-50%. Разработанный аппарат будет применяться в опреснительных установках производительностью до 300 м³/сут.

Табл. - 5; иллюстр. - 2; библиогр. - 3.

УДК 626.144

ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА ИРТЫШ-КАРАГАНДА

Жулаев А.М., Колодин И.Ф.

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Изложены основные особенности ледотермического режима канала Иртыш-Караганда в зависимости от размеров и проточности водохранилищ, а также существующего режима работы насосных станций. Выявлены причины возникновения полыней. Даны предложения по улучшению эксплуатационного режима канала, снижающие вероятность образования ледовых затруднений.

Табл. - 5; иллюстр. - 2; библиогр. - 3.

УДК 626.134

НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В БЕТОНИРОВАННЫХ КАНАЛАХ С УКЛОНАМИ БОЛЬШЕ КРИТИЧЕСКИХ

Р.И.Вагапов, Н.И.Ичкаров

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Даны результаты исследований на 10 каналах юга Казахстана, проведенные в КазНИИВХ в течение ряда лет. Даны зависимости гидравлических сопротивлений от формы сечения русла, режима и случайных изменений ширины канала.

Табл. - 2; иллюстр. - 4; библиогр. - 6.

УДК 633.18:631.6

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ РИСОВОЙ КАРТЫ

Е.М.Петрунин, Б.Дандыбаев

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Из анализа полученных данных следует, что на ККТ и КИФ, расположенных на низинных полях рисового севооборота, одинаково происходит увеличение степени засоления почвогрунтов, минерализации сбросной и грунтовой воды, а при их размещении на повышениях улучшается мелиоративное состояние земель.

На низких полях рисового севооборота в результате ухудшения мелиоративного состояния урожай риса резко снижается по сравнению с урожаем, полученным на повышениях.

Табл. - 5; иллюстр. - 2; библиогр. - 3.

УДК 631.67+628,17

УСТАНОВЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ПРОЦЕССЕ ПОЛИВА ДОЖДЕВАНИЕМ

Р.А.Кван, В.В.Немченко, А.Аяпбергенов

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Опытами установлены потери оросительной воды из тушковых сезонных оросителей и при поливах дождеванием агрегатами ДДА-100М(А) в зависимости от температуры и влажности воздуха, скорости и направления ветра. Предлагаются одно- и многофакторные уравнения регрессий, описывающие эти зависимости, и номограмма для практического применения.

Табл. - 1; иллюстр. - 3; библиогр. - 3.

УДК 631.67+631,41

УПРАВЛЕНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫМ РЕЖИМОМ ПОЧВ ПРИ РАЗВИТИИ ОРОШЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

Ф.Ф.Вышпольский, В.П.Макаревич

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

На основе полевых исследований, выполненных в опытно-производственных условиях, и обобщения имеющихся материалов по освоению орошаемых земель в Центральном Казахстане установлены рациональные пути управления водно-солевым режимом почв при осуществлении поливов дождеванием.

Табл. - 2; библиогр. - 10.

УДК 626.82(574.51)

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В ТАЛДЫ-КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Н.Мухамеджанов, Ж.Жумадильдаев

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

В статье приводятся результаты исследований авторов по установлению продуктивности оросительной воды в Талды-Курганской области. Установлено, что на величину продуктивности воды значительное влияние оказывают уровень технического состояния существующих оросительных систем и степень концентрации посевов сельскохозяйственных культур. Предлагается при распределении капитальных вложений на водохозяйственное строительство, в первую очередь, выделять средства на комплекс работ по переустройству.

Табл. - 3; библиогр. - 2.

УДК 633.18+631.587

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕНАЖНО-СБРОСНЫХ ВОД ДЛЯ ПОЛИВА РИСА И МЕЛКОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

А.А.Джумабеков

Сборник научных трудов, вып. 155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Исследованиями в 1973-1976 гг. установлен оптимальный вариант использования дренажно-сбросных вод для полива риса. В результате орошения риса до полных всходов оросительной затем смешанной водой в пропорции 1:1 не ухудшается мелкоративное состояние орошаемых земель, увеличивается водообеспеченность систем на 20-25% при урожайности 45-50 ц/га.

Табл. - 2; библиогр. - 2.

УДК 633.18:631.67

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ЗАКРЫТОГО СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ДРЕНАЖА
НА КЗЫЛ-КУМСКОЙ РИСОВОЙ СИСТЕМЕ

Л.В.Круглов

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

В статье освещены недостатки открытого дренажа на рисовой системе, дается анализ работы закрытого систематического дренажа и его конструктивных элементов.

Исследованиями установлено, что дренажные трубы и фильтрующая обсыпка достаточно устойчивы во времени и гарантируют нормальную работу дренажа в течение всего периода его эксплуатации.

Табл. - 1; иллюстр. - 2.

