

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

НПО САНИИРИ

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
«СРЕДАЗГИПРОВОДХЛОПОК» ИМЕНИ А. А. САРКИСОВА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ В
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сборник научных трудов

Ташкент 1989

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА СССР

НПО САНИИРИ

Ордена Трудового Красного Знамени институт
„Средазгипроводхлопок“ имени А. А. Саркисова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ
РЕШЕНИЙ В ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сборник научных трудов

Ташкент 1989

УДК 626/627:338(083.9)

В сборнике научных трудов, подготовленном институтом "Средазгипроводхлопок", рассматриваются методы оценки и прогнозирования природно-мелиоративного состояния орошаемых земель, организация контроля и учета водных ресурсов, повышение эффективности их использования, водоохранные мероприятия, развитие орошения в бассейнах рек Средней Азии, освещаются вопросы управления водным хозяйством и выбора оптимальных проектных решений в проработках института с учетом специфики местных условий.

Результаты проектных разработок и исследований, помещенные в сборнике, представляют интерес для специалистов водного хозяйства

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В.А.Духовный (отв.редактор), А.А.Кадыров, У.У.Умаров,
Г.С.Цуриков (зам.редактора, Средазгипроводхлопок),
А.С.Меркина, Х.И.Якубов

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

У.В.Абдуллаев (ответственный за выпуск), В.Е.Духовской,
И.Л.Калинин, Е.Н.Макушенко, Б.Я.Нейман, Э.Л.Окулич-Козарин,
Ф.В.Серебренников, Н.М.Солохин, В.И.Сычева, Р.М.Ткменев,
Г.С.Цуриков, Л.В.Эпштейн

© НПО САНИИРИ, 1989

УДК 551.495(001.18):663.64(255)

Г.С.Мирзагариев, ст.гидрогеолог,
Б.Ж.Жуманов, канд.техн.наук,
гл.спец.

(Средазгипроводхлопок)

О НЕКОТОРЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

В настоящее время разработано большое количество аналитических и численных методов прогнозирования изменения минерализации грунтовых вод на орошаемых землях [1], позволяющих изучать этот процесс в сложных условиях. Однако применение численных методов в большинстве случаев оказывается малоэффективным. Использование в расчетах усредненных значений параметров солепереноса приводит к простым схемам, которые успешно решаются на основе аналитической модели [2].

Основным недостатком существующих методов прогнозирования гидрохимического режима грунтовых вод орошаемых территорий является недоучет режима водообмена в толще грунта в период орошения, хотя практически все сложные физико-химические процессы, происходящие в грунтах при их водонасыщении и в водонасыщенной среде, тесно связаны с вертикальным водообменом.

С целью оценки достоверности имеющихся методов прогнозирования изменения минерализации грунтовых вод институтом "Средазгипроводхлопок" [3] были проанализированы данные о водохозяйственных условиях и гидрохимический режим грунтовых вод орошаемых массивов Голодной и Каршинской степей за 30 лет, а также результаты экспериментальных и опытно-производственных исследований на ключевых участках.

Анализ гидрохимического режима грунтовых вод проводился на базе данных многолетних наблюдений по опорной гидрорежимной сети, причем гидрохимический режим изучался до начала и в период орошения целинных земель.

В итоге были установлены некоторые закономерности изменения общей минерализации и химического состава грунтовых вод.

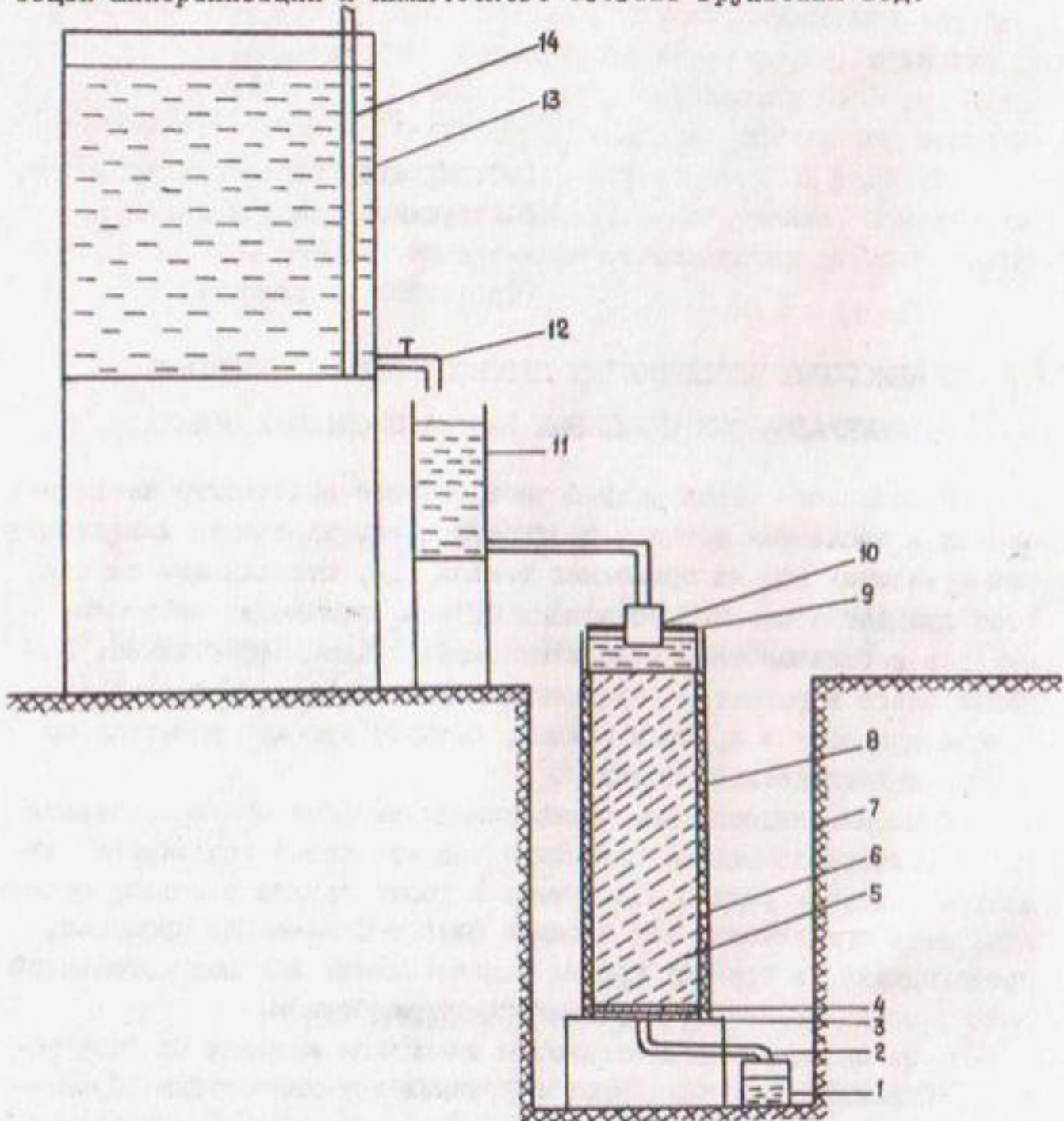


Рис. I. Инфильтрационная колонна: I - поддон; 2 - сливной шланг; 3 - песчаная обсыпка; 4 - галунная сетка; 5 - монолит; 6 - изоляция; 7 - траншея; 8 - корпус колонны; 9 - кольцо; 10 - поплавок; II - емкость для поддержания постоянного напора; 12 - кран; 13 - емкость для воды; 14 - рейка

Экспериментальные работы по промывке монолитов почвогрунтов ненарушенной структуры выполнялись в лабораторных условиях. В фильтрационную колонну (рис. I) в порядке отбора по глубинам помещалось до пяти монолитов цилиндрической формы диаметром 21 см, общей высотой до 1 м. Зазор между отдельными монолитами заполнялся раствором, приготовленным из этого же грунта. Для предотвращения пристенной фильтрации зазор между стенкой колонны и монолитом заливался расплавленным парафином. В нижней части колонны устанавливались сливной шланг и поддон для сбора и замера объемов профильтровавшейся воды. Описанный способ промывки монолита позволил с достаточной точностью изучить характер вертикального солепереноса, существующего в зоне аэрации в условиях орошения. По вышеизложенной методике было проведено 10 промывок монолитов, отобранных на целинных, ново- и староорошаемых землях.

Результаты трех опытов (№ 1, 3, 4) на сильнозасоленных почвах сульфатного типа, содержащих 1,5...1,7% легкорастворимых солей и 0,75...4,7% гипса, показали, что при фильтрации пресной промывной воды с минерализацией до 1 г/л через слой почвы наибольшая минерализация (24,07 и 18,9 г/л) характерна для первых объемов фильтрата, во всех последующих объемах она снижается на 55...78% от начального значения. Это свидетельствует о том, что между объемом профильтровавшейся через грунт воды и изменением величины минерализации фильтрата существует определенная зависимость: с увеличением объема профильтровавшейся воды снижается минерализация фильтрата.

Такая экспериментально установленная закономерность может быть применена для составления прогноза изменения минерализации грунтовых вод в натуре на орошаемых землях. В свою очередь, объем профильтровавшейся воды можно измерять количеством (кратностью) смены поровых растворов, происходящей путем вытеснения более соленых поровых растворов инфильтрационными водами сверху вниз по разрезу. Расчет необходимого количества воды для смены поровых растворов выполняется исходя из величины пористости грунта. Для удобства расчетов вводим величину τ , означающую отношение объема профильтровавшейся воды (V_f) к объему пор (V_n) грунтов расчетной толщи. Величина τ является коэффициентом сменности поровых растворов и определяется по формуле

$$\tau = \frac{V_B}{V_n} \quad (1)$$

Объем порового пространства промываемого грунта равен

$$V_n = P_a F h, \quad (2)$$

где P_a – активная, или динамическая, пористость, в долях единицы; F – площадь фильтрующего сечения, m^2 ; h – мощность фильтрующего грунта, м.

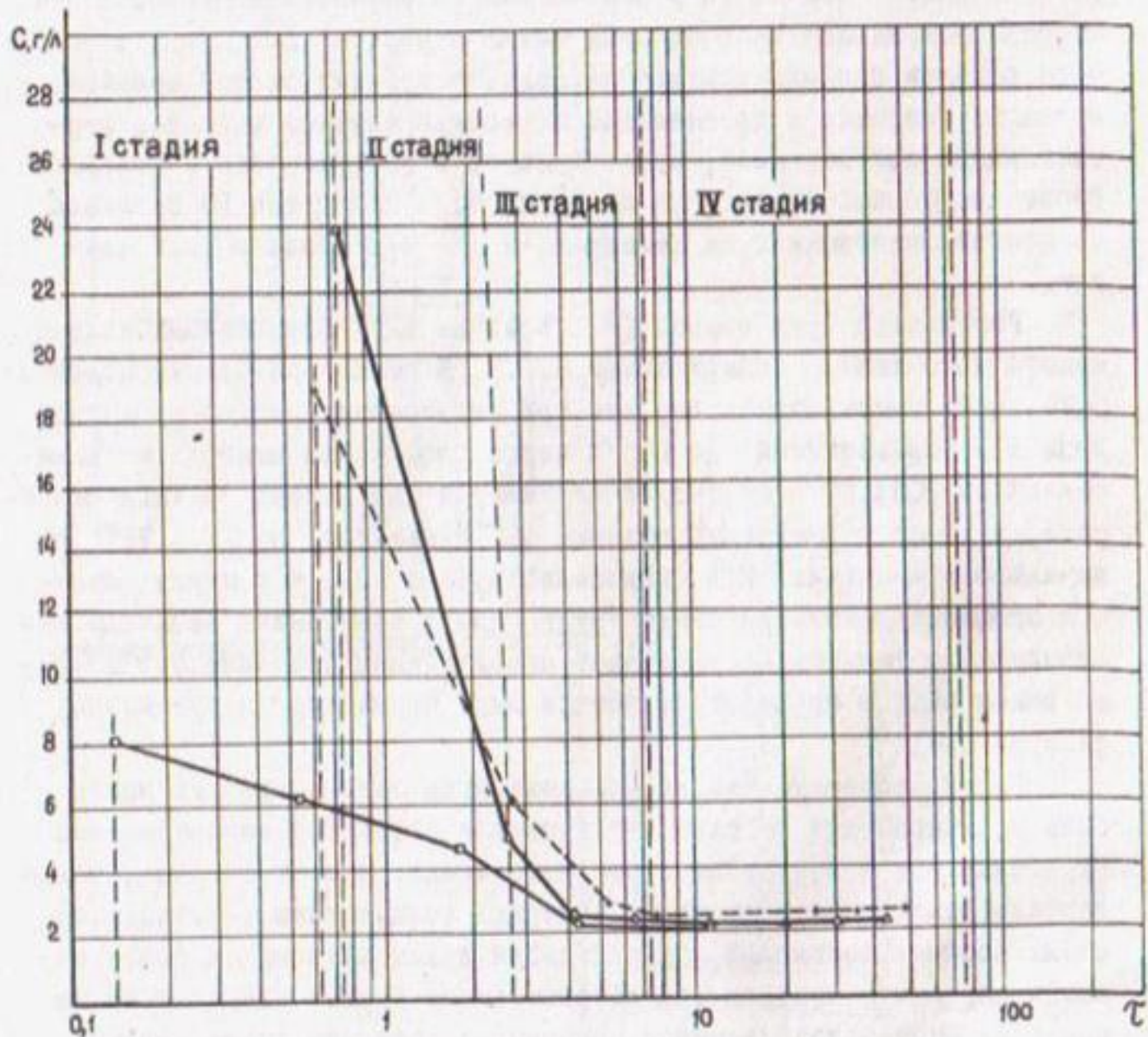


Рис.2. Экспериментальные данные о зависимости изменения минерализации от кратности смен поровых растворов: + — + — + опыт №1 — супеси; Δ — Δ — Δ опыт №3 — супеси; $\square$ — $\square$ — $\square$ опыт №4 — алевролиты

Рассматривая результаты промывки монолитов в зависимости от кратности смен поровых растворов (рис.2), проведенных на различных почвах, видим, что в процессе рассолнения почв при промывках существуют четыре стадии, определяющие характер изменения минерализации в зависимости от коэффициента сменности поровых растворов в промываемых грунтах.

Первая стадия охватывает период от начала промывки до появления фильтрата (стадия насыщения грунтов). Это соответствует коэффициенту кратности τ от 0,15 до 0,72.

Вторая характеризуется неустановившимся гидрохимическим режимом и соответствует периоду от начала появления фильтрата до снижения минерализации на 55...78%. Существует определенная зависимость снижения минерализации от гранулометрического состава и плотности грунтов. Так, в песках она составляет до 90%, в супесях 65...80%, суглинках до 60%, алевролитах до 55%. Это соответствует коэффициенту сменности τ до 2.

Третья стадия характеризуется квазистационарным гидрохимическим режимом. Снижение минерализации в фильтрате составляет до 15% от начальной. На этой стадии наблюдается выщелачивание из почвы около 14% от исходного запаса легкорастворимых солей, а значение τ достигает 7,5.

Для четвертой стадии характерно снижение минерализации фильтрата до 2...7% от начальной. Она отражает фактически стационарный процесс уменьшения минерализации. Значение τ достигает 80, однако процесс смены поровых растворов еще не завершен (рис.2) и наблюдается выщелачивание из почв в основном средне-растворимых солей.

Достоверность предлагаемого способа прогнозирования можно оценить при сравнении результатов экспериментальных исследований и натурных многолетних наблюдений. В качестве примера рассмотрим изменение минерализации грунтовых вод по скважинам №1 и 2 куста №15 на новоорошаемых землях совхоза №10 Голодной степи (рис.3) и данных экспериментальных работ (рис.4).

Из рис.3 видно, что грунтовые воды до орошения залегали на глубине 16,5 м. Зона капиллярного насыщения в среднем равна 2 м. Следовательно, зона минимального увлажнения 14,5 м. С 1969 г. в результате орошения, начатого в 1966 г., уровень грунтовых вод стал интенсивно подниматься. За этот период объем воды, израсходованный на насыщение грунтов зоны аэрации, определяется по фор-

муле

$$V_B = \Delta h F \mu_n. \quad (3)$$

где Δh — мощность зоны аэрации, м; F — фильтрующая площадь, м^2 ; μ_n — недостаток насыщения, в долях единицы.

В нашем случае объем воды составляет

$$V_{B_I} = 14,5 \times 10000 \times 0,2 = 29000 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Из графиков на рис.3 очевидно, что в 1977 г. минерализация грунтовых вод в кустовой скважине №К 15-1 уменьшилась с 21...25 до 10 г/л, т.е. на 60% от исходной минерализации грунтовых вод до орошения целинных земель.

Коэффициент сменности поровых растворов с 1969 по 1976 г. определен исходя из величины инфильтрации и порового пространства насыщаемой толщи грунтов.

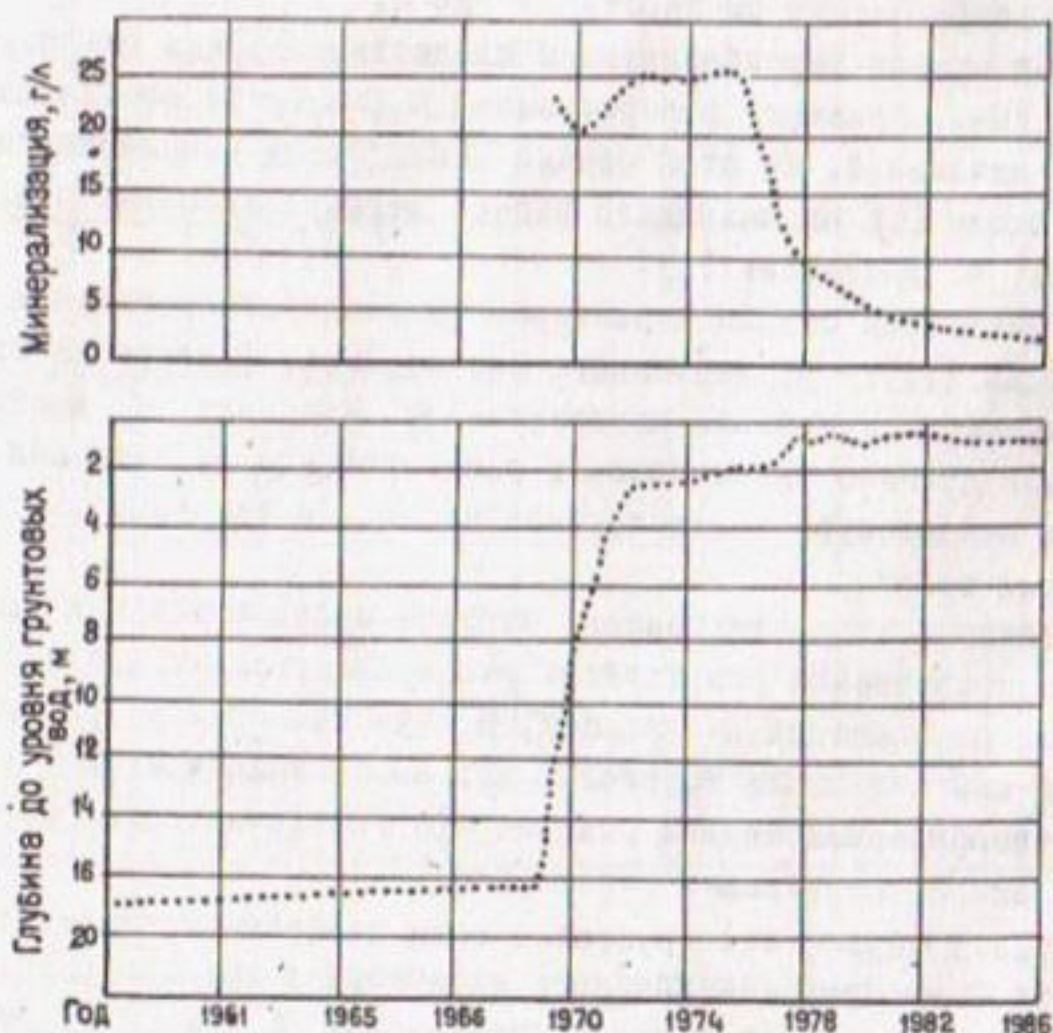


Рис.3. Графики колебания уровня и минерализации грунтовых вод по кустовой скважине НК 15-1

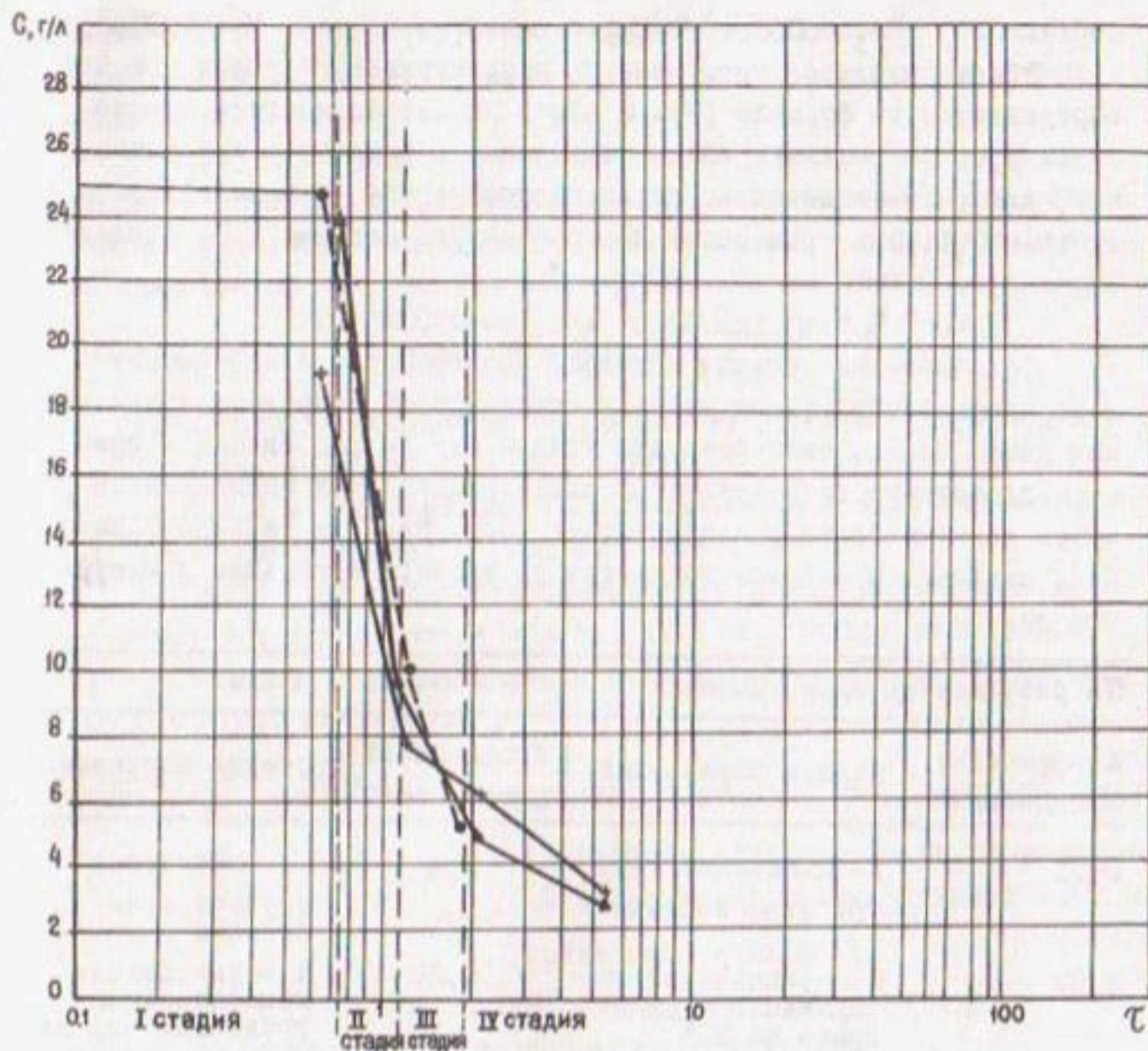


Рис.4. Сопоставление экспериментальных и натуральных данных об изменении минерализации в зависимости от коэффициента сменности поровых растворов: •—•—• скв. №15-1; ▲—▲—▲ опыт №3; + — + — + опыт №1

Ежегодный расход воды на инфильтрацию примерно составлял $3500 \text{ м}^3/\text{га}$. За 1969...1977 гг. был, следовательно, равен:

$$V_{в2} = 3500 \times 8 = 28000 \text{ м}^3/\text{га}.$$

За последующие восемь лет (с 1977 по 1984 г.), когда происходила стабилизация минерализации грунтовых вод, на инфильтрацию расходовалось тоже $28000 \text{ м}^3/\text{га}$ воды. К концу второго периода количество профильтрованной воды без учета периода насыщения

составило $V_{вз} = 56000 \text{ м}^3/\text{га}$, а с начала орошения $V_{в} = 85000 \text{ м}^3/\text{га}$.

Объем порового пространства рассматриваемой толщи (14,5 м) определяется по формуле (2). В нашем случае пористость грунтов более 0,4. Но, учитывая объем заземленного воздуха и тупиковых пор, для расчета величина активной пористости принимается в среднем 0,3. При этом объем пор расчетного слоя на 1 га площади составляет

$$V_n = \Pi F, h = 0,3 \times 10000 \text{ м}^2 \times 14,5 \text{ м} = 43500 \text{ м}^3/\text{га}.$$

По известным объему порового пространства и количеству воды, профильтровавшейся через расчетный слой, определены значения коэффициента сменности для каждой стадии рассоления и оценена достоверность результатов экспериментальных исследований путем сопоставления с натурными данными. Ниже, в таблице, приведены результаты расчета параметра по экспериментальным и натурным данным.

По результатам эксперимента		По натурным данным	
Коэффициент сменности (Т)	Стадия опреснения	Коэффициент сменности (Т)	Стадия опреснения
0,73	I - насыщение грунтов зоны аэрации	0,66	I - насыщение грунтов зоны аэрации
1,07	II - уменьшение минерализации фильтра на 60%	1,21	II - уменьшение минерализации грунтовых вод на 50%
2,01	III - то же, на 80%	1,96	III - то же, на 75%
5,70	IV - то же, до 25%	-	Продолжается III стадия

Результаты расчетов коэффициента сменности поровых растворов (Т) и сопоставление экспериментальных данных с натурными показывают достоверность предлагаемого способа прогнозирования изменения общей минерализации грунтовых вод орошаемых территорий. Из вышеизложенного вытекают следующие основные выводы:

- устанавливается прямая зависимость между объемом воды, профильтровавшейся через толщу грунтов, и общей минерализацией, а также химическим составом грунтовых вод; чем больше объем профильтровавшейся воды, тем меньше минерализация грунтовых вод;
- на орошаемых территориях в изменении общей минерализации

II

и химического состава грунтовых вод в зависимости от значения коэффициента смещности поровых растворов прослеживаются четыре стадии опреснения;

— определив стадии опреснения в лабораторных условиях на монолитах грунтов, в дальнейшем их можно использовать для составления обоснованного прогноза изменений минерализации грунтовых вод как на старо-, так и на новоорошаемых землях.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Гидрогеологические исследования за рубежом. Под ред. Н.А. Маринова. — М.: Недра, 1982, с. 3-35.

2. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология. — М.: В/О "Агропромиздат", 1988, с. 179-181. (255с.)

3. Оценка достоверности прогноза изменения минерализации грунтовых вод при орошении земель. Ин-т "Средазгипроводхлопок". Научно-технический отчет. Жуманов Б.Ж. Архивный № 33052, Ташкент, 1988, с. 83-125. — Библиогр. 26.

УДК 631.434:551.495(255):541.48(0.03.12)

Б.Ж. Жуманов, канд. техн. наук, гл. спец.

Г.С. Мирзагариёв, ст. гидрогеолог

(Средазгипроводхлопок)

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ СОЛЕВОГО БАЛАНСА ПОЧВОГРУНТОВ И ГРУНТОВЫХ ВОД НА ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Для определения количества и состава солей в почвах, а также для расчета солевого баланса грунтов зоны аэрации и грунтовых вод зоны насыщения применяется как основной вид анализа водная вытяжка из пород, приготовленная при соотношении грунта с водой 1:5. Подразумевается, что однократная водная вытяжка извлекает из почвы все легкорастворимые соли независимо от времени воздействия на нее воды, и на ее результатах базируются расчеты солевого баланса.

Однако при более глубоком изучении вопроса это утверждение стало подвергаться сомнению, так как исследованиями последнего времени [1...4] установлено, что однократная водная вытяжка извлекает соли из грунта примерно в 1,5...3 раза меньше, чем ее имеется фактически.

В 1986-1987 гг. институтом "Средазгипроводхлопок" в лабораторных условиях исследовались закономерности солеотдачи грунтов в результате длительных промывок (фильтрации) водой [4] пресной (оросительной из канала) и соленой (коллекторно-дренажной). Эти экспериментальные работы проводились на колоннах из монолитов ненарушенной структуры, отобранных на участках целинных, ново-и староорошаемых земель Каршинской степи с различными гидрогеолого-мелиоративными условиями. Для изучения солеотдачи и составления солевого баланса промываемой колонны из монолитов (фильтрационной колонны) выполнялись многократные анализы водных вытяжек с тем, чтобы точнее определить исходный запас солей в колонне и количество солей, оставшихся в ней после длительной промывки.

Зная, сколько солей поступает с водой для промывки в фильтрационную колонну, и установив, сколько их выносится с фильтратом в процессе промывки, рассчитываем солевой баланс промываемой колонны по формуле

$$S_1^0 + S_3^0 = S_2^0 + S_4^0, \quad (I)$$

где S_1^0 - исходный запас солей в промываемом грунте, г; S_2^0 - остаточный запас солей после промывки, г; S_3^0 - поступление солей с водой для промывки, г; S_4^0 - вынос солей с фильтратом при промывке, г.

Равенство (I) будет соблюдаться, если значения всех составляющих солевого баланса отвечают действительности.

Однако анализ результатов экспериментальных работ показал, что количество вымытых солей в фильтрате, как правило, значительно больше, чем их исходные запасы в грунте, определенные на основе однократной водной вытяжки, и соли, вносимые фильтрационной водой, вместе взятые. Кроме того, в грунте после промывки остается еще значительное количество солей.

Некоторые результаты этих опытов, приведенные в табл. I и 2, раскрывают механизм рассоления почвогрунтов при длительной фильтрации соленой воды из коллекторов и природной воды из каналов. Табл. I свидетельствует, что максимальные величины рассоления имеют место в верхней и нижней частях колонны. При этом уменьшение засоленности в результате промывки составляет от пяти до 20, снижение содержания хлора - от 10 до 30, сульфата - до пяти раз. Отмечено увеличение иона HCO_3^- . Резкое рассоление грунтов в верхней

и нижней частях колонны, видимо, связано с хорошей отточностью фильтрата и условиями водообмена поровых растворов при промывке.

Таблица I

Изменение засоленности грунтов в результате
длительной промывки (%)

№ моно-литы	Сухой остаток	Гипс	Компоненты					
			Анионы			Катионы		
			HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
I	2	3	4	5	6	7	8	9

Опыт №1: целина; промываемый грунт - супесь
(лесс); промывка пресной водой

I	<u>1.550^x</u>	<u>35.20</u>	<u>0.015</u>	<u>0.077</u>	<u>0.983</u>	<u>0.264</u>	<u>0.031</u>	<u>0.165</u>
	0,320	0,79	0,024	0,007	0,192	0,060	0,012	0,014
2	<u>1.530</u>	<u>47.50</u>	<u>0.015</u>	<u>0.081</u>	<u>0.946</u>	<u>0.270</u>	<u>0.022</u>	<u>0.160</u>
	1,110	29,80	0,020	0,007	0,728	0,289	0,010	0,015
3	<u>1.760</u>	<u>14.30</u>	<u>0.012</u>	<u>0.117</u>	<u>1.057</u>	<u>0.258</u>	<u>0.041</u>	<u>0.213</u>
	0,824	5,02	0,021	0,005	0,536	0,220	0,010	0,006
4	<u>0.910</u>	<u>0.75</u>	<u>0.020</u>	<u>0.154</u>	<u>0.441</u>	<u>0.062</u>	<u>0.012</u>	<u>0.224</u>
	0,484	2,01	0,021	0,005	0,306	0,120	0,006	0,013
5	<u>0.944</u>	<u>1.45</u>	<u>0.016</u>	<u>0.137</u>	<u>0.489</u>	<u>0.062</u>	<u>0.020</u>	<u>0.220</u>
	0,222	0,46	0,026	0,005	0,127	0,040	0,006	0,008

Опыт №3: целина; промываемый грунт - супесь);
промывка пресной водой

I	<u>1.576</u>	<u>38.75</u>	<u>0.011</u>	<u>0.077</u>	<u>0.986</u>	<u>0.266</u>	<u>0.038</u>	<u>0.148</u>
	0,090	0,46	0,024	0,060	0,040	0,013	0,003	0,011
2	<u>1.576</u>	<u>38.75</u>	<u>0.011</u>	<u>0.077</u>	<u>0.986</u>	<u>0.266</u>	<u>0.038</u>	<u>0.148</u>
	0,120	22,16	0,013	0,007	0,764	0,292	0,010	0,021
3	<u>1.576</u>	<u>38.75</u>	<u>0.011</u>	<u>0.077</u>	<u>0.986</u>	<u>0.266</u>	<u>0.038</u>	<u>0.148</u>
	1,172	22,35	0,015	0,080	0,770	0,294	0,011	0,022
4	<u>1.576</u>	<u>38.75</u>	<u>0.011</u>	<u>0.077</u>	<u>0.986</u>	<u>0.266</u>	<u>0.038</u>	<u>0.148</u>
	1,136	16,32	0,013	0,014	0,743	0,294	0,009	0,015
5	<u>1.576</u>	<u>38.75</u>	<u>0.011</u>	<u>0.077</u>	<u>0.986</u>	<u>0.266</u>	<u>0.038</u>	<u>0.148</u>
	1,150	24,68	0,013	0,006	0,759	0,290	0,012	0,017

I	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Опыт №9: староорошаемые земли; промываемый грунт - суглинок;
промывка по секциям пресной и дренажной водой с
минерализацией 0,528...1,040; 0,504...2,05;
0,968...2,700 г/л

I	0,210	0,37	0,020	0,013	0,051	0,022	0,010	0,015
	0,052	0,34	0,020	0,009	0,013	0,007	0,002	0,008
2	0,666	1,37	0,015	0,014	0,439	0,134	0,022	0,029
	0,063	0,24	0,026	0,009	0,017	0,009	0,003	0,008
3	1,146	7,42	0,013	0,013	0,755	0,250	0,027	0,037
	0,072	0,27	0,023	0,010	0,024	0,013	0,002	0,008

* Показатели: в числителе - до опыта; в знаменателе - после опыта.

Таблица 2

Зависимость изменения величины общей минерализации
и содержания основных компонентов от продолжитель-
ности промывки и количества профильтровавшейся воды

№ опы- та	Про- дол- жи- тель- ность от на- чала опыта, сут	Объем про- филт- ровав- шейся воды, л	Плот- ный оста- ток, мг/л	Основные компоненты, мг/л					
				Анионы			Катионы		
				HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{+2}	Mg^{+2}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	0,28	11,70	18950	171	3680	8487	430	546	4985
	1,55	55,10	5700	65	256	2178	484	101	473
	3,52	129,20	2985	68	170	1777	568	67	207
	18,25	606,15	2880	95	156	1727	610	84	104
	19,51	628,15	2720	90	160	1686	580	78	130
3	0,14	4,240	24075	168	5020	2848	620	804	5798
	1,99	33,00	5385	203	195	3258	480	240	756
	4,98	128,70	2765	76	156	1637	540	90	123
	16,00	475,20	2385	73	156	1390	510	48	118
	56,30	853,03	1710	124	245	814	310	48	148
9 сек- ция	0,0055	0,10	2050	146	361	946	250	72	318
	0,03	5,40	1900	122	299	905	250	84	227
I	133,86	2112,07	904	120	194	323	100	38	139

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9 сек-ция II	0,009	0,03	2225	122	396	1069	270	90	333
	36,85	851,12	1700	177	238	363	330	36	164
	133,86	2041,22	968	105	202	360	120	42	128
9 сек-ция III	0,010	0,01	2575	109	370	1193	350	102	257
	6,91	280,3	2250	83	242	1213	440	42	189
	101,85	1669,62	930	151	163	310	120	30	117

Уменьшение общей минерализации и основных компонентов в фильтрате связано с длительностью промывки и общим объемом воды, профильтровавшейся через промываемый грунт (табл.2).

Отмечено, что в начальный период промывки происходит резкое уменьшение содержания хлора и натрия, постепенное - сульфата и магния. Практически мало изменяется количество иона HCO_3^- , а в определенных условиях наблюдается увеличение его в фильтрате. Это - свидетельство сложного характера процесса солеотдачи грунтов при их длительной промывке.

С рассолением грунтов и одновременным уменьшением общей минерализации фильтрата происходит изменение содержания солей в промываемом грунте. В табл. 3 приведены результаты анализа до и после длительной промывки грунтов, отобранных на целинных землях. Из нее видно, что после длительной промывки количество всех солей, кроме $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, уменьшилось в 10...20 раз и более по сравнению с исходным, а $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ - наоборот, возросло в два раза.

Таблица 3

Изменение солевого состава грунтов в результате длительной промывки монолитов

Ед.изм.	Солевой состав				
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	CaSO_4	MgSO_4	Na_2SO_4	NaCl
I	2	3	4	5	6
Опыт № 3					
Мг. экв	0,180*	13,090	3,130	4,400	2,170
	0,390	0,260	0,250	0,320	0,170

1	2	3	4	5	6
В % к воздушно-сухому грунту	<u>0,014</u> 0,031	<u>0,890</u> 0,017	<u>0,188</u> 0,015	<u>0,312</u> 0,022	<u>0,102</u> 0,010

* В числителе - до опыта, в знаменателе - после опыта.

Таблица 4

Изменение солевого состава фильтрата в процессе длительной промывки монолитов

Объем фильтрата (л) и время от начала опыта (сут)	Солевой состав				
	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	CaSO_4	MgSO_4	Na_2SO_4	NaCl

Вода для промывки

0,15	0,34	0,15	0,04	0,57
1,91	5,04	2,46	0,57	9,87

Опыт № 3

Фильтрат

Появление фильтрата	<u>0,222</u> *	<u>1,94</u>	<u>3,96</u>	<u>7,82</u>	<u>8,16</u>
0,4 сут	2,75	28,18	66,12	110,55	141,56
33л	<u>0,268</u>	<u>1,40</u>	<u>1,18</u>	<u>2,00</u>	<u>0,26</u>
1,9 сут	3,32	20,63	19,73	28,36	4,54
54л	<u>0,08</u>	<u>1,30</u>	<u>0,65</u>	<u>0,18</u>	<u>0,15</u>
3 сут	1,09	19,26	10,85	2,57	2,57
290 л	<u>0,08</u>	<u>1,80</u>	<u>0,29</u>	<u>0,02</u>	<u>0,41</u>
10сут	1,00	26,44	4,96	0,33	7,10
434л	<u>0,08</u>	<u>1,70</u>	<u>0,23</u>	<u>0,05</u>	<u>0,23</u>
16 сут	1,19	24,25	3,94	0,73	4,39
845л	<u>0,17</u>	<u>0,89</u>	<u>0,21</u>	—	<u>0,37</u>
55сут	2,03	13,43	3,50	—	6,46

* В числителе содержание соли в г/л, в знаменателе - мг. экв.

№ опыта	Грунт	Высота монолита, см	Площадь сечения монолита, см ²	Исходное содержание легкорастворимых солей в монолите по водной вытяжке, г	Минерализация поступающей воды, г/л	Суммарный объем про- фильрованной воды, л	Отношение массы почвы к массе про- фильрованной воды	Остаточное содержание легкорастворимых солей в монолите по водной вытяжке, г	Количество вымытых из почвы легкорастворимых солей, г	Отношение исходного содержания легкорастворимых солей в почве к количеству вымытых из почвы легкорастворимых солей, г	Держание в грунте
1	Супесь	106	344	371,9	1,05-0,50	1318,95	1:24,8	41,05	585,00	1:1,5	Держание в грунте
2	Супесь	106	346	80,3	1,05-0,50	272,61	1:5,8	45,90	363,70	1:5,0	Держание в грунте
3	Супесь	109	346	279,0	0,76-0,80	846,98	1:16,0	55,76	428,73	1:1,7	Держание в грунте
4	Суглинок	28	441	18,3	1,04-0,52	2112,3	1:112,0	7,80	280,00	1:15,0	Держание в грунте
5	Суглинок	27	441	17,7	2,58-0,80	1563,2	1:85,0	13,50	1108,00	1:63,0	Держание в грунте
6	Суглинок	24	441	16,1	2,98-0,50	1393,64	1:82,9	8,70	224,94	1:14,4	Держание в грунте

* В первых четырех опытах промывка проводилась пресной водой, в пятом — соленой, в шестом — и той и другой

По мере промывки монолита в зависимости от объема профильтровавшейся воды изменяется количество солей в фильтрате. После промывки в течение 55 сут при объеме профильтровавшейся воды 845 л содержание всех солей, кроме $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, уменьшилось в фильтрате в различной степени (табл. 4). Например, CaSO_4 — в два раза, MgSO_4 — почти в 20 раз, Na_2SO_4 не осталось в фильтрате, NaCl — в 25 раз по сравнению с исходным. Следовательно, рассоление грунтов и изменение солевого состава фильтрата зависят от объема воды, профильтровавшейся через промываемый грунт.

Из рассмотренных данных видно, что в процессе промывки из грунта вымывается значительное количество солей. В табл. 5 приведены основные результаты длительных промывок монолитов и соотношение исходного содержания солей к вымытым плюс остаточные в грунте после опыта. Это соотношение по шести опытам составляет от 1,5 до 63; величина его связана, с одной стороны, с объемом профильтровавшейся через грунт воды, а с другой — с изменением микроагрегатного состава грунтов.

Результаты опытов показывают, что в процессе длительной фильтрации воды через грунтовую толщу резко изменяется агрегатный состав промываемых грунтов. При этом, видимо, происходит разрушение агрегатов за счет растворения цементирующего материала, поскольку он состоит в основном из легко- и среднерстворимых солей.

Подтверждением сказанному служат результаты опыта № 6 (табл. 6), где соотношение исходных запасов солей к количеству промытых плюс остаточному содержанию солей 1:63 и содержание глинистых фракций в результате промывки увеличилось с 6 до 39%. Значит, 33% цементируемого материала перешло в глинистую фракцию, а цементирующий материал — в раствор и в дальнейшем — в фильтрат. Поэтому количество вымытых из грунта солей намного превышает их исходные запасы. Водная же вытяжка, видимо, растворяет только несвязанные соли в грунтах и потому фактическое количество солей всегда намного больше, чем определенное с помощью водной вытяжки.

Установление этого обстоятельства важно тем, что расчеты водно-солевого режима почвы и оценка засоленности грунтов, основывающиеся на результатах однократной водной вытяжки, не соответствуют действительности, а составленные на их основе балансовые расчеты и прогнозы засоления грунтов зоны аэрации и сопут-

ствующего ему повышения минерализации грунтовых вод являются малодостоверными. Причина этого в недоучете разрушения агрегатов при длительной фильтрации и растворения цементирующего их материала, за счет чего происходит увеличение количества солей против установленного водной вытяжкой. Поэтому для повышения надежности балансовых расчетов и составления более достоверных прогнозов следует использовать результаты экспериментальных исследований по промывкам колонны из монолитов образцов грунтов.

Таблица 6
Изменение микроагрегатного состава почвогрунтов (%)
в результате длительной промывки

№ опы-та	Грунт	Размер фракции, мм						
		1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,10	0,10-0,05	0,05-0,01	0,010-0,005	<0,005
2	Супесь	-	<u>0,2*</u> 0,2	<u>1,0</u> 0,2	<u>25,2</u> 12,8	<u>68,4</u> 59,6	<u>3,6</u> 8,4	<u>1,6</u> 18,8
3	То же	-	<u>0,1</u> 0,1	<u>1,3</u> 0,2	<u>24,6</u> 21,3	<u>54,4</u> 48,0	<u>8,0</u> 7,6	<u>11,6</u> 22,8
5	Суглинок	-	<u>0,6</u> 2,9	<u>2,3</u> 1,8	<u>16,3</u> 6,0	<u>56,0</u> 52,0	<u>18,8</u> 16,5	<u>6,0</u> 22,8
6	То же	-	<u>0,6</u> 0,1	<u>2,3</u> 0,8	<u>16,3</u> 13,1	<u>56,0</u> 33,2	<u>18,8</u> 13,2	<u>6,0</u> 39,6
7	То же	-	<u>0,6</u> 0,3	<u>2,3</u> 2,1	<u>16,3</u> 12,4	<u>56,0</u> 48,4	<u>18,8</u> 14,0	<u>6,0</u> 22,8

* В числителе - до опыта, в знаменателе - после опыта

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Гроздова О.И., Парфенова Н.И., Щербаков Е.Е. Определение засоленности пород на орошаемых территориях. - Науч. тр. ВСЕГИНГЕО, 1971, вып. 37. Вопросы гидрогеологических исследований для мелиорации, с. 77-88.

2. Калинин Я.Д. Некоторые результаты изучения зависимостей составляющих солевого баланса орошаемых земель. - В кн.: Прогрессивные методы мелиорации засоленных почв. Материалы совещания, проведенного 28-30 января 1975 г., г. Ташкент. - Минводхоз СССР, ВШО "Союзводпроект" - М., 1977, с. 436-451.

3. Панин П.С. Процессы солеотдачи в промываемых толщах почв. - Новосибирск: Наука, 1968, с.18-19.

4. Оценка достоверности прогноза изменения минерализации грунтовых вод при орошении земель. - Ин-т "Средазгипроводхлопок".

Научно-технический отчет. Жуманов Б.Ж. Архивный и. №33052. - Ташкент, 1988, с.83-125. - Библиогр.26.

УДК 624.131.21:626.862.4

В.В.Калинин, нач.отд.

(Средазгипроводхлопок)

Н.И.Калужная, канд.техн.наук, ст.науч.оттр.
(ИНО САНИИРИ)

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ПРОДУКЦИИ ГРАВИЙНЫХ ЗАВОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛАССИФИЦИРОВАННЫХ ДРЕНАЖНЫХ ФИЛЬТРОВ

В течение более чем 30 лет строительство дренажных сооружений в Средней Азии производится с засыпкой затрубного пространства скважин заводским гравием или щебнем 5...20 мм, или смесью каждого из них с крупнозернистыми песками. Состав фильтров редко контролируется. В паспортах скважин практически невозможно найти не только гранулометрический состав примененных фильтров. В проектной документации нередко отсутствует фракционный состав кооптируемых слоев. Поэтому до сих пор бывает трудно оценить, чем вызвано снижение дебита: сопротивлением прифильтровой зоны скважин или заилением ствола в результате выноса водоносных пород в обсадную колонну. Данные обследований скважин на осваиваемых массивах показали, что в новой зоне орошения Голодной степи вследствие применения в качестве фильтра скважин гравия 5...20 мм Бекабадского завода снизился дебит скважин из-за засорения ствола на 30, а иногда и 60% против проектных величин. На массивах в старой зоне орошения, в частности в Гулистане, дебиты скважин ниже проектных на 30% и более.

Как показывают наблюдения, подобные же показатели имеет дренаж в Бухарской и Кэршинской областях. И если лучшие данные отмечены на скважинах, водоносные породы которых представлены крупно- и среднезернистыми песками, то скважины, кооптирующие мелкие, тонкие и пылеватые пески или имеющие двухслойное строе-

ние, часто выносят песок в течение ряда лет, так как примененный крупный некондиционный фильтр не в состоянии удержать его от выноса. По этой причине иногда описываются скважины на территории целых хозяйств.

Общеизвестно значение дренирующей способности и влияние на мелиоративное улучшение земель качественно построенных скважин. Экономическая эффективность вертикального дренажа обоснована и сомнений не вызывает.

Учитывая высказанные выше соображения, Госкомводхоз УзССР вынес решение о создании установок для сортировки материала на гравийных заводах, находящихся в его подчинении. Гранулометрический состав классифицированных фильтров разработан на основе полевых и лабораторных испытаний и включен в ВСН 33-2.2.03-86 [1]. Разработаны также технические условия "Фильтры гравийно-песчаные классифицированные" (ведомственный норматив), где приведены условия производства четырех марок гравийных фильтров для обсыпки скважин, отбирающих воду в крупных, средних, мелких и пылеватых песках.

С целью выявления экономически эффективных площадок для создания классифицированных фильтров необходимо оценить заводскую продукцию, выпускаемую гравийными заводами Госкомводхоза.

В настоящее время обследована продукция следующих заводов: Куйтанырского, Ахсы, Сарыасия, Бешалышского, Шахрисабзского, Бекбабодского, Чиназского.

В работе [2] нами приводились материалы по анализу сырья Куйтанырского ГСЗ Андижанской области и Ахсы ГСЗ Наманганской области. В данной работе проанализируем качество сырья остальных из перечисленных заводов для классифицированных дренажных фильтров.

Бешалышский ГСЗ Ферганаводостройиндустрии выпускает продукции 500 тыс. м³ в год, в том числе: щебень - 225, песок - 150, гравий - 125 тыс. м³. Для производства классифицированных фильтров можно использовать смесь из заводского песка < 5 мм и гравия 5...20 мм. Вот их характеристики.

Песок < 5 мм: объемно-насыщенная масса 1610 кг/см³; содержание гравия в песке 27,75%; содержание илстых частиц 2,08%; модуль крупности $M_K=3,0$; $d_{10}=0,18$ мм, $d_{50}=0,7$ мм, $d_{60}=0,9$ мм; коэффициент неоднородности $\eta = 5,0$.

Гравий 5...20 мм: объемно-насыпная масса 1640 кг/м^3 ; морозостойкость "Мрз-200"; содержание пластинчатых и игловатых зерен 10,1%; содержание дробленых зерен 6,0%; $d_{10}=3,0 \text{ мм}$, $d_{50}=5,0 \text{ мм}$, $d_{60}=6,5 \text{ мм}$; коэффициент неоднородности $\eta=2,16$.

Оптовая цена 1 м^3 : песок <5 мм - 1,47р., гравий 5...20 мм - 2,18р.

В соответствии с ТУ "Фильтры гравийно-песчаные классифицированные" при изготовлении классифицированных фильтров для вертикального и комбинированного дренажа могут быть использованы оба вида продукции. Для горизонтального возможно применение заводского песка <5 мм без дополнительной обработки.

Сарыарский ГСЗ ПО "Кармистройиндустрия" выпускает продукции $500 \text{ тыс. м}^3/\text{год}$, в том числе: гравий 5...10 мм - 37 тыс. м^3 ; песок <5 мм - 123 тыс. м^3 . Для классифицированных фильтров можно использовать смесь из заводского песка <5 мм и гравия 5...10 мм.

Песок <5 мм: содержание гравия в песке 2...6%; содержание пылеватых и глинистых частиц до 2%; модуль крупности $M_k=2,5$; $d_{10}=0,35 \text{ мм}$, $d_{50}=0,85 \text{ мм}$, $d_{60}=1,0 \text{ мм}$; коэффициент неоднородности $\eta=2,85$.

Гравий 5...10 мм: морозостойкость "Мрз-200"; содержание пылеватых и глинистых частиц 1,2%; содержание слабых зерен 0,5...14,3%; зерен лещадной и игловатой фракции 5,4%; $d_{10}=5,5 \text{ мм}$, $d_{50}=10,0 \text{ мм}$, $d_{60}=11,0 \text{ мм}$; коэффициент неоднородности $\eta=2,0$.

Оптовые цены 1 м^3 : песок 3,63р., гравий 3,73 р.