УДК 633.18:632.12

ОПРАВДЫВАЕМОСТЬ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ ПРОГНОЗОВ
ПРИ ОСВОЕНИИ ОПЫТНОГО СОВХОЗА "АКДАЛИНСКИЙ"
ПОД РИСОВЫЕ СЕВООБОРОТЫ

Б.М.Абрамович, Н.П.Токарева

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

В статье рассматриваются вопросы водно-солевого режима совхоза "Акдалинский", дается характеристика типов засоления, их изменение в связи с орошением риса, сравниваются натурные исследования с прогнозными решениями. Натурные исследования подтверждают основные закономерности водно-солевого режима, установленные при прогнозе аналитическими методами и моделированием.

Табл. - 2; библиогр. - 7.

УДК 333.93:626.8

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОДНОЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАРЕГУЛИРОВАННЫХ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Т.Б.Саяков

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

На основании решения оптимизационной задачи совместного использования водных и земельных ресурсов в орошаемом земледелии показана изменчивость оценок данных природных ресурсов при использовании незарегулированных водных источников. Рассмотрены вопросы установления оценок водных и земельных ресурсов и применения оценок водных ресурсов в условиях хозрасчета между управлениями оросительных систем и хозяйствами-водопотребителями в зонах орошаемого земледелия.

Табл. - 2; библиогр. - 2.

УДК 633.18:628.367

МЕЛИОРАТИВНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАКРЫТОГО
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА НА КЗЫЛ-КУМСКОЙ РИСОВОЙ СИСТЕМЕ

С.Д.Магай

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

На основе полевых исследований отмечается высокая эффективность горизонтального дренажа на рисовой системе.

Результаты исследования показывают, что строительство закрытого горизонтального дренажа с междренним расстоянием 400 м обеспечивает устойчивое рассоление почвогрунтов и грунтовых вод, улучшает мелиоративное состояние орошаемых земель, предотвращает их от вторичного засоления, урожай риса и сена люцерны увеличиваются на 7-14 п/га.

Табл. - 3.

УДК 626.845:002.5

ГИДРОЦИКЛОННЫЕ ПОПЛАВКОВЫЕ ОГОЛОВКИ ДЛЯ ДДА-100МА

Р.П.Помашев

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

В статье обосновывается возможность применения поплавковых водозаборных устройств для очистки оросительной воды в движении на примере агрегата ДДА-100МА, включая его применение для полива по бороздам.

Применение таких устройств позволит повысить надежность работы дождевальных и поливных машин.

Табл. - 1; илл. - 1.

УДК 626.86+631.587

ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ
НА ЛЕВОБЕРЕЖНОМ КЗЫЛ-ОРДИНСКОМ МАССИВЕ

С.Д.Лигай, В.С.Буруменский

Сборник трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Результаты проведенных авторами полевых исследований показали, что дренированность орошаемых участков на массиве недостаточна.

Кроме того, в низовьях реки Сыр-Дарьи происходит ухудшение качества оросительной воды в основном за счет увеличения содержания токсичных солей, связанное с возрастанием объема возвратных вод с выходящих массивов в общем речном стоке.

В связи с этим, необходимо повышение дренированности орошаемых земель и составление мелиоративных прогнозов с учетом ухудшения качества оросительной воды.

Табл. - 3; библиогр. - 7.

УДК 631.347+626.81

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН "ФРЕГАТ"
НА САМОНАПОРНОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Х.Г.Ибрагимов

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Проводятся результаты исследований на орошаемых пастбищах конного завода № 97 в Лутовском районе Джамбулской области. Дана характеристика самонапорной оросительной системы, полученные технико-эксплуатационные показатели ДМ "Фрегат", основные выводы по итогам исследований.

Табл. - 3; иллостр. - 1.

УДК 628.14/15

К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА
ТРАССЫ ГРУППОВЫХ ВОДОВОДОВ

А.Х.Жулаев, Е.М.Калзуов, М.Баекенова

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

В данной статье рассматривается построение кратчайшей линии для произвольно расположенных точек и возможность применения этой методики для выбора оптимального варианта трассы групповых водопроводов.

Рис. - 5; библиогр. - 3.

УДК 633.18:626.81

ВЛИЯНИЕ ТЕРРАСНОСТИ РИСОВЫХ ЧЕКОВ
НА ФИЛЬТРАЦИЮ И УРОЖАЙ РИСА

А.Г.Рау

Сборник научных трудов, вып.155, Ташкент, КазНИИВХ, 1978

Показано, что рисовую оросительную систему с мелиоративной точки зрения нельзя рассматривать как нечто целое, сплошное, на каждом чеке условия для выращивания риса различны и зависят от террасности (перепада в отметках между соседними чеками); разность урожаев, выращенных на чеках одной и той же карты поля, составляет 10 ц/га и более.