Согласно ТУ при изготовлении классифицированных фильтров для вертикального и комбинированного дренажа используются оба вида продукции. Для горизонтального дренажа применим заводской песок <5 мм в качестве фильтровой обсыпки без обогащения.

Бекабадский комбинат "ББИСМ" работает более 20 лет, запасы сырья практически исчерпаны.

Для исследуемого вопроса взяты характеристики песка трех видов и гравия 5...20 мм.

1. Бестепанный песок (цех №1) имеет следующие параметры: $d_{10}=0,15 \text{ мм}$, $d_{50}=0,35 \text{ мм}$, $d_{60}=0,45 \text{ мм}$; коэффициент неоднородности $\eta=3,0$; модуль крупности $M_k=2,2$; загрязненность 1,9%. Стоимость 1 м^3 - 3,2р., стоимость с перевозом по железной дороге 4,2 р.

2. Песок < 5 мм с добавлением дробленого материала (цех №2) имеет следующие параметры: $d_{10}=0,15$ мм, $d_{50}=0,5$ мм, $d_{60}=0,75$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=5,0$; модуль крупности $M_K=2,65$; загрязненность 1,2%. Стоимость 1 м^3 - 3,25 р., стоимость с вывозом по железной дороге 4,25 р.

3. Песок < 5 мм (цех дробленого песка №3) имеет следующие параметры: $d_{10}=0,1$ мм, $d_{50}=0,8$ мм, $d_{60}=1,1$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=11$; модуль крупности $M_K=2,88$; загрязненность 5,5%. Стоимость 1 м^3 - 3,25 р., стоимость с вывозом по железной дороге 4,25 р.

4. Гравий 5...20 мм имеет лещадных фракций 6,5%; загрязненность 0,4%; $D_{10}=7,0$ мм, $D_{50}=13$ мм, $D_{60}=15$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=2,1$. Стоимость 1 м^3 с вывозом автотранспортом 3,03 р., с вывозом по железной дороге - 4,03 р.

После исследования песка и гравия Бакабадского комбината ЖБИИСМ можно сделать вывод: использование естественного песка для изготовления классифицированных фильтров неэкономично ввиду того, что его в сырье содержится всего до 25%, а фракции 1...5 мм в нем составляют не более 25%.

Для фильтров горизонтального дренажа можно использовать дробленый материал цеха №3 при согласовании с заводом.

Чиназский ГСМК. Для исследуемого вопроса взяты характеристики песка трех видов и гравия:

1. Песок < 5 мм - естественный, имеет следующие параметры: $d_{10}=0,11$ мм, $d_{50}=0,23$ мм; $d_{60}=0,29$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=2,63$; модуль крупности $M_K=1,53$.

2. Песок обогащенный цеха №1: $d_{10}=0,15$ мм, $d_{50}=0,35$ мм, $d_{60}=0,45$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=3,0$; модуль крупности $M_K=2,17$; содержание пылеватых и глинистых частиц 2,7%. Стоимость 1 м^3 - 3,5 р.

3. Песок обогащенный цеха №2: $d_{10}=0,14$ мм, $d_{50}=0,3$ мм, $d_{60}=0,4$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=2,85$; модуль крупности $M_K=2,07$; содержание пылеватых и глинистых частиц 2,7%. Стоимость 1 м^3 - 2,35 р.

4. Гравий 5...20 мм: $D_{10}=3,8$ мм, $D_{50}=6,5$ мм, $D_{60}=7,0$ мм; коэффициент неоднородности $\eta=1,8$. Стоимость 1 м^3 - 2,75 р.

Рассмотрение вышеприведенных параметров позволяет сделать вывод: в естественных песках, содержание которых в сырье не выше

27%, присутствует до 12% фракций 1...5 мм, что делает выпуск классифицированных фильтров для вертикального и комбинированного дренажа неэкономичным. Ни естественный, ни обогащенный песок из-за очень мелкого состава непригоден для обсыпки труб при строительстве горизонтального дренажа.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Минводхоз СССР. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. ВСН 33-2.2.03-86. Введен в действие с 01 января 1987. - М., 1986. - 154 с.

2. Калинин В.В., Калужная Н.И. О производстве классифицированных гравийно-песчаных фильтров для дренажа. - Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1988. Изыскания, исследования, расчеты для оптимизации проектов гидромелиоративных комплексов, с.10-13.

УДК 626.8:65.012.011.56:658.012

Г.М.Хасанханова, канд.с-х.наук,нач.отд.
(Средазгипроводхлопок)

РАЗРАБОТКА И ФОРМИРОВАНИЕ БАНКА ДАННЫХ О ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНОМ СОСТОЯНИИ ЗЕМЕЛЬ

Для поддержания благоприятной мелиоративной обстановки на орошаемой территории необходимо располагать обширной информацией, объективно характеризующей состояние конкретного массива.

При решении задач подсистем АСУ ВХК особое внимание уделено вопросу формирования банка данных о природно-мелиоративной ситуации территории. Критерии оценки мелиоративного состояния земель разнообразны и многочисленны [1...3]. Их взаимосвязь и взаимодействие определяют направленность процессов, протекающих в зоне аэрации под воздействием орошения.

Блок-схема совокупности природно-мелиоративных показателей представлена на рис.1.

Согласно приведенной на рис.1 блок-схеме природно-мелиоративные показатели систематизируются в четыре группы и множество подгрупп.

К первой группе отнесены климатические показатели, представленные основными элементами: осадки и их распределение во времени, температура и относительная влажность воздуха, испаряемость и т.д.

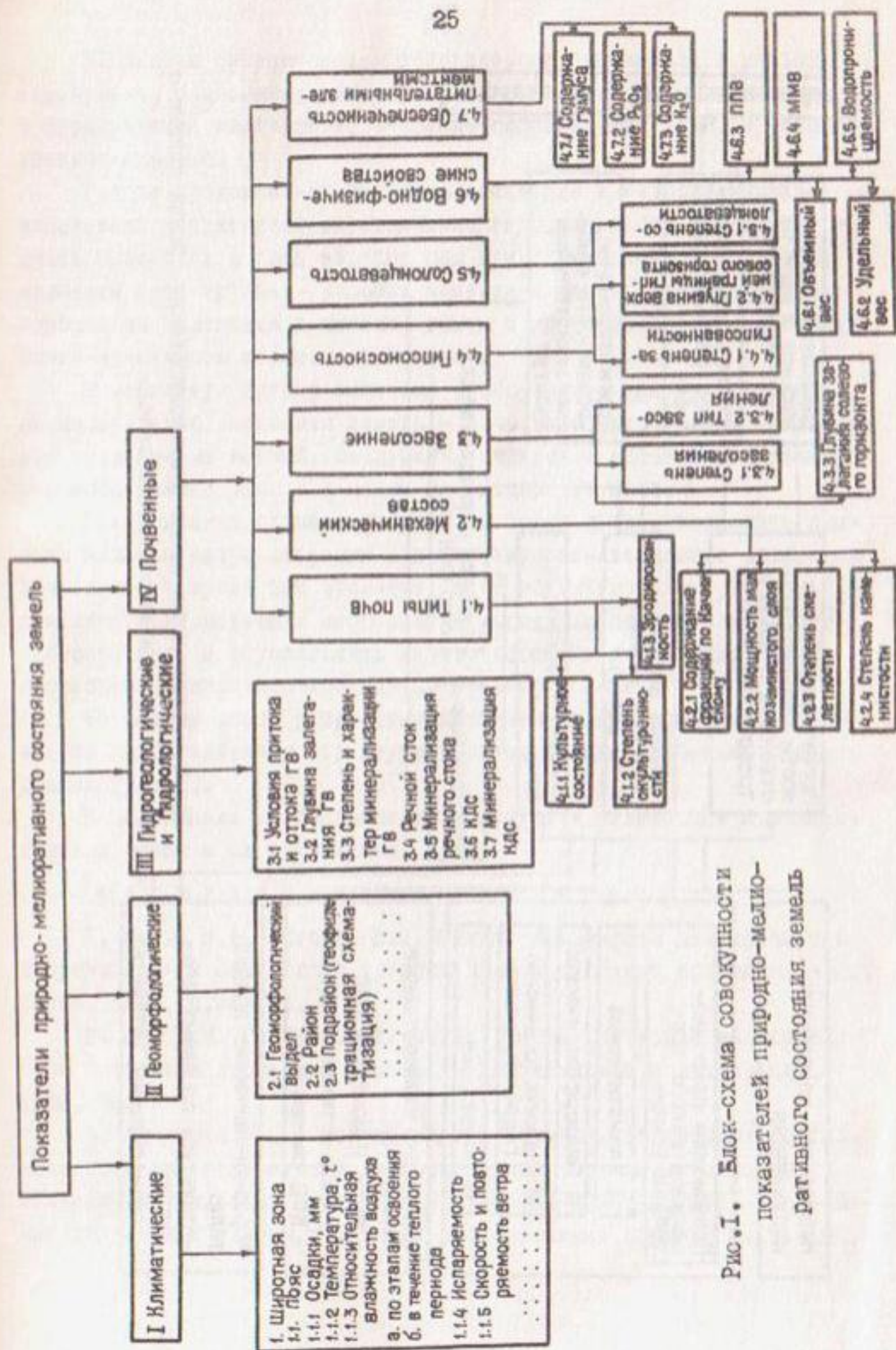


Рис.1. Блок-схема совокупности показателей природно-мелиоративного состояния земель

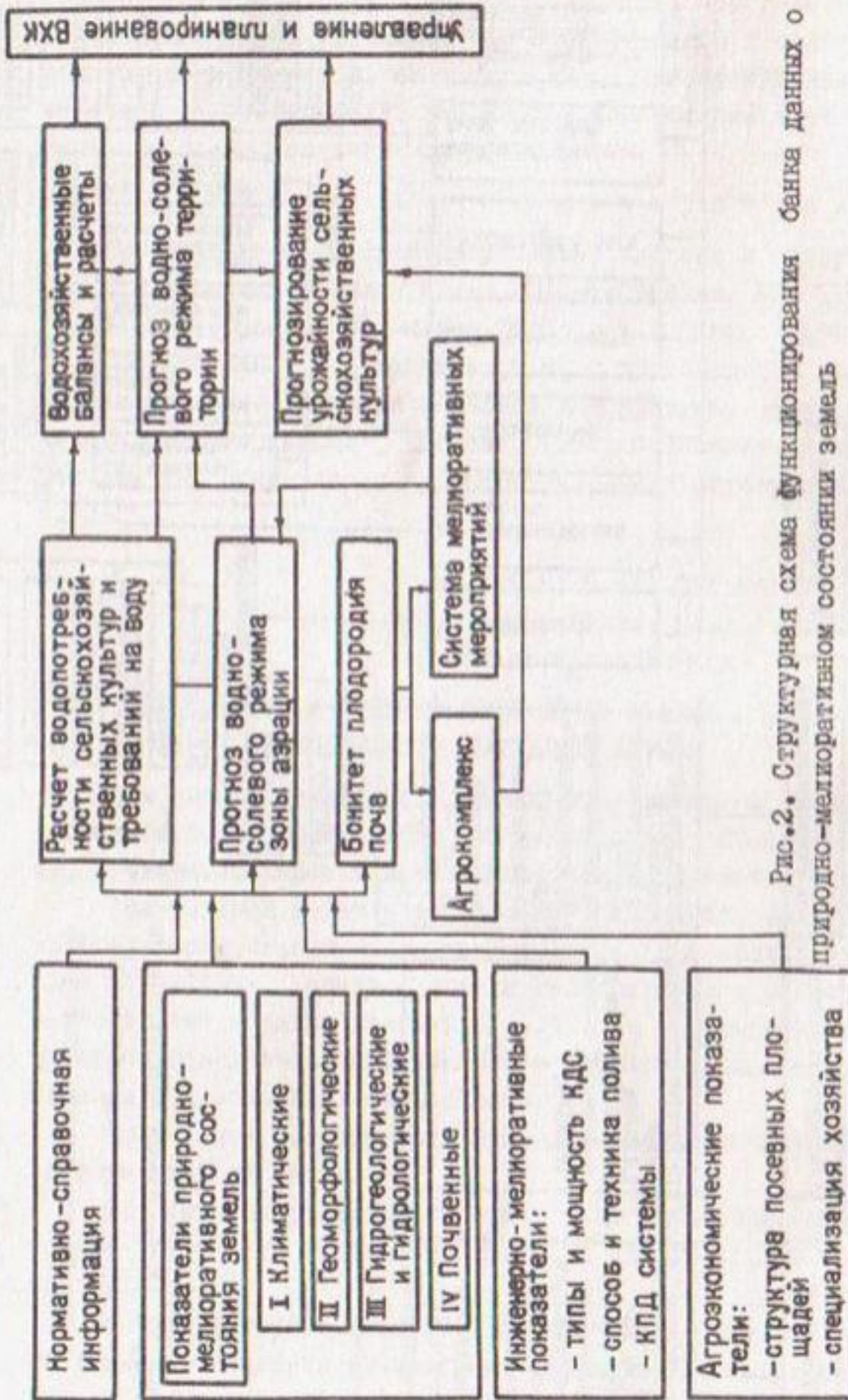


Рис.2. Структурная схема функционирования банка данных о природно-мелиоративном состоянии земель

Во вторую сведены геоморфологические показатели и рельеф территории, позволяющие выявить закономерности распространения и формирования ландшафтов, строение подстилающих пород и условия дренированности.

Третью представляют гидрогеологические и гидрологические показатели территории, определяющие направленность и интенсивность процессов в зоне аэрации под влиянием орошения. Основные элементы этой группы – условия притока и оттока грунтовых вод, глубина их залегания и химизм, объем и качество речного и коллекторно-дренажного стока.

В четвертую группу включены особо важные критерии оценки мелиоративного состояния земель – почвенные, отражающие воздействие орошения на водный, воздушный, солевой и питательный режимы корнеобитаемого слоя и в целом на плодородие почв.

Предложенная схема формирования банка данных позволяет оценить мелиоративную ситуацию и прогнозировать возможные изменения почвенного покрова при орошении; дает возможность разработать комплекс мелиоративных мероприятий исходя из потенциальной способности почв и осуществлять научно обоснованное нормирование потребности сельскохозяйственных культур в воде.

На данном этапе разработки полагаем целесообразным ограничиться представлением структурной схемы функционирования банка данных (рис.2).

В дальнейших исследованиях планируется разработка комплекса целевых задач и их реализация.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Ковда В.А., Егоров В.В. Оценка ландшафтов для ирригации и дренажа. – В сб.: Почвы аридной зоны как объект орошения. – М.: Наука, 1968, с.72–104.

2. Кац Д.М. Гидрогеологические основы контроля мелиоративного состояния орошаемых земель. – Гидротехника и мелиорация, 1982, №6.

3. Антипова Т.Н., Манукьян Д.А. Научно-методическое обоснование состава показателей мелиоративного состояния орошаемых сельскохозяйственных угодий. – Науч.тр.ВНИИГиМа, М, 1987. Обоснование допустимых глубин грунтовых вод орошаемых земель, с.183–195.

УДК 631.413.3(003.12)

А.Р.Рифтия, канд.с.-х.наук, гл.
спец.

(Средазгипроводхлопок)

ОБ ОЦЕНКЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВОГРУНТОВ АРИДНОЙ ЗОНЫ

В постановлении ЦК КПСС "О неудовлетворительном использовании природно-экономического потенциала агропромышленного комплекса в Узбекской ССР, Таджикской ССР и Туркменской ССР" (июнь 1987г.) указывалось на неэффективное использование орошаемых земель, ввиду чего темпы роста валовой продукции сельского хозяйства в этих республиках резко снизились.

Одной из главных причин малоэффективной отдачи мелиоративного фонда можно считать наличие огромных площадей засоленных или подверженных засолению земель.

В республиках Средней Азии из общей площади 33,8 млн.га пригодных к орошению земель около 11 млн.га (32,5%) составляют засоленные в средней и сильной степени.

Осуществляя оценку мелиоративного состояния земель и давая рекомендации по их эффективному использованию, проектные, водохозяйственные, строительные и эксплуатационные организации сталкиваются с большими трудностями при обработке и обобщении имеющейся информации, вызванными отсутствием единых методики и классификации засоления почв.

Сейчас, с развитием реконструкции орошаемых земель, возрастают требования к проведению изысканий, исследований и к их результатам. В этой связи стоит вопрос о важности и актуальности оптимизации почвенных изысканий, но прежде всего о разработке принципов, на которых базируются практические советы по унификации методики оценки и классификации засоления почвогрунтов.

Из-за отсутствия единых методики оценки и классификации засоления научные и проектно-изыскательские организации вынуждены пользоваться разными классификациями, основывающимися на разных критериях. Так, одни оценивают засоление по плотному остатку (ПО "Союзхлопок", САНИИРИ), другие - по содержанию иона хлора (Госкомводхоз УзССР, Узгипрозем, Туркменгипрозем, Институт почвоведения и агрохимии УзССР - ИПА), третьи - по сумме токсичных солей и иону натрия (Почвенный институт им. Докучаева, Сред-

Таблица I

Классификации по степени засоления почв

Почвы по степени засоления	Тип засоления																
	Хлоридный				Сульфатно-хлоридный				Хлоридно-сульфатный				Сульфатный				
	плот- ный оста- ток, %	сум- ма ток- сич- ных со- лей, %	мг. экв	Na°	плот- ный оста- ток, %	сум- ма ток- сич- ных со- лей, %	мг. экв	Na°	плот- ный оста- ток, %	сум- ма ток- сич- ных со- лей, %	мг. экв	Na°	плот- ный оста- ток, %	сум- ма ток- сич- ных со- лей, %	мг. экв	Na°	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

Почвенный институт им. Докучаева

Незасоленные

Слабозасоленные

Среднезасоленные

Сильнозасоленные

Очень сильно засоленные

<0,03	<0,3	<0,6	<0,05	<0,3	<0,6	<0,1	<0,3	<1,0	<0,15	<0,3	<1,0
0,03-0,1	0,3-1,0	0,6-2,0	0,05-0,12	0,3-0,9	0,6-2,0	0,10-0,25	0,3-0,6	1,0-3,0	0,15-0,30	0,3-0,6	1,0-2,0
0,1-0,3	1,0-3,0	2,0-4,0	0,12-0,35	0,9-2,8	2,0-4,0	0,25-0,50	0,6-2,2	3,0-6,0	0,30-0,60	0,6-1,6	2,0-6,0
0,3-0,6	3,0-7,0	4,0-8,0	0,35-0,70	2,8-6,5	4,0-8,0	0,50-0,90	2,2-5,6	6,0-12,0	0,60-1,40	1,6-3,5	6,0-12,0
>0,6	>7,0	>8,0	>0,70	>6,5	>8,0	>0,90	>5,6	>12,0	>1,40	>3,5	>12,0

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Институт "Узгипрозем"																
Незасолен- ные																
Слабозасо- ленные																
Среднеза- соленные																
Сильнозасо- ленные																
Очень сильно- засоленные																
Госкомводхоз УзССР																
Незасолен- ные																
Слабозасо- ленные																
Среднезасо- ленные																
Сильнозасо- ленные																

Независимо от типа засоления

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Очень силь- но засолен- ные		>0,8	>6,5			>0,8	>6,5			>0,90	>6,4			>1,40	>3,5	
Институт "Средазгипроводхлопок"																
Незасоленные				<0,6								<1,0				<1,0
Слабозасо- ленные				0,6- 2,0								1,0- 3,0				1,0- 3,0
Среднеза- соленные				2,0- 4,0								3,0- 6,0				3,0- 6,0
Сильноза- соленные				4,0- 8,0								6,0- 12,0				6,0- 12,0
Очень силь- но засолен- ные				>8,0								>12,0				>12,0
НИО САНИРИ "Сонзхлопок"																
Незасолен- ные	0,1- 0,2				0,2- 0,4				0,2- 0,4					0,3- 0,4		
Слабоза- соленные	0,2- 0,4				0,4- 0,6				0,4- 0,6					0,4- 0,8		
Среднеза- соленные	0,4- 0,6				0,6- 0,9				0,6- 0,9					0,8- 1,4		
Сильно- засоленные	>0,8				>0,9				>0,9					>1,4		

азгипроводхлопок, Узгипроводхоз), что отражено в табл. I.

Прежде чем рассматривать используемые классификации считаем необходимым остановиться на определении типа засоления.

Наиболее простой способ его установления основан на расчете процента содержания отдельных ионов в мг. экв от суммы ионов. Для практических целей при солевых съемках, ограничиваемых массовыми сокращенными анализами, тип засоления можно определять согласно предложению Решетова Г.Г. (1973) по отношению натрия к хлору ($\frac{Na}{Cl}$):

менее 1 - хлоридный тип

1,5-2,0 - сульфатно-хлоридный

2,0-6,0 - хлоридно-сульфатный

более 6,0 - сульфатный.

А теперь проанализируем применяемые классификации почв по степени засоления.

По нашему мнению, классифицировать засоление по плотному остатку неправомерно, так как плотный остаток не отражает суммарной токсичности солей. Оценка по иону хлора достоверна лишь при хлоридном засолении. При других типах - сульфатно-хлоридном, хлоридно-сульфатном и сульфатном - степень засоления определяют не только хлориды ($NaCl$ и $MgCl$), но и сульфаты (Na_2SO_4 и $MgSO_4$).

О недостоверности оценки засоления почв по иону хлора при хлоридно-сульфатном и сульфатно-хлоридном типе свидетельствуют данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная оценка засоления почв совхозов Мехнат-абадского района Сырдарьинской области по иону хлора и иону натрия

Засоление почв		Площадь, %							
		МЗ им. Хам-зы		МЗ им. Онусова		МЗ "Пахта-кор"		МЗ им. Ахунбабаева	
степень	мг. экв	Na°	Cl'	Na°	Cl'	Na°	Cl'	Na°	Cl'

Хлоридно-сульфатный и сульфатный тип засоления

Незасоленные I	34	5I	26	44	29	43	12	5I
Слабое I-3	23	22	24	34	16	31	45	16
Среднее 3-6	16	II	25	II	25	9	10	3
Сильное 6-12	20	I6	I6	7	12	12	15	26
Очень сильное >12	7'	-	9	4	17	4	17	3

Согласно табл.2 при оценке засоления по иону хлора площадь средне- и сильнозасоленных земель на 10...30% меньше, чем при оценке по иону натрия. Следовательно, оценка засоления по хлор-иону искажает истинную картину существующей мелиоративной обстановки, резко снижает эффективность рекомендаций по ее улучшению, что в конечном счете пагубно отражается на урожайности сельскохозяйств.

В этих условиях оценку засоления почвогрунтов необходимо проводить по иону натрия:

незасоленные	-	<1	мг.экв Na на 100 г почвы
слабозасоленные	-	1-3	" " " " "
среднезасоленные	-	3-6	" " " " "
сильнозасоленные	-	6-12	" " " " "
очень сильнозасоленные	-	12-28	" " " " "
чрезвычайно сильнозасоленные	-	>28	" " " " "

Разработана эта классификация Почвенным институтом им. Докучаева и Средазгипроводхозом (Е.И.Панкова, В.Р.Шредер, Г.Г.Решетов). Эта классификация основывается на установленной В.Ю.Маргулисом и В.С.Муратовой (1971) корреляционной зависимости суммы токсичных солей от содержания иона натрия.

До недавнего времени токсичность сульфатов считалась в пять раз меньшей, чем хлоридов. Установленное исследованиями Т.П.Крюгер соотношение между хлоридно-натриевыми и сульфатно-натриевыми солями, равное 1,4, в пересчете в мг.экв выражается соотношением 1:1.

В соответствии с этим вышеприведенная классификация оценки степени засоления по иону натрия достоверна независимо от типа засоления.

Внедрение этой классификации, неоднократно прошедшей проверку, в производство позволит унифицировать оценку засоления почвогрунтов аридной зоны, создать банк единой почвенно-солевой информации, повысить эффективность использования земельного фонда.

И с п о л ь з о в а н и я л и т е р а т у р а

1. Базилевич Н.И., Панкова Е.И. Методические указания по учету засоленных почв. -М.: Гипроводхоз, 1968.- 92с.

2. Маргулис В.Ю., Муратова В.С. К оценке засоления почв для проектирования промывок. - В сб.: Земельно-водные ресурсы пустынь.- Ашхабад: Ылим, 1971, с.46-59.

3. Маргулис В.Ю. Методы количественной оценки засоленности почв и уточнение состава изысканий для промывок засоленных земель. Автореф. канд. дисс. - М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1971. - 21с.

4. Минводхоз СССР. Почвенные изыскания для мелиоративного строительства с приложением к ВСН 33-2.1.02-85. - Введен в действие с 01 января 1986. - М., 1985. - 39 с. (приложение 310 с.)

5. Методические указания по проведению почвенно-солевой съемки на мелиорируемых землях. - Ташкент: Минсельхоз УзССР, 1982. - 36с.

6. Методическое руководство по проектированию и проведению промывок почв по бороздам. - Ташкент: Главредагирсовхозстрой, 1987. - 24с.

7. Методика по качественному и количественному учету засоленных земель колхозов и совхозов УзССР. - Ташкент: Минсельхоз УзССР, 1981. - 19с.

8. Решетов Г.Г. К вопросу классификации почв по засолению для целей мелиорации. - Сб. науч. тр. ин-та "Средазгипроводхлопок", вып. 7, Ташкент, 1976, с.36-41.

9. Крюгер Т.П. Влияние орошения хлоридными водами на развитие процессов засоления и осолонцовывания почв. - Труды САНИП, т.4, 1964, с.135-144.

10. Крюгер Т.П. Влияние орошения минерализованными сульфатными водами на почву и хлопчатник. - В сб.: Вопросы химии и физики почв в свете их генезиса и повышения производительной способности. - Ташкент: "Фан", 1966, с.309-320.

11. Решетов Г.Г. Оценка хлоридно-сульфатно-натриевого засоления почвогрунтов по сокращенным анализам. - Почвоведение, 1973, №6, с.67-69.

УДК 631.61:658.012.122

Ф.В.Серебренников,

д-р. техн. наук, нач. отд.

(Средазгипроводхлопок)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕХОДНОГО ПЕРИОДА ДОСТИЖЕНИЯ ПРОЕКТНОГО МЕЛИОРАТИВНОГО РЕЖИМА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

В орошаемых районах аридной зоны СССР водохозяйственная обстановка с каждым годом становится все более напряженной, что заставляет пересмотреть выработанные ранее подходы к проблеме

развития орошаемого земледелия в регионе и перейти в основном на путь реконструкции действующих оросительных систем. При этом чтобы добиться рационального использования водных ресурсов, необходимо иметь высокопроизводительные ирригационные системы, способные обеспечить поддержание на орошаемых землях мелиоративных режимов ресурсосберегающего типа. В связи со сказанным приобретает особую актуальность задача количественной оценки процесса формирования проектного мелиоративного режима с целью поиска оптимальных путей его достижения.

Чтобы перейти к построению математической модели, формализуем указанную задачу следующим образом. Условимся рассматривать процесс формирования мелиоративного режима для некоторых однородных участков орошаемой территории, выделенных в соответствии со сложившейся практикой гидромультиплексного районирования при почвенно-мелиоративном и гидрогеологическом обосновании проектов мелиоративного строительства.

Пусть на процесс сельскохозяйственного производства в течение переходного периода в рамках осуществляемых комплексных мелиораций воздействует несколько факторов, которыми можно управлять. Например, в качестве управляемых факторов будем рассматривать размер оросительной нормы, вносимые дозы минеральных удобрений и т.д. Отдельный фактор обозначим индексом i ($i = \overline{1, J}$). Пусть далее каждый фактор в количественном отношении может принять одно из $n(i)$ значений ($n(i) = \overline{1, M}$) в границах некоторого допустимого интервала $r_{it}^{(i)} \in \{r_{it}^{(i)}, r_{it}^{(i)}, \dots, r_{it}^{(i)}\}$ в любом году (t) некоторого расчетного периода, состоящего из T лет ($t = \overline{1, T}$). Предполагается, что расчетный период по продолжительности всегда равен переходному или превосходит его для самого протяженного во времени варианта формирования проектного мелиоративного режима. Тем самым в каждом году (t) расчетного периода может быть реализовано определенное сочетание факторов: $R_k^t = (r_{it}^{(1)}, \dots, r_{it}^{(1)}, \dots, r_{it}^{(J)})$.

Под воздействием сочетания факторов (R_k^t) происходит трансформация мелиоративного режима орошаемых земель от некоторого начального к некоторому конечному состоянию. В этой связи условимся, что мелиоративный режим орошаемых земель характеризуется вектором состояний $P = P(P_m^t | P_k^t)$, где P_m^t — m -й показатель мелиоративного режима в t -й год расчетного периода, $m = \overline{1, M}$, $t = \overline{1, T}$.

Принимаются к рассмотрения следующие показатели мелиоративного режима: P_1^t — влажность корнеобитаемого слоя почвы; P_2^t — влагообмен между корнеобитаемым слоем и грунтовыми водами; P_3^t — средневегетационная глубина грунтовых вод; P_4^t — общая минерализация грунтовой воды; P_5^t — содержание токсичных солей в почве; P_6^t — содержание питательных веществ в почве.

При этом учитывается, что имеют место следующие пределы регулирования показателей мелиоративного режима:

$$P_m^{\min} \leq P_m^t \leq P_m^{\max}, \quad (I)$$

где $P_m^{\min}$ и $P_m^{\max}$ — соответственно нижний и верхний пределы регулирования показателей мелиоративного режима.

Сочетание факторов (R_k^t), реализованное в t -м году, можно рассматривать как K -й элемент множества R , состоящего из K сочетаний расчетных значений $r_{it}^{n(i)}$. Следовательно, есть основание записать

$$R = \{ (r_{it}^{n(i)}, \dots, r_{it}^{n(i)}, \dots, r_{jt}^{n(j)}) \mid r_{it}^{n(i)} \in \bigcup_{k=1}^K (r_{it}^{n(i)}, \dots, r_{it}^{n(i)}, \dots, r_{jt}^{n(j)}) \},$$

$$i = \overline{1, J}, \quad n = \overline{1, N}, \quad k = \overline{1, K}, \quad K = C_{n(i)}^1 C_{n(2)}^1 \dots C_{n(J)}^1,$$

где $C_{n(i)}^1$ и т.д. — число сочетаний из $n(i)$ и т.д. по i ; K — максимальное число элементов множества R ; i — индекс фактора, под действием которого формируется мелиоративный режим; J — общее число учитываемых факторов; $n(i)$ — порядковый номер расчетного значения, присвоенного фактору i ; N — общее число расчетных значений, присвоенных фактору i ; $r_{it}^{n(i)}$ — расчетное значение, присвоенное фактору i под номером $n(i)$.

Реализация любого сочетания факторов (R_k^t) сопровождается расходом в t -м году расчетного периода определенного объема ресурса s -го вида β_{st} (R_k^t), получением определенного объема продукции j -го вида — q_{jt} (R_k^t) и выделением некоторого объема техногенного выброса f_{lt} (R_k^t) вида l .

Введем подлежащую определению переменную $x_{it}^{n(i)}$, такую, что

$$x_{it}^{n(i)} = \begin{cases} 1 & \text{при } r_{it}^{n(i)} \in R_k^t, \\ 0 & \text{при } r_{it}^{n(i)} \notin R_k^t. \end{cases}$$

С учетом сказанного математическая постановка рассматриваемой оптимизационной задачи сводится к следующему.

На временном интервале $t \in [T, T]$ требуется найти такую совокупность упорядоченных множеств $x_{it}^{n(i)}$, чтобы соблюдалось условие (I), обеспечивался максимум народнохозяйственного эффекта:

$$Z = \sum_{t=1}^T F_t(R_k^t) \prod_{i=1}^J x_{it}^{n(i)} \beta_t \rightarrow \max \quad (2)$$

и выполнялись ограничения:

$$\left. \begin{aligned} \rho_{zt} (R_k^t) &\leq b_z^0 \\ q_{jt} (R_k^t) &\geq q_j^0 \\ f_{lt} (R_k^t) &\leq f_l^0 \\ K (R_k^t) &\leq K_0 \end{aligned} \right\} \text{ при } t = t_n^j \leq T \quad (3)$$

при условии, что

$$\sum_{n=1}^N x_{it}^{n(i)} = 1, \quad \sum_{i=1}^J x_{it}^{n(i)} = J. \quad (4)$$

Здесь t_n^j — нормативный срок достижения проектной урожайности j -й сельскохозяйственной культуры.

В ограничениях (3) через b_z^0 , q_j^0 , f_l^0 и K_0 соответственно обозначены контрольные значения объемов используемого ресурса вида z , продукции вида j , техногенного выброса вида l и капитальных вложений.

Первое из условий (4) означает, что i -й фактор на каждом временном шаге (t) принимает одно из $r_{it}^{n(i)}$ значений, второе означает, что на каждом временном шаге реализуются все учитываемые факторы (J). В целевой функции (2) произведение $\prod_{i=1}^J x_{it}^{n(i)}$ всегда равно 1, что отражает закон неизменности действия факторов жизни растений, а β_t — коэффициент дисконтирования.

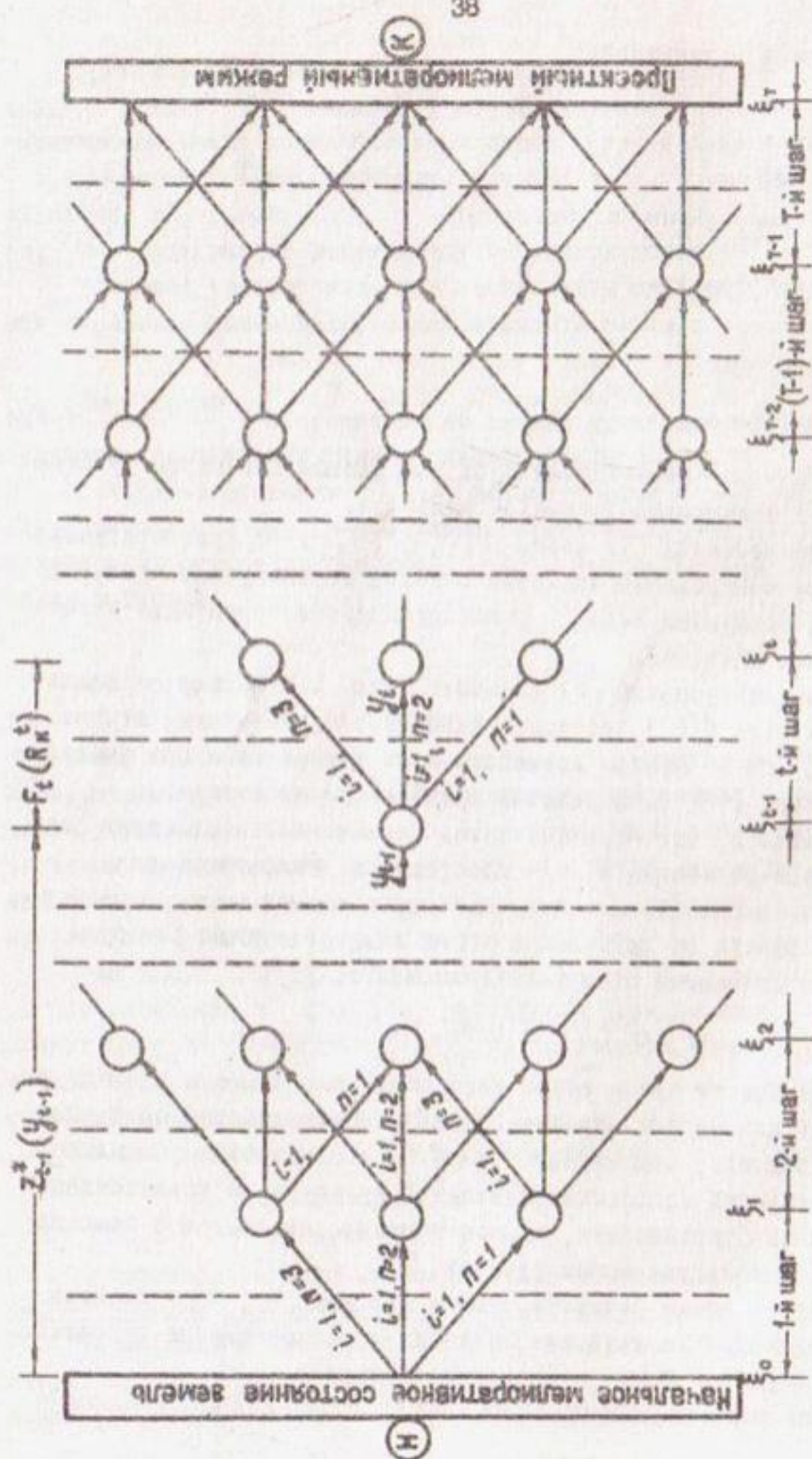
В выражении (2) для количественной оценки народнохозяйственного эффекта от действия в t -м году сочетания факторов (R_k^t) принимается следующая зависимость [1]:

$$F_t(R_k^t) = \sum_{j=1}^J q_{jt}(R_k^t) z_j - [E_n K(R_k^t) + C_t(R_k^t)] - \sum_{z=1}^Z \rho_{zt}(R_k^t) r_z - \sum_{l=1}^L f_{lt}(R_k^t), \quad (5)$$

в которой все ее члены имеют значения, отнесенные к площади в 1 га. Вот почему для вариантов, где рассматривается продукция растениеводства, под членом $q_{jt}(R_k^t)$ понимается урожайность соответствующей сельскохозяйственной культуры, а количественные значения урожайности, в свою очередь, находятся с помощью аппарата производственных функций [2].

Следует также отметить, что в (5) под $K(R_k^t)$ имеются в виду удельные капитальные вложения в мелиоративное строительство, а под $C_t(R_k^t)$ — ежегодные издержки.

Таким образом, оптимизация переходного периода к проект-



Граф ветвления вариантов формирования проектного мелiorативного режима орошаемых земель (один фактор $i=1$ принимает три значения $n \in \{1, 3\}$)

ному мелиоративному режиму на орошаемых землях сведена нами к задаче дискретного программирования. Специфика рассматриваемой задачи позволяет получать оптимальные решения с помощью метода динамического программирования, на чем необходимо остановиться более подробно.

Иллюстрацией к построению модели динамического программирования служит рисунок, на котором изображена ациклическая сеть (граф) возможного хода ветвления вариантов формирования мелиоративного режима. Для наглядности учитывается только один фактор ($i=1$), принимающий некоторые три количественные значения, $i \in \{1, 3\}$. Дугам этого графа соответствуют принятые управления, а вершинам — некоторые достигнутые состояния. Перемещение из некоторой вершины графа ($y_{t-1} \in \xi_{t-1}$) в другую ($y_t \in \xi_t$) в результате принятых управлений ($u_t(y_{t-1}, R_k^t) = y_t$) оценивается количественно, для чего используется зависимость (5). Каждой вершине графа, таким образом, соответствует строго определенное сочетание факторов (R_k^t). В зависимости от числа шагов ($t=0, 1, 2, \dots, T$) все вершины на графе делятся на t множеств, причем к множеству отнесены вершины, отвечающие исходному мелиоративному состоянию объекта (точка Н), а к множеству ξ_T отнесены вершины, по достижении которых в последнем из рассматриваемых вариантов формируется намеченный тип мелиоративного режима (точка К). Таким образом, из вершины $H \in \xi_0$ в вершину $K \in \xi_T$ можно попасть не более чем за T шагов.

Далее выбираются любые отстоящие друг от друга не более чем на шаг вершины, например, $y_{t-1} \in \xi_{t-1}$ и $y_t \in \xi_t$. Согласно принципу оптимальности Р.Беллмана, каким бы образом не была достигнута на $(t-1)$ -м шаге точка y_{t-1} , весь последующий путь вплоть до точки $K \in \xi_T$ должен быть выбран с таким расчетом, чтобы обеспечивалось суммарное максимальное значение показателя эффективности ($F_t(R_k^t)$) начиная с точки x . Следовательно, если переход из точки y_{t-1} в точку y_t оценивается показателем эффективности $F_t(R_k^t)$, то при движении из точки y_{t-1} в точку $K \in \xi_T$ выбранная траектория должна отвечать принципу оптимальности и тем самым суммарный показатель эффективности на этом пути должен достигать максимального значения. На основании принципа оптимальности записывается следующее функциональное уравнение для прямой схемы расчета:

$$Z_t^*(y_t) = \max_{\substack{y_{t-1} \in \xi \\ y_t \in \xi}} \{F_t(R_k^t) + Z_{t-1}^*(y_{t-1})\}, \quad (6)$$

На основании этого уравнения для I-го и последующих шагов, начиная от вершины $H \in \xi_0$ и до вершины $K \in \xi$ включительно, находится последовательность условных оптимальных управлений $u_t^*(y_{t-1}, R_k^t) = y_t$, на чем и завершается этап условной оптимизации. Далее, определив $Z_{\max} = Z_T^*(y_T)$, на основании полученных результатов устанавливается единственная последовательность значений $x_{it}^{n(i)}$, позволяющая получить максимальное значение целевой функции (2). Представляют интерес также субоптимальные варианты ($x_{it}^{n(i)}$).

В результате оптимизационных расчетов находятся значения всех удельных показателей, которые учитывались при моделировании оптимального мелиоративного режима. Например, для выделенных вариантов выписываются ежегодные значения объемов водоподдачи, дренажного стока и т.п. для всех лет расчетного периода, а также устанавливаются сроки достижения проектной урожайности возделываемых сельскохозяйственных культур и контрольных значений других показателей.

Предложенный подход, как представляется, позволит более обоснованно проводить подготовку планово-проектных вариантов формирования проектного мелиоративного режима ресурсосберегающего типа.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Воробьев Г.В. и др. Основные принципы экономического обоснования планово-проектных вариантов в мелиорации и водном хозяйстве и формирование критерия выбора. - Водные ресурсы, 1980, №2, с.92-100.

2. Терехов Л.Л. Производственные функции. - М.: Статистика, 1974. - 128с.

УДК 626.81(004.14):631.452(255)

Т.А.Трунова, канд.с.-х.наук,
зав.секторомФ.И.Галеева, мл.науч.сотр.
(НИИ экономики и нормативов
о ВЦ Госплана УзССР)

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

В условиях роста производства и ограниченности водных ресурсов ставятся новые задачи по рациональному и эффективному использованию воды в отраслях народного хозяйства и прежде всего в орошаемом земледелии.

Анализ технико-экономических показателей по развитию водного и сельского хозяйства свидетельствует о наличии больших резервов для повышения эффективности водопользования. В этом случае задача водного хозяйства заключается в осуществлении мероприятий по сокращению потерь воды в системе и в улучшении мелиоративного состояния земель; задача сельского хозяйства состоит в повышении отдачи орошаемого гектара за счет соблюдения агротехники, севооборотов и т.д.

Эффективность использования воды в настоящее время оценивается разными способами - стоимостью валовой продукции на каждые 1000 м³ воды, чистой прибылью на 1000 м³ воды, фондоемкость потребляемой воды и т.д. [1, 2].

Один из результирующих показателей, который применяют на макроуровне в современных плановых разработках, - удельная водоемкость национального дохода. На уровне отрасли полагаем наиболее целесообразным пользоваться понятием "показатель удельной водоемкости чистой прибыли", характеризующий расход воды (м³) на рубль чистого дохода. Его мы приняли для оценки эффективности использования оросительной воды в сельском хозяйстве. Он отражает результат конечной деятельности водного и сельского хозяйства на орошаемых землях, что особенно важно в условиях перехода отраслей на хозяйственный расчет.

Основным фактором, влияющим на конечный результат сельскохозяйственного производства, считается качество орошаемых земель (при соответствующей структуре и методах хозяйствования). Это

понятие включает целый ряд моментов. Главный из них — мелиоративное состояние земель и прежде всего засоление. Комплексным показателем качественного состояния орошаемых земель является оценка их плодородия по 100-балльной шкале. Под влиянием освоения, проведения мероприятий по окультуриванию, ликвидации засоления плодородие земель может повышаться: отмечено, что оно повышается с уменьшением засоления на 10...40% от исходного [3]. Эта зависимость позволяет прогнозировать изменение почвенного плодородия на основе прогноза засоления земель.

В экономном расходовании воды велика роль технического состояния оросительных систем, оценивающегося значением КПД. Величина последнего также может прогнозироваться при проведении реконструкции.

Итак, прогнозированию поддаются оба комплексных фактора (бонитет почвенного плодородия и КПД оросительных систем), от которых зависит эффективность водопользования, иначе — водоемкость чистой прибыли ($\text{м}^3/\text{р.}$).

Это обстоятельство позволяет вычислить изменение водоемкости чистой прибыли во времени, а также при определенном лимите воды планировать изменение общего объема прибыли в зависимости от мероприятий, меняющих плодородие и техническое состояние сети.

В результате статистической обработки фактических данных по Узбекской ССР за период 1985...1988 гг. нами получено корреляционное уравнение связи удельной водоемкости (B_y) с почвенным плодородием (Π_n) и КПД (T_c) оросительных систем. Значение бонитета плодородия принято по материалам Узгипрозема, чистой прибыли — Госкомстата УзССР, КПД — Госкомводхоза УзССР.

Корреляционное уравнение имеет вид:

$$B_y = -25,815 \cdot \Pi_n - 2576,674 \cdot T_c + 3480,443,$$

где B_y — удельная водоемкость, $\text{м}^3/\text{р.}$; Π_n — почвенное плодородие, балл; T_c — КПД гидромелиоративных систем.

Коэффициент корреляции $K = 0,67 \pm 0,03$.

Наряду с названными не менее важным фактором на современном этапе является нормирование водоподачи. В связи с этим нами предлагается следующая интерпретация полученного уравнения связи для применения его при прогнозировании на перспективу планируемых значений эффективности использования воды.

Снижение водоемкости чистой прибыли при повышении плодородия земель
и КИД оросительной сети (%)

Повыше- ние КИД	Повышение плодородия, балл									
	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0 20,0
0,0	0,0	4,0	8,5	13,0	17,0	21,0	26,0	30,0	34,0	38,0 43,0
0,02	4,0	8,5	13,0	17,0	21,0	26,0	30,0	34,0	38,0	43,0 47,0
0,04	8,5	13,0	17,0	21,0	26,0	30,0	34,0	38,0	43,0	47,0 51,0
0,06	13,0	17,0	21,0	26,0	30,0	34,0	38,0	43,0	47,0	51,0 55,0
0,08	17,0	21,0	26,0	30,0	34,0	38,0	43,0	47,0	51,0	55,0 60,0
0,10	21,0	26,0	30,0	34,0	38,0	43,0	47,0	51,0	55,0	60,0 64,0
0,12	26,0	30,0	34,0	38,0	43,0	47,0	51,0	55,0	60,0	64,0 68,0
0,14	30,0	34,0	38,0	43,0	47,0	51,0	55,0	60,0	64,0	68,0 72,0
0,16	34,0	38,0	43,0	47,0	51,0	55,0	60,0	64,0	68,0	72,0 77,0
0,18	38,0	43,0	47,0	51,0	55,0	60,0	64,0	68,0	72,0	77,0 81,0
0,20	43,0	47,0	51,0	55,0	60,0	64,0	68,0	72,0	77,0	81,0 85,0

По приведенному выше уравнению выполнены расчеты удельной водоемкости при различных сочетаниях КПД и почвенного плодородия с последующим пересчетом конечного результата в относительных величинах, т.е. установлено относительное (%) изменение от исходной удельной водоемкости с шагом вариации по КПД 0,02 и почвенному плодородию 2,0 балла, что отражено в таблице.

Представленные результаты расчетов позволят прогнозировать удельную водоемкость, а при заданном объеме используемой воды и прибыли на любую перспективу.

В качестве исходной принимается водоемкость, которая получена при проектной подаче воды на поле, вычисляемой согласно действующим методикам [4, 5] по известным значениям КПД, фактическому объему прибыли и бонитету почвенного плодородия.

Для наглядной иллюстрации предложенного способа прогнозирования эффективности использования воды и объема получаемой прибыли за счет проведения комплекса водосберегающих и мелиоративных мероприятий ниже, на примере, показан порядок выполнения прогнозных расчетов.

Исходная информация: бонитет почвенного плодородия - 71 балл; площадь орошаемых земель - 300 тыс.га; водопотребление: брутто - 4580 млн.м³, нетто - 2980 млн.м³; КПД системы - 0,65; чистая прибыль со всех орошаемых земель - 168 млн.р.; существующая водоемкость чистой прибыли - 27,3 м³/р. (4580 : 168).

Расчеты перспективных значений КПД и почвенного плодородия осуществляются по действующим методикам и в настоящей работе принимаются как заданные. Примем, что в перспективе при выполнении всех запланированных мероприятий (комплексная реконструкция, улучшение мелиоративного состояния земель и т.д.) почвенное плодородие будет оцениваться в 75 баллов, КПД возрастет до 0,75, т.е. соответственно на 4 балла и 0,1.

По расчетным показателям из приведенной таблицы вычисляем снижение (%) водоемкости. В рассматриваемом случае она уменьшится на 30%. Следовательно, в перспективе при выполнении всех мероприятий удельная водоемкость составит 19 м³/р. Если весь объем воды (4580 млн.м³) будет использоваться в орошаемом земледелии, можно по удельной водоемкости определить величину чистой прибыли:

$$4580:19=241 \text{ млн.р.}$$

Прирост чистой прибыли за счет проведения водосберегающих

и мелиоративных мероприятий составит $24I - I68 = 73$ млн.р.

Итак, рекомендуемый в настоящей работе принцип расчета эффективности использования водных ресурсов позволяет дать прогнозные ее значения на перспективу и оценить прибавку прибыли в зависимости от проведения комплекса водосберегающих и мелиоративных мероприятий. Интерпретация зависимости в относительных единицах дает возможность применить ее в готовящейся реформе цен (и соответствующих изменений прибыли) на сельскохозяйственную продукцию.

Считаем необходимым добавить к сказанному, что дополнительный прирост чистой прибыли против расчетного возможен в результате проведения мероприятий, не связанных с мелиорацией и водным хозяйством, а именно: совершенствование хозяйственного механизма (арендный и бригадный подряд), совершенствование структуры посевных площадей, улучшение агротехники и т.д.

Рассмотрение этих вопросов является самостоятельной темой сельскохозяйственной направленности и не входит в задачу настоящего исследования.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Трунова Т.А. Принцип экономической оценки эффективности использования водных ресурсов на ирригацию. - Науч. тр. Ин-т "Сред-азгипроводхлопок", Ташкент, 1987. Прогрессивные технические решения и обоснования при проектировании гидромелиоративных систем, с.130-134.

2. Ушаков Е.П. и др. Водные ресурсы: рациональное использование. - М.: Экономика, 1987. - 126с.

3. Методическое руководство по оценке плодородия почв для целей орошения. - Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1989. - 31с.

4. Трунова Т.А. Расчет оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. - Методические указания по созданию системы норм водопотребности и водоотведения в орошаемом земледелии. - Минск: ЦНИИКиВР, 1984, с.56-67.

5. Шредер В.Р. и др. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи. - Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1970. - 292с.

УДК 626.84:631.445.5(575.192)

Г.М.Хасанханова, канд.с.-х.
наук, нач.отд.Т.И.Хамзина, руковод.группы
(Средазгипроводхлопок)

УТОЧНЕНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ ПОЧВ ПУСТЫННОЙ ЗОНЫ

Важнейшими в системе мероприятий по интенсификации сельскохозяйственного производства являются те, что направлены на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель и повышение их плодородия. При этом особое значение отводится экономному и рациональному расходованию оросительной воды. Анализ сложившегося режима орошения хлопчатника в производственных условиях, уточнение режима орошения и расчет оптимальных размеров поливных и оросительных норм для хлопчатника – цель настоящей работы.