Причиной низкого урожая риса на чеках с высокими и низкими гипсометрическими отметками является в первом случае — повышенная фильтрация, ведущая к вымыву из почвы питательных элементов азота, фосфора и солей кальция, необходимых для ее оструктуривания; во втором — недостаточная фильтрация, ведущая к заболачиванию и засолению земель. Наибольший урожай риса получен на чеках, где расход воды на фильтрацию составил 7-9 мм/сут.

Табл. — 1; иллюстр. — 2.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Ф.Г.Герр, С.З.Есенжанов. Уровень производительности труда и степень механизации строительства обводнительных сооружений.	3
2. А.И.Иангарин, С.З.Есенжанов, Ж.К.Касымбеков. Эксплуатация средств водоподъема из шахтных колодцев на пастбищах Казахской ССР.	II
3. А.А.Гелуташвили, В.С.Николашвили. Перспективы развития водоснабжения животноводческих ферм и обводнения пастбищ Грузинской ССР	19
4. А.Б.Магай, М.К.Баекенова. Борьба с воздушными скоплениями в напорных водоводах. . .	25
5. А.С.Сейдалиев. К вопросу определения расчетного расхода для групповых систем сельскохозяйственного водоснабжения	34
6. А.Б.Магай, Н.П.Ни, Ж.Сиргельбаев. Некоторые результаты исследований режима водопотребления овец на пастбищах.	37
7. Б.И.Громов. Сточные воды сельских канализаций (на примере хлопкосовхоза им. XXIII партсъезда № 1? Голодной степи)	42
8. Ю.М.Ласков, Л.С.Харчук. Исследование количественного и качественного состава сточных вод свиноводческих промкомплексов.	46
9. А.А.Цхай, Ю.Я.Гранкин, А.Х.Ахилев, Ю.П.Рыбинцев. Исследование условий массопереноса в камерах электродиализатора лабиринтного типа . . .	52
10. А.И.Жулаев, И.Ф.Колодин. Особенности ледотермического режима канала Иртыш-Караганда	61
II. Р.И.Вагапов, К.М.Инкаров. Натурные исследования гидравлических сопротивлений в бетонированных каналах с уклонами больше критических.	75
12. В.М.Петрунин, Б.Дандыбаев. Влияние рельефа на мелиоративное состояние рисовой карты	84

13. Р.А. К в а н, В.В. Н е м ч е н к о, А. А я п -
б е р г е н о в. Установление потерь ороси-
тельной воды в процессе полива дождеванием. 95
14. Ф.Ф. В и ш н о л ь с к и й, В.И. М а к а р е в и ч.
Установление водно-солевого режимов почв при
развитии орошения в Центральном Казах-
стане. 104
15. В.Н. М у х а м е д к а н о в, К. Ж у м а д и л ь -
д а е в. Продуктивность оросительной воды
в Талды-Курганской области. 117
16. А.А. Д ж у м а б е к о в. Использование дренажно-
обросных вод для полива риса и мелиоративное
состояние орошаемых земель. 124
17. Л.В. К р у г л о в. Исследование некоторых конструк-
тивных элементов закрытого систематического
дренажа на Кзыл-Кумской рисовой системе 127
18. Б.М. А б р а м о в и ч, Н.П. Т о к а р е в а. Оправ-
дываемость почвенно-мелиоративных прогнозов
при освоении опитного совхоза "Акдалинский"
под рисовые севообороты 131
19. Т.Б. С а я к о в. Об экономической оценке воднозе-
мельных ресурсов при использовании незарегу-
лированных водных источников для орошения 137
20. С.Д. М а г а й. Мелиоративная эффективность закрыто-
го горизонтального дренажа на Кзыл-Кумской ри-
совой системе. 142
21. Р.П. П о м а ш е в. Гидроциклонные поплавковые ого-
ловки для ДДА-100 МА 148
22. Д.А. Л и г а й, В.С. Б у р у м е н с к и й. Изме-
нения минерализации и качества оросительной
воды на Левобережном Кзыл-Ординском массиве
орошения 152
23. Х.Г. И б р а г и м о в. Опыт использования дожде-
вальных машин "Фрегат" на самонапорной оро-
сительной системе 158
24. А.Ж. Ж у л а е в, Е.М. К а л а у о в, М.К. Б а е -
к е н о в а. К методике выбора оптимально-
го варианта трассы групповых водоводов. 167
25. А.Г. Р а у. Влияние террасности рисовых чеков на
урожаи риса и фильтрацию воды 173

Редактор В.П.Вдовкина

Р-14688 Подписано в печать 20/XII-78г. Формат бумаги
60x90 1/16 усл.п.л. 12,25 Заказ 41628 Тираж 500 экз.
Цена 80 коп.

Картфабрика ин-та "Узгипрозем".Ташкент,Муками,176