Объектом исследований выбраны почвы пустынной зоны Каршинской степи. Наблюдения проводились в 1986 и в 1987 гг. в совхозе №25 Бахористанского района на двух опытно-производственных участках с характерными типами почв:

участок I – серо-бурные орошаемые, незасоленные, легко- и среднесуглинистые, с прослоями супеси и песка, скорость фильтрации 14,0 мм/ч, слабокарбонатные, негипсоносные. Содержание гумуса незначительно: 0,4...1,5%. Грунтовые воды слабоминерализованные, залегают на глубине 2,0...2,35 м. Дренаж отсутствует;

участок 2 – такырно-луговые орошаемые, слабозасоленные, глинистого и тяжелосуглинистого механического состава в первом метре, облегчающиеся с глубиной до песка и легкого суглинка, скорость фильтрации 4,0 мм/ч, негипсоносные, с невысоким содержанием гумуса (0,49...0,51%) и карбонатов. Грунтовые воды слабоминерализованные, залегают на глубине 2,0 м. Дренаж отсутствует.

Основные водно-физические свойства рассматриваемых почв представлены в табл. I.

По гидрогеологическим условиям территория опытно-производственных участков, в силу малых уклонов и дренирующей толщи, обуславливающих затрудненный общий подземный приток и отток грунтовых вод, относится к почвенно-мелиоративной области "в" [1].

Таблица I

Основные водно-физические свойства почв

Глубина расчет- ного слоя, см	Удель- ный вес частиц, г/см ³	Удель- ный вес, г/см ³	Показатель, % от объема					Меха- ничес- кий состав 0,01%
			Общая пороз- ность	ППВ	Пороз- ность аэра- ции	ММВ	Запас про- дуктив- ной влаги	

Серо-бурые почвы

0-20	2,66	1,45	45,5	19,6	25,9	15,1	4,5	20,5
20-40	2,66	1,74	34,6	19,7	14,7	13,0	6,7	15,0
40-65	2,68	1,75	34,7	20,0	14,7	10,0	10,0	8,0
65-95	2,67	1,49	44,2	17,1	27,1	10,0	7,1	-
95-125	2,69	1,51	43,9	30,4	13,5	23,4	7,0	33,0
125-145	2,68	1,53	42,9	30,4	12,5	20,0	10,4	20,5
145-165	2,68	1,49	44,4	31,1	13,3	19,0	12,1	20,5
165-180	2,66	1,55	41,7	-	-	-	-	-
0-100	2,67	1,60	40,1	19,5	20,6	12,3	7,2	-

Такирно-луговые почвы

0-30	2,67	1,42	46,8	34,6	15,8	27,0	4,0	65,5
30-50	2,69	1,51	43,9	36,1	11,6	26,0	6,3	65,0
50-70	2,67	1,44	46,1	33,5	16,1	25,0	5,0	51,0
70-100	2,68	1,53	42,9	35,4	11,2	29,0	2,7	70,0
100-120	2,67	1,52	43,1	-	-	-	-	-
120-140	2,67	1,52	43,1	-	-	-	-	-
140-170	2,67	1,47	44,9	-	-	-	-	-
0-100	2,68	1,48	44,8	35,0	13,5	27,0	4,3	-

Исследования включали наблюдения за водно-солевым режимом почвогрунтов зоны аэрации и режимом грунтовых вод методом регистрации показателей на закрепленных динамических точках, расположенных между двумя створами, с целью охвата начала, середины и конца борозды.

Результаты изучения водного режима почвогрунтов на обоих участках в 1987г. приводятся в табл.2.

Согласно данным табл.2 фактические значения поливных норм по динамическим точкам колеблются в большом диапазоне - от 1500 до 5550 м³/га.

Влажность почвогрунтов зоны аэрации в 1986г. на участке с

Таблица 2

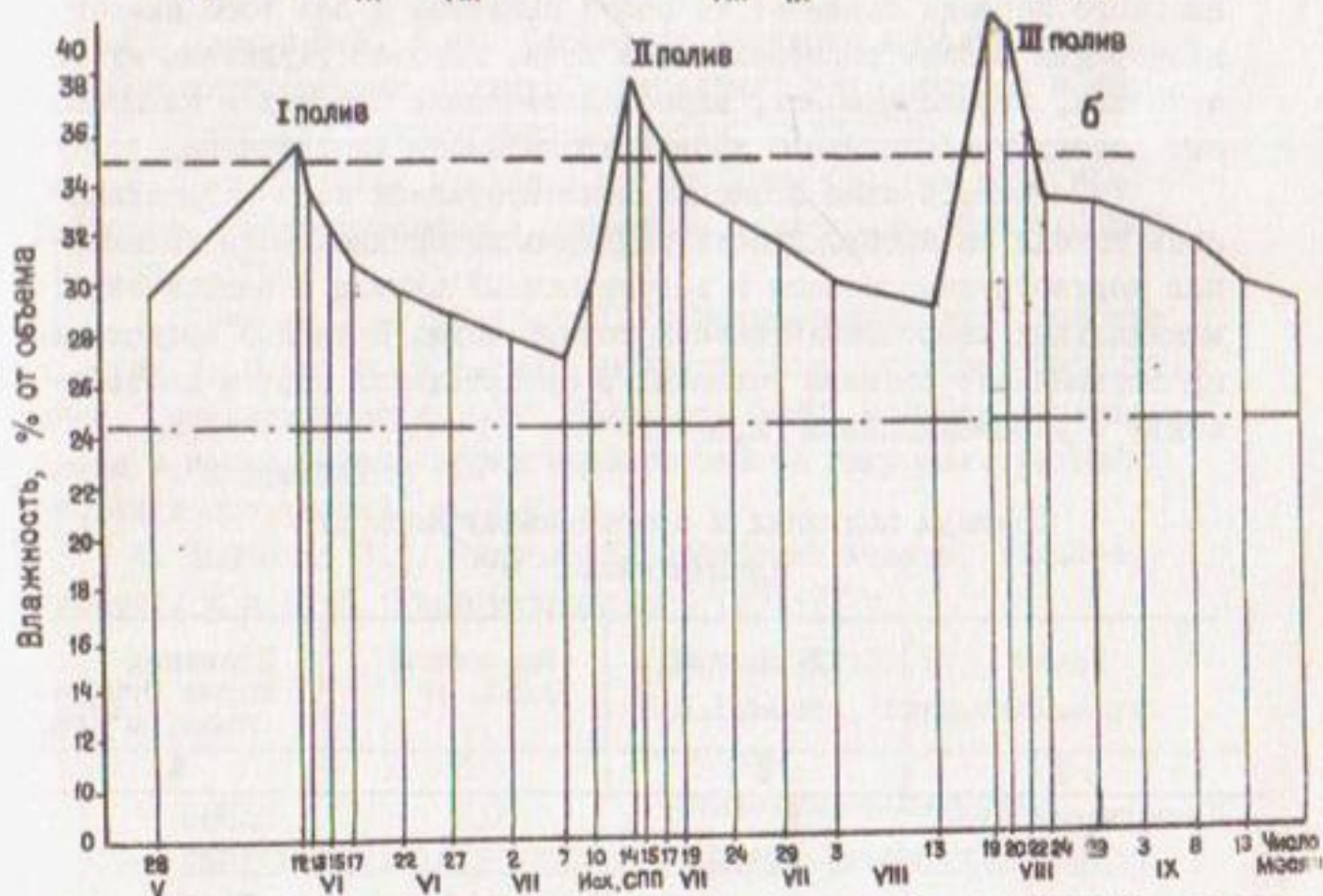
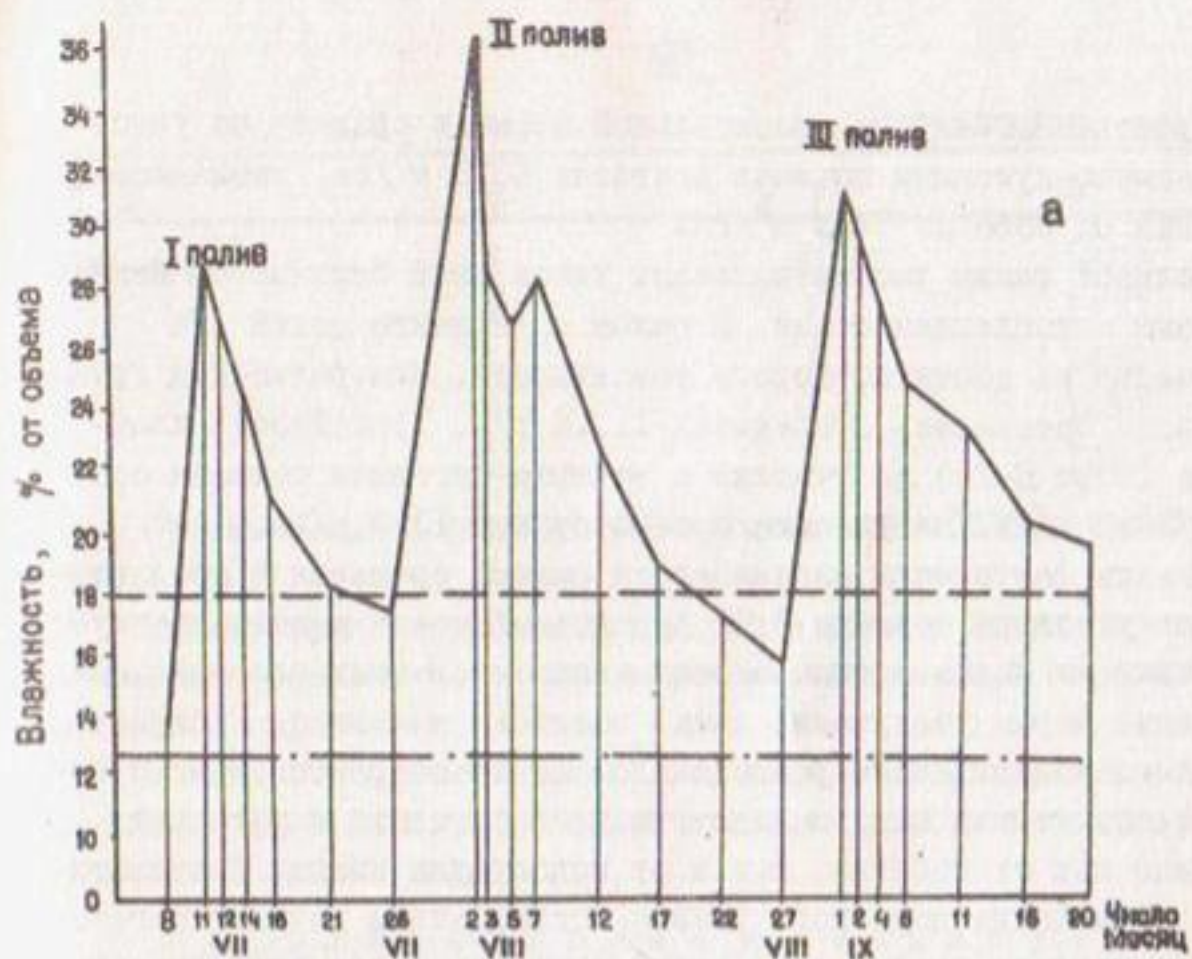
Фактические поливные и оросительные нормы
для хлопчатника

Серо-бурые почвы				Такирно-луговые почвы			
Поливная норма, м ³ /га			Ороси- тель- ная норма, м ³ /га	Поливная норма, м ³ /га			Ороси- тельная норма, м ³ /га
I	II	III		I	II	III	
3390	2230	1530	7150	1524	2451	2690	6665
5470	3180	2290	10940	1675	1900	1993	5568
3580	2850	2600	9030	2863	1561	2685	7109
4840	3430	2470	10740	2570	1764	3118	7452
5550	3220	2520	11290	1727	1933	2125	5785
2560	1560	1800	5920	1578	2067	2013	5658
Среднее по полю			9175				6373
Проектная ороситель- ная норма			7100				6800

серо-бурыми почвами после поливов значительно превышала ППВ. Избыток влаги пополнял грунтовые воды на 0,9...1,8 м, вследствие чего их уровень достигал 50...75 см от поверхности.

Аналогичным образом складывался режим увлажнения и во второй год исследований. Величина поливной нормы при первом поливе достигла 4230 м³/га, из которых 2500 уходило на пополнение грунтовых вод. Второй полив хлопчатника проведен преждевременно, при влажности, соответствующей ППВ (рисунок). Уровень грунтовых вод при этом поднялся до 1,0 м. Начало третьего полива несколько затянулось - до нижнего предела оптимума влажности. Размер оросительной нормы в среднем по участку с серо-бурыми почвами составил 9175, что на 2075 м³/га выше проектной величины.

Фактический водный режим на участке с такирно-луговыми почвами отличается значительной неравномерностью поливных норм по динамическим точкам (табл. 2), достигающих в среднем 2185...2465 м³/га. В результате происходил подъем уровня грунтовых вод до 1,0 м от поверхности. Влажность нижележащих горизонтов вследствие близкого стояния грунтовых вод сохранялась высокой, а выше-лежащие слои иссушались до значения нижнего предела доступной



Режим влажности почв: а - серо-бурых, б - тамырных; — влажность почвогрунтов в слое 0...100 см; ---- предельная полевая влагоемкость (ПВВ) в слое 0...100 см; -.-.-.- 0,7 ПВВ

влаги (рисунок). Величина оросительной нормы в среднем по участку с такирно-луговыми почвами достигла $6373 \text{ м}^3/\text{га}$, изменяясь по точкам от 5868 до $7452 \text{ м}^3/\text{га}$.

Солевой режим рассматриваемых типов почв отличается незначительным накоплением солей. В целом содержание солей M_a практически не достигло порога токсичности. Минерализация грунтовой воды оставалась в пределах $1...5 \text{ г/л}$. Урожайность хлопчатника (сорт Н-25) на участке с такирно-луговыми почвами составила $20,7 \text{ ц/га}$, на участке с серо-бурыми $13,3 \text{ ц/га}$.

Анализ фактически сложившегося режима орошения в производственных условиях совхоза № 25 Каршинской степи свидетельствует о практически повсеместном несоблюдении проектных рекомендаций —

поливные нормы увеличены, число поливов уменьшено. Избыток влаги непроизводительно расходовался на эвапотранспирацию и пополнение грунтовых вод, вследствие чего растения испытывали угнетение как от избытка, так и от недостатка влаги. Систематическое применение подобного режима водоподачи в течение вегетационного периода повлечет за собой снижение и без того низкого плодородия рассматриваемых типов почв, вызовет ухудшение их физических, агрохимических, агробиологических свойств и не позволит достигнуть заданного уровня урожайности хлопчатника.

Уточнение режима орошения почв пустынной зоны осуществлялось исходя из необходимости поддержания оптимального увлажнения корнеобитаемого слоя в вегетационный период и обеспечения минимальных непроизводительных потерь воды. В табл. 3 представлены оптимальные размеры поливных и оросительных норм в соответствии с рекомендациями [2,3].

Таблица 3
Размеры поливных и оросительных норм для
хлопчатника

Почвы	№ полива	Расчетный слой, м	Поливная норма брутто-поля, $\text{м}^3/\text{га}$
I	2	3	4
Такирно-луговые	1	0,8	1580
	2	1,0	1740
	3	1,0	1740
	4	1,0	1740

I	2	3	4
Серо-бурые	1	0,8	1210
	2	1,0	1480
	3	1,0	1480
	4	1,0	1480
	5	1,0	1480

Оросительная норма такирно-луговых почв 6800, серо-бурых 7130 м³/га.

Подъем уровня грунтовых вод после полива этими нормами согласно [4] составит на такирно-луговых почвах 12,5 см, серо-бурых -16,7 см.

Соблюдение рекомендуемого режима орошения гарантирует повышение эффективности использования почвенного потенциала и экономию поливной воды.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Шредер В.Р. и др. Расчетные значения оросительных норм сельскохозяйственных культур в бассейнах рек Сырдарьи и Амударьи.- Ташкент: Средазгипроводхлопок, 1970.-292с.

2. Методические указания по созданию системы норм водопотребности и водоотведения в орошаемом земледелии.-Минск:ЦНИИКи ВР, 1984.-129с.

3. Трунова Т.А., Волкова Г.Г. Водно-физические свойства и режим орошения почв легкого механического состава.-Науч.тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1980. Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений, с.12-24.

4. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Изд.2-е, перераб. и доп.-Л.:Гидрометеиздат, 1975.-373с.

УДК 546.212:33(575)

Б.Ж.Хуманов, канд.техн.наук,
гл.спец.

(Средазгипроводхлопок)

ОБ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЭКОНОМИИ ОРОСИТЕЛЬНОЙ ВОДЫ В АРИДНОЙ ЗОНЕ

При создавшемся дефиците водных ресурсов на орошение в аридной зоне - среднеазиатских республиках и южных областях

Казахстана – первоочередной задачей является применение комплекса научно обоснованных эффективных мероприятий с целью экономии оросительной воды.

Опыт эксплуатации ирригационных систем на староорошаемых землях и многолетние исследования усовершенствованной сети в зонах нового орошения показывают, что потенциальные водные ресурсы в регионе еще полностью не исчерпаны. Они могут быть получены за счет комплекса мероприятий:

- уточнения существующего режима орошения и усовершенствования техники полива;
- реконструкции староорошаемых земель;
- использования дренажных и сбросных вод на орошение.

Для решения вопроса об изменении режима орошения в первую очередь необходимо обобщение данных об имеющихся режимах для различных почвенно-мелиоративных условий. Затем следует выполнить детальный научный анализ принятого метода расчета режима орошения и оценить его достоверность на крупных опытно-производственных участках или на отдельных массивах.

Наблюдения на опытно-производственных участках показывают, что в существующем режиме орошения таится значительный резерв оросительной воды. К примеру, в условиях проливных лессовых равнин в Каршинской степи при глубине залегания грунтовых вод от 3 до 5 м орошение хлопчатника проводится нормой 8...10 тыс. м³/га при трех-четырех поливах, в то время как проектом орошения на этих землях предусмотрен полив нормой до 12...14 тыс. м³/га в начале освоения и 8...10 тыс. м³/га – при близком залегании грунтовых вод. На этих землях выращивают богатые урожаи хлопка – 30...35 ц/га.

На староорошаемых землях Каршинской степи с несовершенным орошаемым земледелием, характеризующимся отсутствием систематического дренажа (только открытые коллекторы, заложенные через 800...1000 м) и капитальной планировки, примитивностью внутрихозяйственной сети, фактическая оросительная норма составляет от 14 до 17 тыс. м³/га при близком залегании грунтовых вод. Поливная вода в этом случае расходуется на непродуктивное испарение и сбросы в коллекторы в период поливов. Уменьшение нормы орошения до 8...10 тыс. м³/га даст значительную экономию оросительной воды без ущерба для мелиоративного состояния земель и

урожайности, но только после проведения капитальной реконструкции этих земель согласно проекту и усовершенствования техники полива.

Реконструкция, цель которой — уменьшение непроизводительных потерь оросительной воды на староорошаемых землях, включает следующие мероприятия:

- усовершенствование внутрихозяйственной и межхозяйственной оросительной сети;
- создание систематического дренажа оптимальной мощности, рассчитанной на нагрузку, создаваемую уточненным режимом орошения для различных почвенно-мелиоративных условий;
- капитальная перепланировка этих земель.

Экономия оросительной воды может быть получена при осуществлении намеченных выше мероприятий и обязательном учете всех природных и водохозяйственных условий на рассматриваемых оросительных системах.

При анализе мелиоративных условий на существующих оросительных системах становится очевидным, что комплексный подход к решению поставленной проблемы возможен преимущественно на старых оросительных системах. И вот почему: на староорошаемых землях, во-первых, необходим пересмотр режима орошения; во-вторых, обязательно усовершенствование оросительной сети и магистральных каналов; в-третьих, представляется возможным использовать дренажные и сбросные воды на орошение.

Дело в том, что на землях старого орошения практически вся оросительная сеть построена без облицовки, грунтовые воды зоны активного водообмена сравнительно опреснены, следовательно, дренажные воды имеют пониженную минерализацию. Тип минерализации изменился: был хлоридный и хлоридно-сульфатный, стал сульфатно-хлоридный и сульфатный, т.е. произошел вымыв сильно-токсичных солей из грунтов, особенно из почвенного слоя.

Если дренажный сток со сбросами поверхностных вод составляет $2000 \text{ м}^3/\text{га}$, использование его половины на орошение в смеси с пресной водой приводит к экономии 10 млн. м^3 оросительной воды на каждые 10000 га орошаемых земель. В масштабе всех староорошаемых земель среднеазиатских республик экономия оросительной воды выразится в значительных объемах.

Применение дренажных вод на орошение должно быть обосновано и связано с конкретными природными условиями и физиологичес-

кими свойствами возделываемых сельхозкультур. Это требует самостоятельного изучения.

Проблему использования дренажных и сбросных вод разрабатывают многие научно-исследовательские и проектные организации в республиках Средней Азии и Закавказья. Однако выполненные экспериментальные и опытно-производственные исследования освещают в большинстве случаев отдельные стороны вопроса. Разрешение данной проблемы требует комплексного изучения, а именно:

- установление допустимой минерализации дренажного стока и ее типа для использования на орошение в зависимости от возделываемых сельскохозяйственных культур, почвенно-мелиоративных и гидрогеологических условий;
- определение критериев влияния минерализованных вод на качество и количество урожаев сельхозкультур;
- разработка методики составления прогноза формирования солевого состава поровых растворов в корнеобитаемой зоне почвы при орошении водами с различной минерализацией в различных засоленных почвогрунтах на фоне работы систематического дренажа;
- оценка взаимосвязи минерализации дренажного стока и грунтовых вод, а также минерализации грунтовых вод и засоленности почвогрунтов на фоне орошения и работы систематического дренажа;
- прогнозирование дренажного стока на старо- и новоорошаемых землях на фоне уточненного режима орошения;
- прогнозирование дренажного стока и изменения его солевого состава в связи с использованием минерализованных вод на орошение;
- районирование орошаемых территорий по степени использования дренажных вод на орошение в зависимости от вида оросительной системы: замкнутая, полужамкнутая, частично замкнутая, открытая.

В замкнутой оросительной системе дренажный сток полностью используется на орошение. Сброс дренажных вод абсолютно исключается. Такая система орошения применима на землях предгорных адиров, где почвогрунты слабозасолены или незасолены, подземные воды практически пресные или слабоминерализованные. В верхних частях орошаемых территорий дренаж не потребуется, а в нижних он чаще всего имеет двойное действие: осушительное и оросительное.

Полужамкнутая система применяется на староорошаемых землях,

где почвогрунты зоны аэрации промыты от сильнотоксичных легко-растворимых солей и грунтовые воды имеют пониженную минерализацию (3...5 г/л). На основе водно-солевого баланса до 50% дренажного стока отводится за пределы орошаемого массива, другая его половина используется на орошение.

Частично замкнутая система имеет место на тех массивах, где орошение и освоение осуществлялись поэтапно. В ранее освоенных частях массива дренажные воды частично можно использовать на орошение на основе расчетов водно-солевого баланса.

К открытым системам относятся современные оросительные системы в основном на целинных землях, где весь дренажный сток отводится за пределы орошаемого массива. Это — новая зона орошения Голодной, Джизакской, Каршинской степей и Караулбазарский массив, где в настоящее время дренажный сток отводится в Арнасайское понижение, р.Амударью через Суландагское понижение. Для этих массивов необходимо составить прогноз изменения минерализации и объемов дренажного стока.

Как видно из вышеизложенного, поставленные задачи подразделяются на две группы: 1) фундаментальные; 2) прикладные.

Фундаментальные исследования должны выполняться, по-нашему, научно-исследовательскими институтами Академии наук УзССР, а прикладные — ведомственными и проектными институтами.

Для решения вышеперечисленных задач в комплексе должна быть организована межведомственная комиссия по руководству выполнением опытно-производственных и фундаментальных исследований, а также по составлению рекомендаций для практического использования. Нам представляется, что такую комиссию следует создать при Госплане УзССР.

УДК 626.81(575)

А.Н.Морозов, гл. спец.

Г.Г.Решетов, канд.с.-х.наук,
гл. спец.

(Средазгипроводхлопон)

ОБЩАЯ СХЕМА(КОНЦЕПЦИЯ) РАЗВИТИЯ ОРОШЕНИЯ В БАССЕЙНАХ РЕК СРЕДНЕЙ АЗИИ

Орошение в бассейнах Амударьи и Сырдарьи развито к настоящему времени на площади свыше 7 млн.га. На части этой территории водоподача на орошение осуществляется из оросителей с анти-

фильтрационными покрытиями (лотки, трубопроводы, бетонированные каналы). Однако на большей части орошаемых земель подвод оросительной воды к полям производится с помощью оросителей в земляных руслах, что ведет к большим инфильтрационным потерям поливной воды. Почти повсеместно снабжение сельскохозяйственных культур водой осуществляется с помощью поливов по бороздам и в основном без применения какой-либо поливной техники. Это приводит к большим непроизводительным потерям воды за счет неравномерного увлажнения поливных карт. КПД существующих оросительных систем (суммарный КПД оросительной сети и техники полива) в основном колеблется от 0,3 до 0,5.

Такое расточительное водопользование привело к необходимости довольно интенсивного отвода излишних вод с орошаемых территорий с помощью искусственного дренажа, а также к решению ряда сложных взаимосвязанных проблем. Существующая система освоения крупных массивов Средней Азии под орошаемое земледелие предполагает заметное преобразование мелиоративного состояния не только осваиваемых и прилегающих земель, но и региона в целом. Интенсивное развитие орошения в Средней Азии, получившее широкий размах в верховьях рек, не прошло бесследно для нижерасположенных районов и особенно для их низовьев. Сложившееся положение привело к заметному усыханию Аральского моря, опустыниванию плодородных гидроморфных почв, ухудшению качества речных и оросительных вод.

Устранению или существенному ослаблению названных отрицательных последствий должны способствовать реконструкция имеющихся оросительных систем и упорядочение водопользования путем строгого нормирования подачи воды в верхнем и среднем течении рек с целью повышения коэффициента ее использования, увязанные с главными задачами орошения. В свете этого назрела необходимость разработки более совершенной общей концепции развития орошения в бассейнах рек Средней Азии, отвечающей современным экологическим, агроэкономическим и другим требованиям.

Основная цель орошения — эффективное использование земель для получения максимально возможной продукции сельскохозяйственного производства высокого качества при обеспечении

- расширенного воспроизводства плодородия почв используемых территорий;
- мелиоративного благополучия орошаемых и прилегающих к

ним земель;

- требований по охране почв и окружающей среды;
- условий экономного расходования поливной воды на единицу продукции;
- максимально возможной механизации возделывания и уборки сельхозкультур.

В среднеазиатском регионе при искусственном регулировании стока с помощью водохранилищ рациональное и экономически оправданное орошение определенной части территории должно отвечать всем названным выше задачам и требованиям. Следовательно, орошение земель в верхних частях бассейнов рек не должно осложнять и ухудшать состояния почв, речных и коллекторно-дренажных вод средней и нижней частей.

Одним из главных современных требований при освоении земель является необходимость использования почвозащитных технологий, не только не разрушающих естественного почвенного плодородия, а способствующих его сохранению и повышению. Эти условия обязаны соблюдать при проведении мелиоративных, агротехнических и других работ. Поэтому при планировочных работах, промывке почв, прокладывании дрен и дорог и т.п. необходимо применять такие способы, которые предусматривают сохранение верхнего, плодородного слоя почв. При орошении должны осуществляться противоэрозионные мероприятия, меры, предупреждающие вторичное засоление, интенсивная агротехника, направленная на расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Особо важное значение приобретает необходимость использования для полива сельскохозяйственных культур вод хорошего качества, которые способствовали бы регулированию солевого режима почв и выращиванию качественного урожая. Только такие почвооадающие технологии приемлемы с позиций почвенно-экологических требований, и именно они должны найти применение на осваиваемых землях [1].

Орошаемые и подлежащие орошению почвы Средней Азии характеризуются различным плодородием, в том числе низкими и крайне низкими его значениями, особенно в пустынной зоне. Вместе с тем соответствующими приемами мелиоративной подготовки почв и современной высокой культурой земледелия можно обеспечить подъем и расширенное воспроизводство почвенного плодородия осваиваемых земель.

Поддержание и расширенное воспроизводство почвенного пло-

дородия в хлопковой зоне осуществимо только при строгом соблюдении комплекса мероприятий:

- возделывание хлопчатника должно сочетаться с периодическим культивированием люцерны и сидератов, что послужит основой для развития животноводства и получения необходимого количества органических удобрений;
- систематическое сбалансированное внесение органических и минеральных удобрений в почву;
- соблюдение приемов агротехники и режима орошения сельскохозяйственных культур;
- применение периодической глубокой вспашки или рыхления уплотняющихся почв;
- создание необходимой дренированности и облесения территории.

Ставя задачу ускорения процесса окультуривания почв и получения на них высоких урожаев, следует помнить, что при равной водообеспеченности и одинаковой агротехнике возделывания на почвах с высоким плодородием получают больший урожай. Поэтому повышение плодородия почв равноценно экономии воды на единицу производимой продукции. Следовательно, положительное решение вопроса расширенного воспроизводства почвенного плодородия создает тот благоприятный фундамент, на котором можно интенсивно развивать сельскохозяйственное производство при экономном расходовании воды, что весьма важно в условиях нарастающего водного дефицита, особенно в среднеазиатском регионе [1].

Известно, что качество речных вод ухудшается из года в год вниз по течению за счет выклинивания в них грунтовых вод и поступления дренажно-сбросных. Вместе с этими стоками в реки попадают вымываемые из почвы нитраты, остатки других применяемых удобрений, ядохимикаты. Особенно сильно эти процессы проявляются при больших гипсометрических перепадах, когда регулярное орошение высокорасположенных земель осложняет мелиоративное состояние низкорасположенных созданием дополнительных напоров и интенсивным выклиниванием грунтовых вод. Обычно такая напорность снимается системой заградительного вертикального дренажа, однако при этом вовлекается в солеобмен достаточно мощная толща подстилающих грунтов, что нежелательно из-за дополнительного выноса реликтовых запасов солей и усиленного загрязнения водоисточников.

Местами для орошения повторно используются дренажно-сбросные минерализованные воды, что также нежелательно, так как отрицательный эффект от применения их очевиден, хотя полностью не выявлен. В конечном счете дренажно-сбросные воды попадают в реки или отводятся в специально выделенные крупные водоприемники.

Если проследить за минерализацией речных вод почти всех рек Средней Азии, можно констатировать, что в местах формирования (в верховьях) вода имеет минерализацию не более 0,3...0,4 г/л при благоприятном химическом составе. В средней и нижней частях рек минерализация вод значительно увеличивается. Например, в верховьях Сырдарьи отмечается 0,3...0,4 г/л плотного остатка, в средней части, в районе Голодной степи, минерализация 1,0...1,5 г/л, а в нижней 2,0...2,5 г/л и более при неблагоприятном химическом составе. Аналогичная картина наблюдается и по Амударье, но здесь для улучшения качества вод реки предложено решение о сборе формирующихся коллекторно-дренажных вод в специально запланированный для этого крупный магистральный коллектор, с помощью которого станет возможным отвести их непосредственно в Аральское море.

Сказанное свидетельствует о том, что продолжение сброса вод, загрязненных растворимыми удобрениями и ядохимикатами, в реки становится губительным.

Оптимальны ли решения принятой цепи взаимосвязанных мероприятий? По-видимому, нет. Получается, что мы все время боремся с последствиями использованных несовершенных технологий. Применяя из-за несовершенной техники полива с самого начала большие оросительные нормы (15...17 тыс. м³/га), в два-три раза превышающие потребности, мелиораторы вынуждены включиться в борьбу по отводу и утилизации формирующегося излишнего дренажно-сбросного стока, предусматривать дополнительные меры по рассолению вторично засоляемых почв, возникновение которых связано с подъемом минерализованных грунтовых вод. Причина — низкое техническое состояние проводящей сети, отсутствие необходимой поливной техники, позволяющей равномерно распределить поливную воду по полям при минимальных потерях на ее доставку и при использовании.

К тому же следует помнить, что сам отвод минерализованных

вод в специальные водоемы и естественные понижения не является решением проблемы, так как нигде не нужны загрязненные и отравленные воды, в том числе и в Аральском море. В противном случае мы будем вынуждены эту цепь мер продолжить в связи с тем, что скопление таких вод может губительно сказаться и уже сказывается на окружающей нас среде.

Существует ли другой путь, более надежный? Да, такой путь есть. Он зиждется на применении более высокой культуры земледелия, внедрении водосберегающей, водоохранной и почвозащитной технологий. Переход на такие технологии потребует дополнительных больших затрат и прежде всего на поливную технику. Именно повсеместное внедрение современной поливной техники способно значительно уменьшить расход оросительной воды на вегетационные поливы. В сложившихся условиях необходимо проведение жесткого курса на всемерную экономию воды, так как последствия расточительности водопользования не могут быть исправлены дренажем [2].

Нормированная водоподача вместе с антифильтрационными мероприятиями на каналах позволит не только сэкономить воду, но и улучшить мелиоративное состояние орошаемых земель. Осуществление нормированной водоподачи возможно только при широкомасштабном внедрении поливной техники: дождевания, механизированного бороздкового полива, комплектов поливных трубопроводов для полива по укороченным бороздам, капельного орошения и т.п., — применяемой в соответствии с природными условиями. Надо руководствоваться правилом: поливные нормы брутто, рассчитанные по формуле А.Н.Костякова [3], должны мало отличаться от поливных норм нетто, которые устанавливаются с учетом оптимальной разницы влагозапасов определенного слоя почв до и после поливов.

Особо следует остановиться на дождевании. Несмотря на то, что Средняя Азия является одним из самых древних районов орошения, этот способ полива здесь почти не развит. А между тем применять его можно на больших площадях и прежде всего на высоководопроницаемых маловлагодеемких почвах, где рекомендуются вегетационные поливы малой поливной нормой за короткое время. В таких условиях традиционный бороздковый полив, даже при использовании специальных поливных комплектов, вряд ли может конкурировать с дождеванием. Аналогичное мнение высказывают Г.Ю.Шейнкин [4], Н.Т.Лактаев [5], А.А.Рачинский, В.К.Севрюгин [6] и др.

В Средней Азии дождевание эффективно на щебнисто-галечниковых мало- и среднемощных почвах с глубокими грунтовыми водами (I и II гидро модульные районы), легкоосуглинисто-супесчаных и песчаных почвах в условиях близкого залегания пресных грунтовых вод, где этот способ полива позволяет избежать либо громадных глубинных сбросов, либо большой неравномерности полива при относительно низких затратах и высокой производительности труда. Территориально это предгорные пролювиальные равнины, аллювиальные долины рек и районы эоловых аккумуляций.

На суглинистых почвах эффективнее механизировать бороздковый полив или применять поливные комплекты из трубопроводов различных размеров, позволяющих использовать короткие борозды (до 100 м) с целью достижения равномерности полива до 0,7...0,9 и уменьшения глубинных, но особенно - поверхностных сбросов. Поливы по коротким бороздам крайне необходимы на орошаемых почвах, если проведено глубокое рыхление для ликвидации образующихся в них плотных подпахотных горизонтов, отрицательно влияющих на нормальное развитие корневой системы растений. Такой прием резко повышает водопроницаемость почв, вследствие чего возникает необходимость поливов по коротким бороздам.

Лишь на тяжелосуглинисто-глинистых почвах с низкой водопроницаемостью, расположенных на пониженных выположенных равнинах, при хорошей планировке предпочтительны поливы по длинным бороздам.

Из сравнительного анализа эффективности использования оросительной воды на существующих оросительных системах [7] видно, что наиболее высокий удельный водозабор (15...17 тыс. м³/га и более) и наибольшие затраты воды на единицу урожая хлопка (400...600 м³/ц) отмечаются на оросительных системах с оросителями в земляных руслах при примитивной технике бороздкового полива. В новой зоне Голодной степи на лотковых оросителях и бороздковым способе полива удельный водозабор значительно меньше - 9700 м³/га при затратах воды на единицу урожая 320 м³/ц, а в совхозе "Пахтаарал" при орошении дождеванием из оросителей в земляных руслах эти же показатели самые низкие - 9200 м³/га и 230 м³/ц соответственно. Направляется вывод о целесообразности соединения облицовки оросителей и механизации полива. Очевидно, только в этом случае можно добиться наиболее желаемых показателей. К тому же не следует забывать, что одной из причин ухудшения мелио-

ративного состояния земель в совхозе "Пахтаарал" стали густо расположенные (через 100 м) временные оросители в земляных руслах — они способствовали быстрому подъему грунтовых вод и засолению земель.

Повсеместное внедрение необходимой поливной техники позволит избежать ненужных инфильтрационных потерь и значительно уменьшит дренажно-сбросной сток, однако минерализация его возрастет. Дальнейшая судьба этого стока должна решаться однозначно — его следует деминерализовать и очистить, для чего необходимы специальные очистные и опреснительные установки. Только очищенная вода должна сбрасываться в реки или использоваться повторно в хозяйствах. Такой же очистке подлежат и все промышленные стоки, чтобы качество воды в источниках орошения оставалось высоким.

Конечно, внедрение таких совершенных технологий потребует больших энергетических и материальных затрат, но они оправданы. Во-первых, предполагаемое возрастание потребления электроэнергии в вегетационный период совпадает с максимальными пусками воды из водохранилищ, организуемыми для полива сельхозкультур; во-вторых, переход на более металло- и материалоемкие технологии поливов (дождевальные установки, трубопроводы и т.д.) снижает расход таковых при строительстве коллекторно-дренажной сети, в том числе за счет исключения перехватывающего вертикального дренажа, так как нагрузка на дренаж существенно уменьшится; в-третьих, ожидаются значительные объемы сэкономленной поливной воды (как минимум на одну треть от существующего водопотребления), которая вместе с очищенными коллекторно-дренажными водами может быть направлена в Аральское море либо на расширение орошаемых площадей; в-четвертых, не ухудшается мелиоративное состояние прилегающих земель и региона в целом; в-пятых, обеспечивается широкая механизация одной из самых трудоемких операций в сельском хозяйстве — проведение вегетационных поливов; в-шестых, благодаря своевременному проведению поливов и возможности одновременно осуществлять их на больших площадях исключается подсушка возделываемых культур, а следовательно увеличиваются их темпы развития и урожайность; в-седьмых, появляется реальная возможность более экономного использования минеральных удобрений за счет меньшего вымыва вглубь. Как видно, предлагаемый путь вполне отвечает почвозащитным, эколо-

гическим и социальным требованиям и в целом оправдан экономически.

Итак, генеральная стратегия развития орошения в Средней Азии — экономное расходование поливной воды, минимизация коллекторно-дренажного стока и его деминерализация. В связи с этим все подводящие каналы и оросители, особенно в староорошаемой зоне, нужно обеспечить гидроизоляционным покрытием; должно получить дальнейшее развитие "древо" оросительной сети, чтобы можно было легко и с минимальными потерями поливать необходимым способом, чтобы КПД техники полива и равномерность водораспределения при поверхностном способе были не меньше 0,7...0,9 и 0,7...0,8 соответственно, что возможно лишь при тщательной планировке поливных карт.

Рациональному использованию водных ресурсов будет способствовать внедрение научно обоснованных севооборотов и интенсивной технологии возделывания сельхозкультур. Следовало бы полностью исключить из сельхозоборота в верхней и средней частях бассейнов Сырдарьи и Амударьи культуры с высоким водопотреблением, такие как рис, разместив их полностью в низовьях. В будущем экономия воды на единицу продукции можно ждать от появления новых более засухоустойчивых или менее влаголюбивых сортов основных культур.

Благоприятные водно-воздушный и солевой режимы почв при реализации предлагаемой концепции обеспечиваются созданием устойчивых медленных нисходящих токов почвенных растворов, исключая восходящее движение влаги и солей в корнеобитаемую зону.

При этом нагрузка на дренаж в зонах с близким залеганием грунтовых вод уменьшится на величину устраненных непроизводительных потерь оросительной воды, что в ряде случаев позволит обойтись сетью коллекторов без полевых дрен.

Таким образом, оценка существующих систем орошения позволяет сформулировать на ближайшее будущее общую схему (концепцию) развития орошения в виде упомянутого выше комплекса взаимосвязанных мероприятий. Реализация их поднимет на качественно новый уровень культуру орошаемого земледелия в Средней Азии за счет более экономного расходования оросительной воды и вносимых удобрений, уменьшения до минимума доли коллекторно-дренажного стока с используемых земель, что отвечает как требованиям охраны почв, так и окружающей среды в целом [8].

Следовало хотя бы в укрупненных показателях проработать различные варианты конструкций мелиоративных систем для основных природных комплексов с целью выбора оптимального сочетания их при реализации изложенной концепции.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Решетов Г.Г. О плодородии аридных почв и его расширенном воспроизводстве в условиях орошения. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1986. Проектирование совершенных гидромелиоративных систем в аридной зоне, с.70-77.

2. Егоров В.В., Минашина Н.Г. Развитие оросительных мелиораций и задачи мелиоративного почвоведения. - Почвоведение, 1987, №10, с.53-63.

3. Костяков А.Н. Основы мелиораций. Изд.6-е, доп. и перераб. - М.: Госсельхозгиз, 1960. - 622с.

4. Шейнкин Г.Ю. Техника и организация орошения в Таджикистане. - Душанбе: "Ирфон", 1970. - 430с.

5. Лактаев Н.Т. Полив хлопчатника. - М.: Колос, 1978. - 178с.

6. Рачинский А.А., Севрюгин В.К. Потери воды в воздухе при поливе дождеванием. - Гидротехника и мелиорация, 1984, №11, с.42-45.

7. Духовный В.А., Якубов Х. Пути повышения водообеспеченности орошаемых земель Средней Азии (Обзор). НИИ НТИ и ТЭИ Госплана УзССР. - Ташкент, 1983. - 49с.

8. Решетов Г.Г. Мелиорация новоосваиваемых почв Узбекистана. - Ташкент: Мехнат, 1986. - 150 с.

УДК 681.3:626.81(282.255.1)

Г.С.Пуриков, директор
У.В.Абдуллаев, гл.инж.института
"Средазгипроводхлопок"

ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ БАССЕЙНА АМУДАРЬИ В УСЛОВИЯХ АСУ

Одним из основных направлений научно-технического прогресса в комплексном использовании водных ресурсов является разработка и внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) водными ресурсами крупных речных бассейнов с применением средств автоматики, телемеханики и вычислительной техники. Создание подобных систем необходимо прежде всего в аридной зоне,

где интенсивное развитие орошаемого земледелия и других водоемких отраслей народного хозяйства привело к острой напряженности водохозяйственного баланса.

Анализ водохозяйственных расчетов "Уточненной схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов реки Амударьи", выполненных Средазгипроводхлопком, показал, что развитие орошения и других водопотребляющих отраслей, некомплексный учет и распределение водных ресурсов, недостаточная обоснованность заявок водопотребителей, отсутствие объективных критериев и слабая управляемость межреспубликанским вододелением, отсутствие регулярного контроля за качеством вод приводят к напряженности водохозяйственной обстановки в бассейне, а в маловодные годы к дефициту воды, особенно в нижнем течении Амударьи. Все это уже в настоящее время требует разработки научно обоснованных принципов и методов управления сложной водохозяйственной системой бассейна Амударьи, централизованное управление водными ресурсами которой в настоящее время отсутствует.

Устранить вышеперечисленные недостатки даст возможность разрабатываемая в Средазгипроводхлопке автоматизированная система управления водными ресурсами бассейна (АСУБ) Амударьи. Она позволит обеспечить эффективное функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Амударьи путем автоматизации функций управления, степень которой определяется производственной необходимостью и возможностями формализации процесса управления.

Основной целью создаваемой АСУБ Амударьи является обеспечение требований водопотребителей и водопользователей в заявленном количестве и качестве путем перераспределения водных ресурсов во времени и пространстве с учетом рационального использования водных ресурсов рассматриваемого бассейна. Главная задача АСУБ Амударьи — планирование водного режима Амударьи и управление им. Она должна обеспечивать в конечном итоге планирование, оперативное управление, контроль использования водных ресурсов и прогнозировать природно-хозяйственную ситуацию в зависимости от реализации планов водопотребления в конкретной ситуации.

Для достижения поставленных целей в АСУБ Амударьи автоматизируются следующие функции:

- сбор и обработка исходной информации;
- анализ прогноза водности рек;
- анализ запасов воды в водохранилищах;

- анализ прогноза поступления возвратных вод в реку;
- анализ информации о качестве водных ресурсов;
- анализ требований на воду всех участников ВХК;
- оценка оперативной водохозяйственной обстановки на основе анализа вышеперечисленных факторов;
- оперативное планирование работы ВХК;
- оперативное управление водорегулирующими сооружениями;
- контроль за работой ВХК и достоверностью получаемой информации;
- контроль выполнения команд управления;
- анализ использования водных ресурсов.

Создаваемая АСУБ Амударьи должна быть информационно связана с минводхозами, минэнерго и ЦСУ среднеазиатских республик, оперативными диспетчерскими управлениями (ОДУ) Средней Азии и Казахстана, госпланами союзных республик, Главводресурсами СССР.

АСУБ Амударьи, будучи межреспубликанским органом, подчиняется Главводресурсам. Для реализации намеченных целей АСУБ Амударьи мыслится как иерархическая структура с подчинением нижних ступеней верхним. На первом уровне иерархии - Главное управление бассейна (ГУБ) Амударьи с Центральным диспетчерским пунктом (ЦДП), призванное решать вопросы стратегии водораспределения по бассейну в целом, согласуя их с вышестоящей организацией. Второй уровень - территориальные управления (ТУ), реализующие принятую стратегию с помощью управляющих воздействий. Третий уровень - пункты контроля и управления (ПКУ), формирующие информацию о состоянии водохозяйственного комплекса и реализующие управляющие воздействия.

Считаем необходимым дать небольшую справку об объекте управления. Бассейн Амударьи занимает около 80% территории Средней Азии. Протяженность его с севера на юг 1000 км, с востока на запад - почти 1500 км. Рассматриваемый регион занимает около 1,02 млн. км² и включает полностью Туркменскую ССР, более 80% территории Узбекской и Таджикской ССР, частично Киргизской ССР. Для бассейна Амударьи характерен сложный и многообразный рельеф: громадные горные поднятия (Памир), предгорья и равнинные пустыни и полупустыни (Каракумы, Кызылкум). В горной области формируется, по существу, весь сток бассейна. Площадь водосбора Амударьи с притоками (Кундуз, Кафирниган, Сурхандарья, Шерабаддарья) по замыкающему створу у г. Керки 226800 км². Основные водные ресурсы бассейна - учтенный поверхностный сток - определены по данным гидро-

метрических станций, расположенных близ выхода рек с гор и не искаженных хозяйственной деятельностью. В нижерасположенной области, в зоне современного и перспективного орошения, дополнительными водными ресурсами являются неучтенный поверхностный приток, формирующийся сбросами многочисленных саев, а также подземный приток. Среднегодовое значение суммарных водных ресурсов бассейна Амударьи определена в размере 78,38 км³ (см. таблицу).

Среднегодовое суммарное значение водных ресурсов
бассейна Амударьи (км³)

Река, станция	Поверхностный приток		Подземный приток	Итого
	учтенный	неучтенный		
Пяндж, Нижний Пяндж	33,40	—	—	33,40
Вахш, Туткаул	20,10	0,05	0,07	20,22
Кундуз, Аскархана	3,47	0,01	—	3,48
Кафирниган, учтенный поверхностный приток	5,49	0,12	0,05	5,66
Сурхандарья, учтенный поверхностный приток	3,63	0,06	0,22	3,91
Шерабад, Шерабад	0,23	—	—	0,23
Кашкадарья, учтенный поверхностный приток	1,34	—	0,07	1,41
Зарафшан, Дупули+				
Мажандарья, Судгин	5,27	—	0,03	5,30
Реки Северного Афганистана	2,01	—	—	2,01
Реки Туркмении	2,79	—	—	2,79
Итого по бассейну	77,78	0,24	0,44	78,38

Для водного хозяйства указанной территории характерен комплексный характер использования воды. Наиболее водоемки орошаемое земледелие, промышленность, коммунальное и рыбное хозяйство, водоснабжение городов и поселков. Важным компонентом водохозяйственного комплекса является гидроэнергетика. Главным потребителем воды как в современных условиях, так и в перспективе остается орошаемое земледелие, на долю которого приходится около 85% объема безвозвратно потребляемой воды. Основной водный источник бассейна —

Амударья. В целях наиболее полного использования речного стока в народном хозяйстве и создания устойчивых гарантированных водозаборов на Амударье возведены плотинные речные гидроузлы, в числе которых: Нурекский, Туямуинский, Тахиаташский, строится Рогунский, проектируются Кызылаякский и Чарджоуский.

Характерно, что основная часть пригодных к освоению земель бассейна разбросана отдельными массивами на огромной территории. Подача воды из Амударьи связана со строительством каналов значительной протяженности. Наиболее крупные из них: Аму-Зангский, Каракумский, Каршинский, Аму-Бухарский, Ташсакинский. Общее количество только наиболее значительных каналов свыше 50. Водохозяйственная сеть этого региона насчитывает тысячи каналов, десятки тысяч регулируемых гидротехнических сооружений, сотни насосных станций, тысячи скважин вертикального дренажа и десятки тысяч потребителей водных ресурсов. Причем технология использования воды и требования к ее качеству у большинства потребителей различны.

Суммарное водопотребление в бассейне в современных условиях составляет $58,5 \text{ км}^3$, безвозвратное — $54,6 \text{ км}^3$, что соответствует возможности отдачи реки при сезонном перерегулировании ее стока.

Анализ нынешнего водохозяйственного баланса Амударьи по маловодному году 90%-ной обеспеченности показывает, что уже теперь появляется дефицит в размере $2,2 \text{ км}^3$ в год, поэтому дальнейшее развитие водоемких отраслей народного хозяйства возможно только при своевременном вводе строящихся водохранилищ и упорядочении водопользования.

В настоящее время централизованной структуры управления и контроля использования водных ресурсов рассматриваемого региона не существует. Имеются локальные организационные структуры минводхозов республик. Так, планирование использования и охраны водных ресурсов, а также управления ими осуществляют Главводресурсы минводхозов УзССР, ТаджССР, КиргССР и Инспекция по использованию и охране водных ресурсов в ТССР. Главводресурсам в УзССР и КиргССР подчиняются областные организации, а в ТаджССР — организации оросительных систем. В ТССР Инспекции по использованию и охране водных ресурсов подчинены бассейновые инспекции.

Оперативная информация о режимах работы регулируемых сооружений (водохранилищ, каналов) передается в Облводресурсы по телефону, остальные сведения — еженедельно по почте. Информация с под-

ведомственных организаций — по почте. Все поступающие данные обрабатываются вручную с использованием малой вычислительной техники и отсюда по почте или через курьера сообщаются в Главводресурсы республик, где на ВЦ производятся расчеты обобщенных показателей. Планирование требований на воду осуществляется снизу вверх: организации агропрома и другие потребители передают заявки на воду в районные, а те, в свою очередь, — в областные организации по комплексному использованию и охране водных ресурсов.

В общем виде в создании АСУ водными ресурсами бассейна Амударьи можно выделить несколько этапов, которые между собой связаны по использованию водных ресурсов, однако по времени создания абсолютно не взаимосвязаны. Они могут создаваться или параллельно, или отдельно друг от друга. Этапы создания АСУ следующие: АСУБ Амударьи; АСУ притоков; АСУ магистральных каналов; АСУ межхозяйственных каналов; АСУ межхозяйственных коллекторов; АСУ магистральных коллекторов.

АСУ внутрихозяйственных каналов является, по существу, АСУ хозяйства и относится к компетенции госагропрома.

Организационная структура АСУБ Амударьи. На основе анализа составляющих водохозяйственного комплекса бассейна Амударьи и существующей структуры управления предлагается трехуровневая структура АСУБ Амударьи.

Первый уровень — Бассейновое водохозяйственное объединение с Центральным диспетчерским пунктом (БВО "Амударья" с ЦДП).

БВО "Амударья" подчиняется непосредственно Главводресурсам СССР и после анализа информации, поступающей в ЦДП, принимает все решения по рациональному использованию водных ресурсов в бассейне, согласуя их с вышестоящей организацией.

Второй уровень — территориальные управления (ТУ), расположение которых предопределено существующими водобалансовыми створами реки и административными границами.

По физико-географическим и морфологическим признакам Амударью можно разделить на ряд участков:

- верхнее течение — от слияния рек Пяндж и Вахш до гидропоста Келиф;
- среднее течение — от Келифа до Туягунского водохранилища;
- нижнее течение — от Туягунского водохранилища до Аральского моря.

К входу и выходу каждого участка приурочены гидрометричес-

кие станции или плотинные гидроузлы, которые служат основными пунктами контроля стока Амударьи.

Указанные створы применяются при составлении водохозяйственных балансов, информация группируется именно по вышеназванному признаку, что очень важно при планировании использования водных ресурсов.

С учетом сказанного предлагаются следующие ТУ с зонами деятельности: Курган-Тюбинское, включающее все притоки Амударьи до Келифа; Чарджоуское, зона влияния которого распространяется от Келифа до Туямуинского водохранилища; Нукусское – от Туямуинского водохранилища до Аральского моря.

К третьему уровню относятся пункты контроля и управления (ПКУ) гидроузлов, головных водозаборов каналов, забирающих воду непосредственно из Амударьи, а также сбросов притоков и коллекторов в Амударью. Сюда же входят станции контроля за качеством воды.

Такая организационная структура в процессе внедрения АСУ может приспособливаться к существующей системе управления и к любым изменениям в АСУ.

Рассмотрим, какие проблемы решаются на каждом уровне.

Основные задачи БВО "Амударья":

- рациональное использование и оптимальное распределение водных ресурсов Амударьи;
- оперативное и перспективное планирование забора и подачи воды на основе планов водопользования, представленных минводхозами союзных республик с учетом установленных лимитов;
- составление и осуществление текущего и перспективного режима работы сооружений, входящих в ВХК бассейна р.Амударьи;
- контроль за качеством водных ресурсов;
- руководство сработкой и наполнением водохранилищ на основе диспетчерских правил эксплуатации;
- составление текущего и перспективного водохозяйственного баланса Амударьи;
- определение и введение ограничений водопотребления в зависимости от уровня дефицита;
- разработка и внедрение оперативных и перспективных планов использования воды для территориальных управлений, контроль за их исполнением;
- составление текущих и годовых отчетов о производственно-

финансовой деятельности БВО "Амударья" и представление их на утверждение в вышестоящую организацию.

Территориальные управления подчиняются БВО "Амударья" и решают вопросы водораспределения и управления водозаборными и сбросными сооружениями на территории, подчиненной управлению.

Основные задачи ТУ:

- диспетчерское руководство, в соответствии с утвержденными планами, забором и подачей воды в требуемом режиме через головные водозаборные сооружения, находящиеся в зоне деятельности территориального управления;

- анализ и контроль количества и качества сбросов притоков и коллекторов, находящихся на подведомственной территории;

- анализ и контроль данных, поступающих с ПКУ;

- ведение оперативного учета водопотребления;

- составление текущего водохозяйственного баланса Амударьи в зоне деятельности территориального управления и представление его в ГУБ Амударьи;

- составление текущих и годовых отчетов о производственно-финансовой деятельности и представление их на утверждение БВО "Амударья".

Основные задачи пунктов контроля и управления (ПКУ):

- осуществление непосредственного управления гидротехническими сооружениями в соответствии с утвержденным режимом работы каждого из них;

- сбор и передача информации о расходах, уроне, качестве воды, положении регулирующих механизмов (затворов) на гидротехнических сооружениях и в других местах, где установлены ПКУ.

Создаваемая организационная структура службы управления бассейном Амударьи будет четко реагировать на любые изменения водохозяйственной обстановки в рассматриваемом регионе благодаря применению современной электронно-вычислительной техники.

Функциональная структура управления АСУБ Амударьи. Комплексное использование водных ресурсов бассейна Амударьи, наличие большого числа параметров, изменяющихся во времени и пространстве, делают невозможным решение цели АСУБ Амударьи в виде одномерной функции. Поэтому в основу функционирования АСУБ Амударьи положен системный подход, требующий решения ряда задач, совокупность которых рассматривается как функциональная структура управления

АСУБ Амударьи. Эти задачи объединены в следующие подсистемы:

- водные ресурсы и их качество;
- требования на воду;
- планирование работы ВХК;
- управление работой ВХК;
- учет, контроль, анализ.

Каждая из подсистем решает определенный комплекс задач, объединенных в единое программное обеспечение.

Вся исходная информация, сформированная внутренними элементами системы и внешними организациями, по каналам связи поступает в Центральный диспетчерский пункт.

После первичного контроля вся информация представляется в удобной для анализа форме. Выполнение расчетов на ЭВМ дает возможность анализировать различные варианты водохозяйственной ситуации в бассейне Амударьи, производить корректировку режимов работы гидротехнических сооружений, учитывать требования участников ВХК, заблаговременно снижать подачу воды при ожидаемом дефиците и т.д.

Таким образом, диспетчер при принятии решения о режиме работы ВХК на период планирования имеет возможность рассмотреть большое количество вариантов. Окончательно выбранный вариант режима работы ВХК передается по каналам связи территориальным управлениям для выработки управляющих воздействий. Диспетчеры ТУ с помощью ЭВМ осуществляют сопоставление рекомендованных режимов с фактическими, анализируют причину отклонений, производят оперативное управление ПКУ с помощью средств связи.

В конечном счете с помощью технических средств представленная функциональная схема должна обеспечить:

- в подсистеме "Водные ресурсы и их качество": получение информации о водных ресурсах (естественный поверхностный приток, возвратные воды), об ожидаемой водности рек, о накоплении воды в водохранилищах; анализ полученных данных и определение располагаемых водных ресурсов; получение информации о качестве вод;
- в подсистеме "Требования на воду": получение информации от минводхозов союзных республик о требованиях на воду различных участников ВХК; расчет требований водопотребителей по отдельным ТУ и ПКУ; определение ограничений водопотребления различных участников ВХК в зависимости от уровня дефицита;
- в подсистеме "Планирование работы ВХК": анализ и сопостав-

ление располагаемых водных ресурсов и требований на воду; составление водохозяйственных балансов различной водности для анализа возможной водохозяйственной обстановки в бассейне Амударьи; обеспечение плановых требований на воду всех участников ВХК; расчет рационального распределения водных ресурсов между участниками ВХК в зависимости от уровня дефицита;

- в подсистеме "Управление работой ВХК": расчет плановых значений для ПКУ (расход, уровень, качество воды); оценка фактического состояния ПКУ; расчет режима и управление работой ПКУ; корректировка режимов работы ПКУ;

- в подсистеме "Учет, контроль, анализ": контроль выполнения требований на воду участников ВХК; контроль и анализ работы ПКУ; контроль и анализ работы ТУ; учет фактического водопотребления по ТУ и бассейна в целом; оценка показателей работы ВХК.

Очередность строительства АСУБ Амударьи. Для получения достоверной информации о водных ресурсах Амударьи и их рациональном распределении между участниками ВХК предполагается поэтапно осуществлять строительство АСУБ Амударьи.

Первая очередь строительства АСУ планирует:

- реконструкцию объекта управления, обеспечивающую его работу в автоматизированном режиме, которая включает: реконструкцию головных сооружений; строительство линий связи телемеханики и автоматики;

- строительство гидротехнических сооружений, центрального диспетчерского пункта и территориальных управлений, включающее: строительство зданий и гидротехнических сооружений, а также комплекс технических средств.

Вторая очередь строительства АСУ намечает:

- создание программных средств и математического обеспечения функционирования АСУ;

- внедрение АСУ.

Таким образом, внедрение указанной системы позволит рациональнее использовать водные ресурсы реки Амударьи.

УДК 626.8:33

Т.А.Трунова, зав.сектором
(НИИ экономики и нормативов
с ВЦ Госплана УзССР)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ В ОБЩЕЙ СТРУКТУРЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОНОМИКОЙ

Сложившееся неблагоприятное положение в водном и сельском хозяйстве требует кардинального решения вопросов совершенствования хозяйственного механизма. Существующий хозяйственный механизм, сложившиеся методы планирования и стимулирования в этих отраслях недостаточно ориентируют предприятия на повышение эффективности общественного производства, рациональное использование водных ресурсов. В результате возникло несоответствие между новыми целями и задачами, с одной стороны, и старыми методами хозяйствования — с другой.

Для целенаправленного и планомерного совершенствования хозяйственного механизма необходимо установить основные принципы, определяющие место и роль каждого элемента системы управления. Ниже сформулированы общие принципы управления, которые могут быть использованы в любой отрасли народного хозяйства, в рассматриваемом случае — в водном хозяйстве.

Отправной точкой решения вопросов улучшения хозяйственного механизма должны быть четко сформулированные народнохозяйственные проблема или ряд проблем. Для их реализации необходимо решить комплекс задач, которые, в свою очередь, базируются на серьезных организационных, экономических и производственно-технических мероприятиях. Мероприятия следует рассматривать как деятельность, направленную на решение конкретных задач, а также на установление и обеспечение целесообразных связей между подразделениями. В общей структуре звена "проблема — задача — мероприятие" не исключается наличие промежуточных звеньев: между проблемой и задачей — подпроблема, между задачей и мероприятием — подзадача. Все звено должно находить свое отражение как по вертикали: народное хозяйство — отрасль — предприятие, так и по горизонтали.

На рисунке представлена блок-схема элементов системы управления экономикой, цель которой — показать роль, место и взаимосвязь народного хозяйства, отрасли и предприятия в решении звена "проблема — задача — мероприятие".



Блок-схема элементов системы управления экономикой

Согласно блок-схеме в рамках народного хозяйства решаются проблемы, в рамках отрасли — задачи, в рамках предприятия — мероприятия. Предприятие, как основное звено общественного производства, имеет право выбирать и определять комплекс мер для достижения намеченной цели, т.е. решения задачи. Существует и обратная связь между мероприятиями, задачами и проблемами.

Предлагаемая блок-схема позволяет определить место и взаимообусловленность элементов системы управления и дает возможность наметить основные направления перестройки управления экономикой.

На уровне народного хозяйства должны определяться общее направление развития отрасли, инвестиционная политика в контексте с развитием всего народнохозяйственного комплекса и другие вопросы, входящие в компетентность этого уровня. Далее, вниз по вертикали, решение проблемы должно осуществляться по принципу, изображенному на рисунке.

На уровне отрасли разрабатывается приоритетность решения

задач, создается материально-техническая база для их реализации, совершенствуются система управления и механизм взаиморасчетов как внутри отрасли, так и между отраслями и т.д.

На уровне предприятия выполняются конкретные мероприятия в рамках поставленных задач с предоставлением полной самостоятельности в выборе путей их реализации в техническом, организационном и экономическом плане. Это может стать выбор необходимой техники и технологии проведения работ, оплата труда в рамках фонда заработной платы и т.д.

В свете изложенного рассмотрим тенденцию развития водного хозяйства на предмет соответствия круга решаемых вопросов (проблем – задач – мероприятий) уровню их решения (народное хозяйство – отрасль – предприятие). Для этого обратимся к актуальной проблеме сегодняшнего дня – установлению платы за водные ресурсы и на ее примере проиллюстрируем рассматриваемый вопрос.

Платное водопользование может быть основой совершенствования отношений между сельским и водным хозяйством при условии: агропромышленный комплекс выступает в роли заказчика, Минводхоз и Госкомводстрой УзССР – в роли подрядчика, водные ресурсы в источнике принадлежат государству. Последнее обстоятельство предопределяет, что государству принадлежит право определять стратегическое направление использования водных запасов, включая строительство крупных гидротехнических систем и сооружений, освоение новых земель, а также установление платы за ресурс как экономического рычага и регулятора эффективного использования воды.

Что происходит в действительности? В настоящее время установлением нормативов платы за воду занимаются два ведомства – агропромышленный комплекс и подразделения водного хозяйства, причем последние играют главенствующую роль в решении данного вопроса. Госкомцен (по положениям настоящей статьи – один из представителей уровня народного хозяйства) ограничился установлением платы за ресурс в источнике входящим элементом в себестоимость. Определяющая же роль передана Минводхозу Узбекской ССР. Иными словами, имеет место ситуация, когда решение вопроса в целом осуществляется не на должном уровне по вертикали. На практике это порождает несоблюдение экономических интересов как взаимосвязанных сторон, так и народного хозяйства в целом. Доказательством тому служит факт, что методические указания по расчету тарифов за подачу воды (Москва, 1987) предполагалось утвердить двум ве-

домствам — Госагропрому СССР и Минводхозу СССР. Совершенно игнорируются моменты, что водные ресурсы принадлежат государству, служат развитию всего народного хозяйства, с учетом тарифов на воду пересматриваются закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию и от принципа взаиморасчетов названных отраслей зависит эффективность развития сельского хозяйства — важнейшей народно-хозяйственной отрасли государственного значения. Ведомственный же подход, независимо от отрасли, не позволяет объективно, все-сторонне, по-государственному решить вопросы, являющиеся прерогативой уровня народного хозяйства. Отсюда и возникает ситуация, что водное хозяйство с переходом на хозрасчет предлагает установить плату за воду в таком размере, который бы позволял ему, только по выполнении одного вида работ (доставки воды до потребителя), иметь заранее средства для выполнения другого вида — проведения реконструкции на внутрихозяйственном уровне. Иными словами, иметь незаработанные деньги и единолично, без заказчика, ими распорядиться. Это противоречит общим принципам хозрасчета и исключает заинтересованность подразделений водного хозяйства в проведении работ по внутрихозяйственной реконструкции. С таким положением уже сталкивалась отрасль, будучи сама и заказчиком и подрядчиком. Как известно, к положительным результатам это не привело.

С ведомственных позиций разрабатываются принципы установления тарифов на воду при проведении в настоящее время в Узбекской ССР эксперимента по платному водопользованию. В частности, не учитывается одно из главных обстоятельств, а именно: за последние двадцать лет во многих хозяйствах за счет государственных средств были построены инженерные оросительные системы с высоким КПД. Техническое состояние ирригационной сети других находится на крайне низком уровне, что резко увеличивает требование на воду и ставит их в более худшие экономические условия, независимо от хозяйственной деятельности. Однако столь важный момент не находит отражения в проводимых названными ведомствами экспериментах по платному водопользованию. Это еще раз подтверждает, что решение данного вопроса в целом должно осуществляться на уровне народного хозяйства, а отрасли призваны реализовать поставленные перед ними задачи и способствовать решению проблемы. В данном случае в их задачу входит: отладить механизм взаиморасчетов и поставки воды до границ хозяйств.

Настоящая работа ни в коей мере не направлена против деятель-

ности водного хозяйства или иной другой отрасли. В ней на конкретном примере показана характерная ситуация для всех отраслей и народного хозяйства в целом. Цель ее — дать оценку общим принципам управления народнохозяйственным комплексом, показать место и роль каждого подразделения в решении звена "проблема — задачи — мероприятия".

Вновь вернемся к водному хозяйству. Ключевым моментом в его деятельности на данном этапе и в перспективе является проведение реконструкции и технического перевооружения орошаемых земель с целью повышения продуктивности орошаемого гектара и экономии водных ресурсов.

На первый взгляд может показаться, что, в соответствии с изложенными принципами, реконструкцию следует рассматривать как одну из задач, призванную способствовать решению проблемы эффективного использования водных ресурсов для обеспечения дальнейшего развития производительных сил республики и подачи воды в Аральское море, т.е. считать реконструкцию вопросом отрасли. В действительности, как проиллюстрируем дальше, это не так.

В условиях хозрасчета подразделения водного хозяйства как подрядные организации не заинтересованы в проведении внутрихозяйственной реконструкции. Оценим и степень заинтересованности заказчика, которым выступает в сложившейся ситуации агропром со своими подразделениями. На наш взгляд, сельскохозяйственные предприятия заинтересованы только в повышении продуктивности орошаемых земель и снижении себестоимости продукции, а не в той экономии воды, которая необходима для дальнейшего развития производительных сил республики и пополнения Аральского моря. Кроме того, расчеты, представленные в таблице, показали, что проведение комплексной реконструкции не под силу сельскохозяйственным предприятиям. Затраты, связанные с реконструкцией, окупаются в сроки, значительно превышающие нормативные, — более чем через 25 лет. Это означает, что при внедрении хозрасчета ни одно предприятие не станет финансировать проведение реконструкции по всем ее позициям, а может взять на себя лишь те затраты, которые работают на повышение продуктивности орошаемого гектара.

На основании анализа и расчетов нами сделан вывод о том, что для сельскохозяйственных предприятий экономически целесообразно проведение капитальной планировки и реконструкции коллек-

торно-дренажной сети, которые повысят продуктивность орошаемого гектара на 25...30%, а срок окупаемости капитальных вложений составит 6...8 лет.

Расчетная окупаемость капитальных вложений в комплексную реконструкцию орошаемых земель

Площадь реконст- рукции, тыс.га	Прибыль с 1 га, р./га		Прибыль всего, млн.р.		Допол- нитель- ная при- быль, млн.р.	Срок окупае- мости капита- ловложе- ний, год
	до ре- конст- рукции	после рекон- струк- ции	до ре- конст- рукции	после рекон- струк- ции		
1970,7	200	645	392	1271	879	26

Выполнение других видов работ – комплексная реконструкция, техническое улучшение оросительных систем и т.д., позволяющих решить проблему эффективного использования и подачу воды в Аральское море, необходимо решать с привлечением бюджетных средств и считать проведение реконструкции по всем позициям общегосударственным делом.

Таким образом, с учетом источников финансирования заказчик становится неоднозначным. Это – отрасль в лице агропромышленного комплекса и уровень народного хозяйства в целом, который в территориальном аспекте может быть представлен республиканским и областными подразделениями Госплана. Последний вправе определить тот же агропромышленный комплекс заказчиком, однако по экономическим соображениям агропром не подходит на эту роль, так как не заинтересован в полной мере в решении поставленной перед ним задачи. Экономическая заинтересованность агропромышленного комплекса может проявиться только в том случае, если объем воды, высвободившейся в результате реконструкции, будет использоваться на нужды орошения и сельхозводоснабжения, а не направляться на развитие других отраслей народного хозяйства и пополнение Аральского моря. Агропромышленный комплекс не обеспечит должного контроля за выполнением тех работ, которые не улучшают его экономического положения. Иначе говоря, при несовпадении интересов уровня народного хозяйства и отрасли потраченные в очередной раз деньги не дадут должной эффективности. Следовательно, для успешного решения вопроса финансирование и функции заказчика

должны быть неразрывно связаны и каждое подразделение экономически заинтересовано. Только при таком подходе можно достигнуть положительных результатов в использовании водных ресурсов и нормализации мелиоративной обстановки в регионе.

Полагаем, что роль заказчика в проведении реконструкции и определении водохозяйственной политики следует отвести подразделениям народнохозяйственного уровня. Водные ресурсы должны служить развитию всего народного хозяйства, а не отдельных его отраслей – Агропромышленного комплекса и Минводхоза республики, как то имеет место в настоящее время при решении всех проблем, связанных с использованием, планированием и распределением запасов воды.

Рациональное использование водных ресурсов может быть обеспечено только при условии совершенствования системы управления и хозяйствования, четком определении функций Госплана, Госагропрома и Минводхоза республики при решении вопросов водохозяйственной политики, ресурсосбережения, проектирования и строительства водохозяйственных объектов, эксплуатации гидромелиоративных систем.

УДК 551.493(282.255.1)

А.Н.Крутов, канд.техн.наук, ст.
науч.сотр.
(САНИИРИ)

РАНЖИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ БАССЕЙНА АМУДАРЬИ ПО СОСТОЯНИЮ ОХРАНЫ ВОД

Исключительная важность достоверного определения состояния охраны вод для эффективной политики капитальных вложений, направленных на осуществление водоохраных мероприятий и предотвращение недопустимого ухудшения качества водных ресурсов, диктует необходимость выполнения работ по ранжированию бассейна Амударьи. В соответствии с [1] факторами, определяющими состояние охраны вод, были приняты: обобщенные показатели качества поверхностных вод; обобщенные показатели выноса веществ; общий объем сточных вод, сбрасываемых в водный объект; объем нормативно-чистых сточных вод; среднегодовой сток 95%-ной обеспеченности в привязке к замыкающему створу водного объекта; модуль стока; плотность населения на территории бассейна; категория водного объекта.

Численные значения обобщенных показателей качества воды,

приведенные в табл. 1 и 2, были определены по методике, изложенной в [1]. Данные об объеме нормативно-чистых сточных вод, о среднем многолетнем стоке 95%-ной обеспеченности, модуле стока и плотности населения на территории бассейна были любезно предоставлены отделом перспективного проектирования института "Средазгипроводхлопок". Категории водных объектов устанавливались в соответствии с [2].

Таблица 1

Обобщенные показатели качества поверхностных вод

Река-створ	Показатель		
	K ₁	K ₂	K ₃
р.Кашкадарья-Каратикон	109519	4381	12,00
р.Сурхандарья-Мангузар	43033	1394	9,60
р.Кафирниган-Даган	6845	34	0,44
р.Пяндж-Хирманджо	0	59	0,35
р.Вахш - ниже ВАТЗ	12670	103	1,00
р.Зарафшан-Пенджикент	4832	125	1,21
р.Зарафшан-Навои	83658	31	4,00
р.Амударья-Термез	109700	973	5,40
р.Амударья-Туямуш	664310	1340	8,20
р.Амударья-Саманбай	913932	2938	31,10
р.Амударья-Кызылджар	940000	1350	7,50

Таблица 2

Лимитирующие группы и вещества по рекам-стовам

Река-створ	Лимитирующая группа	Лимитирующее вещество
1	2	3
р.Кашкадарья-Каратикон	Токсическая	Медь
р.Сурхандарья-Мангузар	Рыбохозяйственная	Нефтепродукты
р.Кафирниган-Даган	Токсическая	Железо
р.Пяндж-Хирманджо	То же	Нитриты
р.Вахш-ниже ВАТЗ	То же	То же
р.Зарафшан-Пенджикент	То же	То же
р.Зарафшан-Навои	Рыбохозяйственная	Фенолы

I	2	3
р.Амударья-Термез	Рыбохозяйственная	Нефтепродукты
р.Амударья-Туямуш	То же	Фенолы
р.Амударья-Саманбай	Токсическая	Цинк
р.Амударья-Кызылджар	Рыбохозяйственная	Фенолы

По указанной методике определены лимитирующие группы и вещества. Оказалось, что по коммунально-бытовому хозяйству лимитирующей группой веществ является группа общих показателей, а веществом – БПК полное (биологическая потребность в кислороде). По промышленности лимитирующей группой веществ для всех створов, кроме Туямуша и Кызылджара, – группа общих показателей, а вещество – БПК полное. Для створов Туямуш и Кызылджар – соответственно органолептическая и фенолы.

Собственно ранжирование проводилось в соответствии с рекомендациями приложения 6 [1] и заключалось в определении таксонометрического расстояния между точками в многомерном пространстве, где измерениями были численные значения вышеперечисленных факторов, характеризующих состояние водоохраны на каждом объекте. Зная таксонометрические расстояния между объектами в таком многомерном пространстве, можно установить их взаимное положение. Это, в свою очередь, дает возможность провести упорядочение объектов исследования.

Все исходные данные для расчета были сформированы в виде матрицы наблюдений:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12}, \dots, X_{1n} \\ X_{21} & X_{22}, \dots, X_{2n} \\ - & - & - \\ - & - & - \\ X_{\omega 1} & X_{\omega 2}, \dots, X_{\omega n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, \omega$$

$$K = 1, 2, \dots, n,$$

где ω – число водных объектов (в нашем случае – число подрайонов), n – число факторов, определяющих состояние охраны вод.

Далее производилась процедура стандартизации (обезразмеривания) элементов матрицы $Z(I)$ в связи с тем, что размерности элементов различны: они характеризуют неоднородные параметры состояния охраны вод.

Стандартизированное значение фактора вычисляется по формуле

$$Z_{ik} = \frac{X_{ik} - \bar{X}_k}{S_k}, \quad (2)$$

где $\bar{X}_k = \frac{\sum_{i=1}^{\omega} X_{ik}}{\omega}, \quad S_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\omega} (X_{ik} - \bar{X}_k)^2}{\omega}},$

$\bar{X}_k$ - среднее арифметическое значение фактора; S_k - стандартное отклонение фактора.

Стандартизированная матрица позволяет определить ранг водохозяйственного объекта по выражению

$$R_i = 1 - \frac{C_{io}}{C_o}. \quad (3)$$

В равенстве (3) C_o - нормирующая величина, устанавливается из $C_o = \bar{C}_o + 2S_o$.

где $\bar{C}_o = \frac{\sum_{i=1}^{\omega} C_{io}}{\omega},$

$$S_o = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\omega} (C_{io} - \bar{C}_o)^2}{\omega}} \quad C_{io} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (Z_{ik} - Z_{ok})^2}, \quad i = 1, 2, \dots, \omega; \quad k = 1, 2, \dots, n.$$

При определении ранга объекта факторы, характеризующие его, делятся на две группы: стимуляторы (улучшающие) и дестимуляторы (ухудшающие). К стимуляторам в нашем случае относится лишь расход воды в замыкающем створе (сток).

Модуль стока был исключен из числа факторов, определяющих состояние охраны вод, так как роль его в рассматриваемом регионе незначительна. Увеличение численного значения единственного стимулятора - расхода воды - улучшает ее состояние. Напротив, увеличение численных значений остальных факторов - дестимуляторов ведет к ухудшению состояния объекта.

Значение Z_{ok} выбирается так:

$$Z_{ok} = \max Z_{ik}, \text{ если } S \in J,$$

$$Z_{ok} = \min Z_{ik}, \text{ если } S \notin J,$$

где J - множество стимуляторов; Z_{ik} - элемент стандартизированной матрицы.

Выполненные расчеты позволили определить численное значение ранга состояния охраны вод для выделенных подрайонов:

Туямун-Саманбай	- 0,101	р.Сурхандарья	- 0,632
р.Зарафшан	- 0,096	р.Вахш	- 0,532
Термез-Туямун	- 0,286	р.Кашкадарья	- 0,640
Саманбай-Кызылджар	- 0,342	р.Пяндж	- 0,775
р.Кафирниган	- 0,517		

Для принятого деления факторов на стимулирующие и дестимулирующие большее значение ранга соответствует лучшему состоянию охраны вод, т.е. состояние охраны вод последовательно улучшается от участка Туямун-Саманбай ($R=0,101$) к р.Пяндж ($R=0,775$). Таким образом, зная ранг рассматриваемых районов и обладая информацией о качественном и количественном составе вод, можно планировать мероприятия по улучшению охраны вод. Ясно, что в первую очередь необходимо предусмотреть мероприятия, улучшающие качество воды на участке Туямун-Саманбай, причем мероприятия должны быть направлены на снижение содержания фенолов, цинка и БПК, иными словами на улучшение биологической очистки сточных вод (табл.2). На реке Зарафшан, близкой по рангу участку Туямун-Саманбай, улучшения качества воды можно добиться за счет снижения содержания в ней нитритов, фенолов и показателя БПК, согласно табл.2.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Методические указания о составе, содержании, порядке разработки, согласования, уточнения схем комплексного использования и охраны водных ресурсов. ИВН 33-5.1.07.-87. ММВХ СССР.- М.,1987.-29с.

2. Кузин А.К., Солиныкина В.И. Ранжирование водоохранных мероприятий. - В кн.: Вопросы создания АСПР.-М.,1981, №43, с.26-31.

УДК 627.82(575.12)

В.Н.Пулявин, нач.партии

Ю.Н.Поздняков, нач.группы

(Средазгипроводхлопок)

РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ПЛОТИНОЙ

АНДИЖАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Массивно-контрфорсная бетонная плотина Андижанского водо-

хранилища построена на реке Карадарье, на выходе ее в юго-восточную часть Ферганской долины. Бетонные работы, начатые в мае 1969 г., завершились в 1980 г. В апреле 1985 г. гидроузел был принят в эксплуатацию. Общая длина плотины 1041 м, в том числе бетонной части 875 м, наибольшая высота 115 м. Количество секций 35, наибольшая их длина по основанию 121 м. Водопропускные секции плотины оборудованы четырьмя отверстиями I яруса, семью - II яруса и шестью - III яруса. Расчетные расходы через отверстия при НПУ соответственно составляют: 936; 1400 и 300 м³/с. Полный объем водохранилища 1900 млн.м³, полезный 1750 млн.м³, на затопление 150 млн.м³. Орошаемая водохранилищем площадь 458 тыс.га.

Основание плотины сложено скальными породами - палеозойскими метаморфическими сланцами мощностью не менее 1500 м с азимутом падения 240...270°, углом падения 60...70°. В составе сланцев преобладают, как правило, кварц - 5...85% (в среднем 30...40%), хлорит 5...55% и серицит. Сланцы прорваны интрузивами, которые закартированы отдельными пятнами, близки по составу и объединены под общим названием - диориты. Породы в основании плотины в целом характеризуются малой водопроницаемостью, величина удельного водопоглощения чаще всего изменяется от 0,01 до 0,0001, реже 0,1...0,01 л/мин, величина коэффициента фильтрации 0,0001...1 м/сут. Водопроницаемость пород в бортах несколько меньше, чем в тальвеге. Так, на глубине более 20 м удельное водопоглощение в бортах плотины 0,01...0,0001, в тальвеге 0,1...0,0001 л/мин. Проводниками воды в толще сланцев, монолит которых практически водонепроницаем, являются тектонические трещины, рассекающие массив. Заполнитель трещин представлен глиной трения, милонитизированными и дробленными сланцами, катаклазитами. Глина трения и милониты при давлении в 4...10 атм частично вымываются из трещин, и за счет этого происходит увеличение удельного водопоглощения при повторных нагнетаниях. В случае длительной фильтрации развитие такого явления в грунтах основания при эксплуатации высоконапорной плотины весьма опасно. Поэтому для определения критического градиента потока, при котором происходит размыв заполнителя трещин, проведены натурные опыты. В результате их установлено, что при наличии пригрузки и длинного пути фильтрации (до 100 м), как это будет иметь место при работе плотины, в трещинах не могут возникать скорости фильтрации, способные вызвать суффозию заполнителя.

Для контроля за состоянием плотины и ее основания в период эксплуатации запроектирована и выполнена в натуре установка комплекса контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), дающей возможность вести инженерно-геодезические, гидрогеологические, сейсмологические наблюдения и измерения.

Инженерно-геодезические наблюдения выполняются с целью контроля за горизонтальными смещениями секций плотины, их наклоном и осадкой, раскрытием деформационных швов, а также за вертикальными перемещениями реперов "воронки оседания". Для этого используются 25 прямых и обратных отвесов, 260 опорных пунктов, плановых знаков и марок, 311 поверхностных и боковых марок, 43 шпалера, пять гидростатических нивелиров, 141 рабочий и фундаментальный репер.

Гидрогеологические наблюдения за фильтрационным режимом ведутся с целью контроля за уровнем фильтрационных вод в основании, бортовых примыканиях в бетоне плотины и нижнем бьефе. Измеряются расходы фильтрации через бетон и основание плотины, а также через ее береговые примыкания. Для наблюдений используются 284 пьезометра, 52 водослива, измеряется фильтрация через течи в бетоне, фиксируется дебит 11 родников. В течение года отбирается около 200 проб воды для химического анализа.

Большая часть измерений, в том числе по напорным пьезометрам, за горизонтальными смещениями и наклоном секций плотины по всем преобразователям статической КИА производится через каждые 10 сут. Полученные значения регистрируются на телетайпе в двух вариантах: сокращенном — для передачи в институт по каналу связи и полном — для доставки перфоленки нарочным. Информация обрабатывается в вычислительном центре института. Результаты наблюдений заносятся в банк данных ЭВМ. Таблицы характеристик сокращенного варианта анализа состояния плотины и ее основания передаются заказчику в виде технических информации. Результаты анализа ЭВМ в полном объеме используются при составлении ежегодного технического отчета.

Далее приводим краткий обзор результатов анализа данных инженерно-геодезических и гидрогеологических наблюдений за плотинной.

Горизонтальные смещения базовых секций плотины: СУ (секция упора) лев., 14, 7, 12, 18, 24, 30 и СУ прав. — измеряются с помощью

прямых и обратных отвесов. Измерение смещений всех остальных секций производится относительно базовых. Реперными пунктами считаются якоря обратных отвесов, закрепленные в основании на глубине 30...45 м, т.е. принимается, что смещения якорей не происходит либо оно несущественно, и относительно них вычисляются смещения контролируемых точек.

Наибольший интерес представляют смещения прискальной зоны свий, контролируемые на высоте 3...4 м от подошвы секций, и гребня плотины. Выполненные наблюдения показали, что в первые годы эксплуатации (1979-1981 гг.) под действием гидростатической нагрузки происходило интенсивное сжатие основания как по вертикали, так и в направлении сдвигающей силы, т.е. нижнего бьефа. Сжимающие деформации (смещения) носили в значительной степени необратимый характер, доля их в измеренных смещениях базовых секций составила от 20 до 60%. Общая величина смещений, достигших к середине 1981 г. (УВБ на отметке 906 м) максимума, составила 7...8 м у секций №4, 7 и 18, у секций №12, 24, 30 соответственно 12; 11 и 14 мм (рис.1). Температурная составляющая смещений не превышала 0,5 мм, т.е. около 5%. В 1982 г. водохранилище было практически полностью опорожнено, уровень в нем опустился до отметки 822 м. Начиная с 1983 г. при наполнении и сработках водохранилища деформации основания определялись преимущественно его упругими свойствами. В 1987 г. при повышении УВБ было отмечено смещение секций №4, 30 и особенно секции №7 в сторону верхнего бьефа, что, по всей вероятности, объясняется прогибом ложа водохранилища.

Общую картину смещения прискальной зоны плотины совместно с основанием позволяют получить измерения створно-оптическим методом в галерее на отметке 818 м. Анализ результатов этих наблюдений показал, что более всего смещаются к нижнему бьефу секции №11+14 (18...21 мм при УВБ на отметке 905,7 м (06.1981 г.)), наименьшее смещение (4...7 мм) у секций №16...21. Максимальное смещение (21,5 мм) отмечено у секции №13 (06.1981 г.).

Интегральной характеристикой состояния плотины являются горизонтальные смещения ее гребня. Они представляют сумму составляющих от прогиба секций, температурных изменений бетона, поворота подошвы секций вследствие неравномерной их осадки, горизонтальных деформаций основания под нагрузкой и необратимых деформаций, непосредственно зависящих от фактора времени.

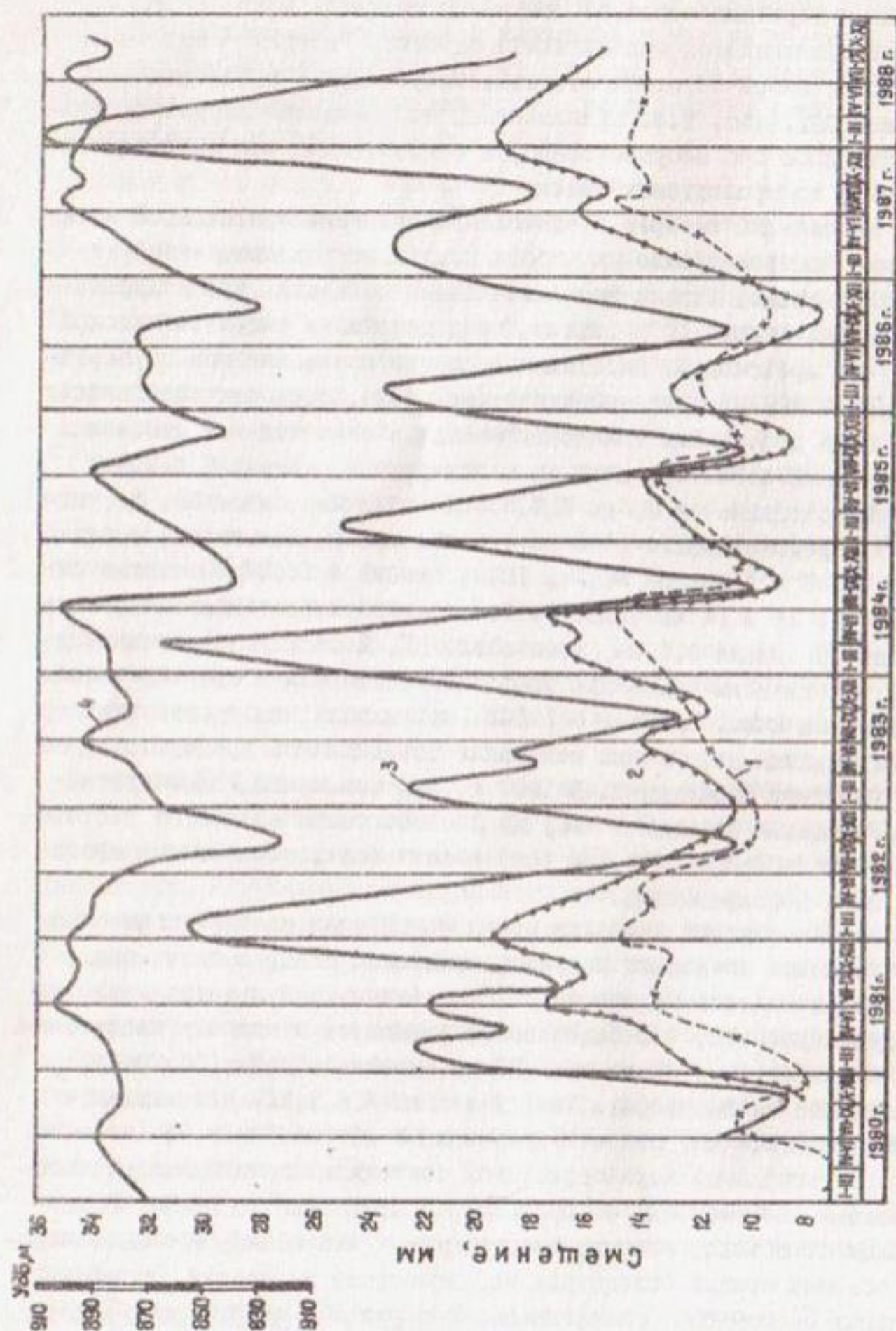


Рис. 1. Горизонтальные смещения секции №12 в направлении верхний бьеф - нижний бьеф:

1 - смещения прискальной зоны (служебная галерея на отметке 804 м); 2 - смещения в служебной галерее на отметке 846 м; 3 - смещения гребня секции; 4 - уровень верхнего бьефа (УВБ)

Измерения горизонтальных смещений базовых секций велись на прямых и обратных отвесах, а остальных – створно-оптическим методом относительно базовых. Результаты наблюдений за смещениями контролируемых точек секции №12 представлены на графиках рис.1, из которых видно, что гребень секции совершает циклические перемещения: в сентябре-январе – в сторону нижнего бьефа, в марте-августе – в сторону верхнего. Размах смещений у разных секций разный; у базовых в 1981 г. он был в пределах 10...16 мм, в 1987 г. уменьшился до 2...8 мм. Это обусловлено отсутствием обычного для второй половины года понижения уровня воды в водохранилище.

Для прогнозирования смещений контролируемых точек плотины и оценки ее состояния необходимо знать степень влияния вызывающих смещения факторов. С этой целью был выполнен сравнительный анализ измеренных смещений, в частности смещений гребня секции № 24. Он показал, что при наполнении водохранилища до проектной отметки гребень этой секции смещается в сторону нижнего бьефа от прогиба бетона – на 4,5 мм, от поворота подошвы – на 5 мм, смещения совместно с основанием – на 5 мм. Температурная составляющая была исключена на начальной стадии анализа. Наблюдения отвесов позволяют фиксировать смещения секций как в направлении бьефов, так и к бортам. Измерения смещений базовых секций на отметке 845 м показывают, что у семи из них, а следовательно и у многих других секций, наблюдается процесс циклического смещения в направлении бортов. Аналогичное явление наблюдается и на гребне. При этом гребень секций СУ лев, №4,7,12 и 18 начинает смещаться в сторону левого борта в январе-апреле, гребень секций СУ прав. и № 30 – в сентябре. Размах варьирования смещений 3...4 мм.

Осадка секций плотины измерялась путем нивелирования I класса высотных марок в цементационной галерее верхового оголовка на отметках 796,5...794 м, служебной галерее на отметках 806...803 м и 813 м низовой грани плотины в привязке к кустам фундаментальных реперов в лево- и правобережной штольнях. Высотное положение последних ежегодно определялось относительно фундаментальных в нижнем бьефе примерно в 1,5 км от плотины по левому и правому берегу реки Карадарьи. Высотные наблюдения эксплуатационного периода были начаты в 1978 г. – до первого наполнения водохранилища. Из приведенных на рис.2 графиков видно, что ин-

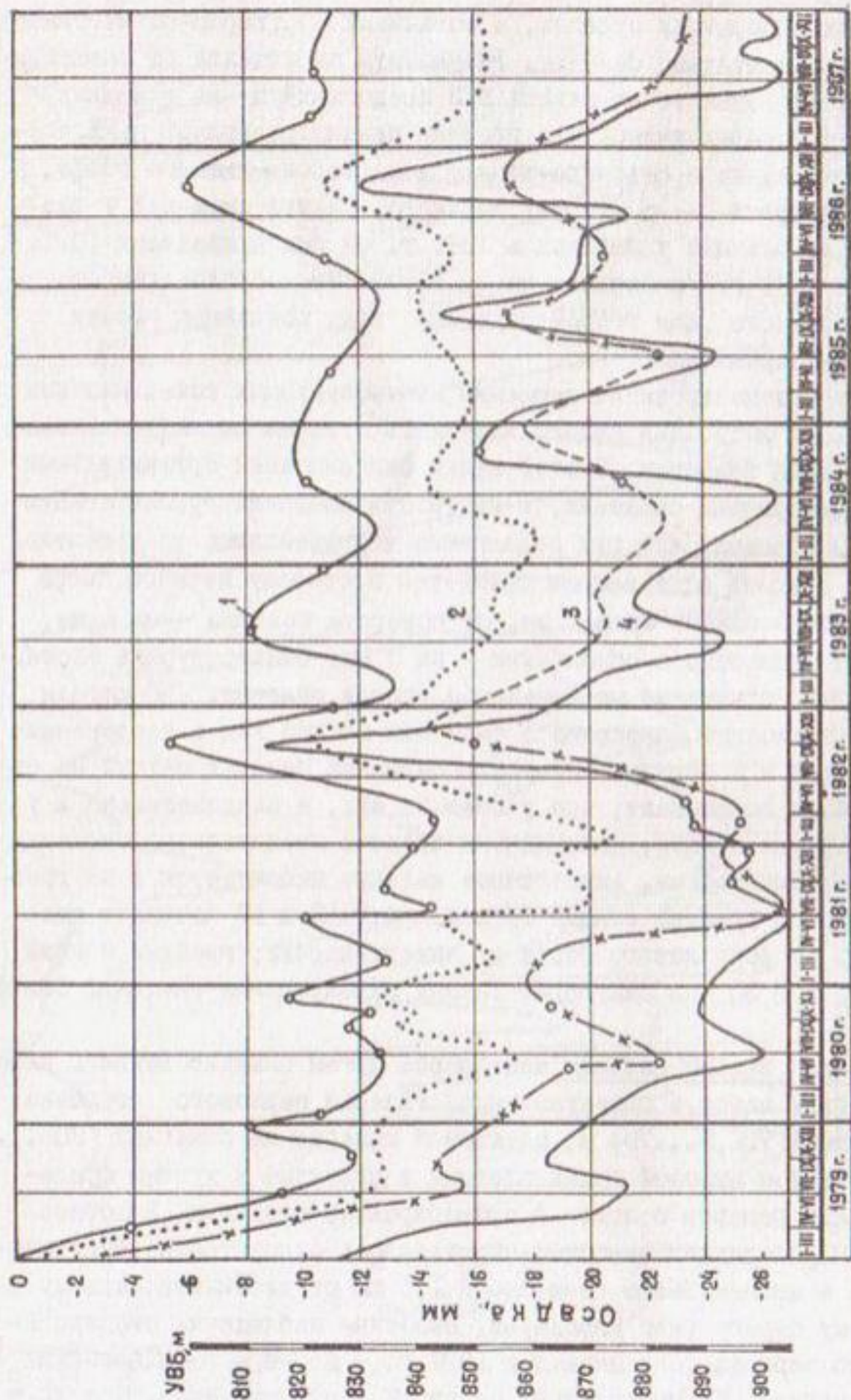


Рис.2. Осадка секции №12: 1 - осадка верхового оголовка, измеренная в цементационной галерее; 2 - осадка контрфорсов, измеренная в служебной галерее на отметке 805 м; 3 - осадка низового оголовка; 4 - уровень верхнего бьефа (перевернут)

тенсивная достаточно равномерная осадка секции № 12 началась с октября 1979 г., со второго наполнения водохранилища. Наибольшей величины она достигла в июле 1981 г. при УВЕ на отметке 905,7 м.

При сработке водохранилища в 1982 г. до отметки 822 м наблюдался подъем секций, однако на исходные отметки они не вернулись. Необратимые деформации сжатия составили в основании цементационной галереи 60%, служебной галереи — 50% и низового оголовка — 40%. Распределение осадки секций в цементационной галерее по фронту плотины неравномерно: у бортовых секций она наименьшая, по мере удаления от бортов к центру плотины возрастает, достигая максимума на границе секций № 15...16 (32 мм). Осадка средней части секций, измеренная в служебной галерее, характеризуется меньшей неравномерностью: на участке русловых секций (№ 6...15) она составила в среднем 25 мм, на участке водопропускных — меньше 20 мм. Максимальная осадка отмечена у секции № 12 — 29 мм. Наблюдения за осадкой низовых оголовков неоднократно прерывались из-за повреждения высотных марок в строительный период. Наиболее близкие к действительно полным величинам осадки можно считать наблюдения у секций № 18...20 и 26, где измерения велись с 1973 г. У секции № 26 отмечена наибольшая осадка — 35,6 мм, секции № 19 — наименьшая — 26,9 мм.

В целом при НПУ эпюра осадки в направлении бьефов соответствует эпюре распределения гидростатической нагрузки на основание: величина осадки увеличивается по мере удаления от верховой грани плотины к низовой.

Раскрытие межсекционных швов измерялось в галереях плотины и на ее гребне. В галереях наблюдалось незначительное раскрытие — не более 0,5 мм, что объясняется незначительным изменением температуры бетона. На гребне деформационные швы в осенне-зимний период раскрывались до 5 мм, в январе они начинали закрываться. В мае этот процесс прекращался, секции на гребне смыкались, и в таком состоянии они находились до октября. В этот период происходило обжатие верхней зоны плотины, поскольку под воздействием повышающейся температуры воздуха разогрев бетона продолжается до августа.

Наблюдениями за фильтрационным режимом в основании, бортовых примыканиях и бетоне плотины установлено, что пьезометрические уровни подземных вод изменяются в широких пределах и в большинстве случаев определяются уровнем воды в водохранилище. В основании верхового оголовка, и особенно на контакте его со скальным основанием, они значительно превышают уровни воды в пьезометрах, расположенных в полостях секций. В отдельных зонах отмечена тенденция роста приведенного напора (в долях от напора на плотину) во времени, у части пьезометров наблюдается обратная картина. Расход фильтрации через бетон незначителен, максимальная величина ее не превышает 1 л/с. Расположение выходов воды через бетон в полости со временем меняется: часть из них колюматруется, появляются новые, которые через определенное время также прекращают существование. Расход дренажа земляной плотины при максимальном наполнении колеблется от 8 до 10 л/с. Расход фильтрации через основание плотины, измеренный на водосливах водосборного лотка, не превышал 10 л/с, через деформационные швы — 0,2 л/с.

Фильтрационное давление в основании верховых оголовков секций плотины измерялось 77 пьезометрами. Наибольшее противодействие на подошву секций оказывается на начальном участке подземного контура контакта бетон-скала (рис. 3 и 4). Средний приведенный напор здесь составляет 0,9 Н. На горизонтальной плоскости подземного контура средний по фронту плотины приведенный напор при максимальном УВБ составил 0,22Н, снижаясь от 0,65Н со стороны верхнего бьефа до 0,22Н на концевом участке. На глубине 5 м в скальном основании, где проходит нижняя граница зоны площадной цементации, пьезометрический напор находится в пределах 0,15...0,93Н. Характеризуя отмеченные выше тенденции в изменении пьезометрических уровней, можно констатировать, что практически все они произошли на контакте бетона со скалой; в основании семи секций давление повышается, у шести секций понижается.

Уровни фильтрационных вод в полостях секций изменяются незначительно и большей частью не поднимаются выше отметки 804 м, т.е. верха засыпки полостей галечником.

Характер распределения пьезометрических уровней в основании секции №4...30, описанный выше, в значительной степени свойственен и фильтрационному режиму основания бортовых секций. Так, на

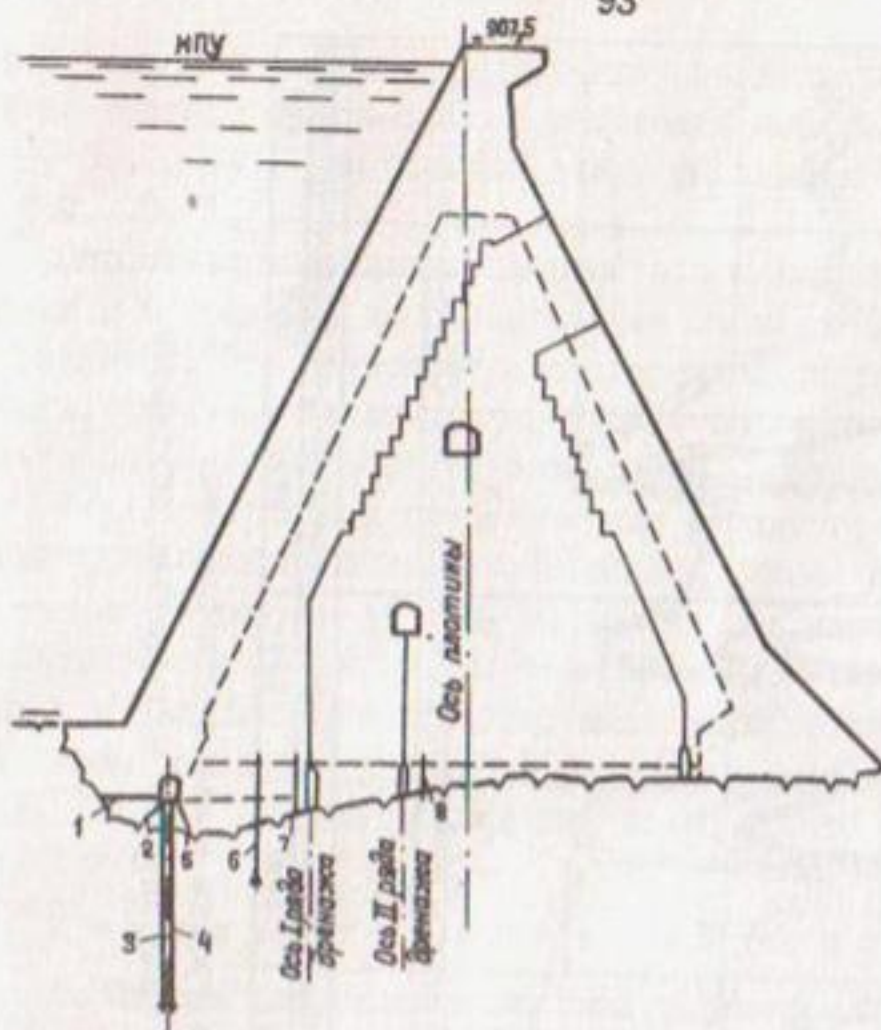


Рис.3. Схема расположения пьезометров в основании плотины (а) и осадка секций плотины в июле 1987г. (б):

I + 8 – номера пьезометров; 9 – осадка верхних оголовков; 10 – осадка контрфорсов

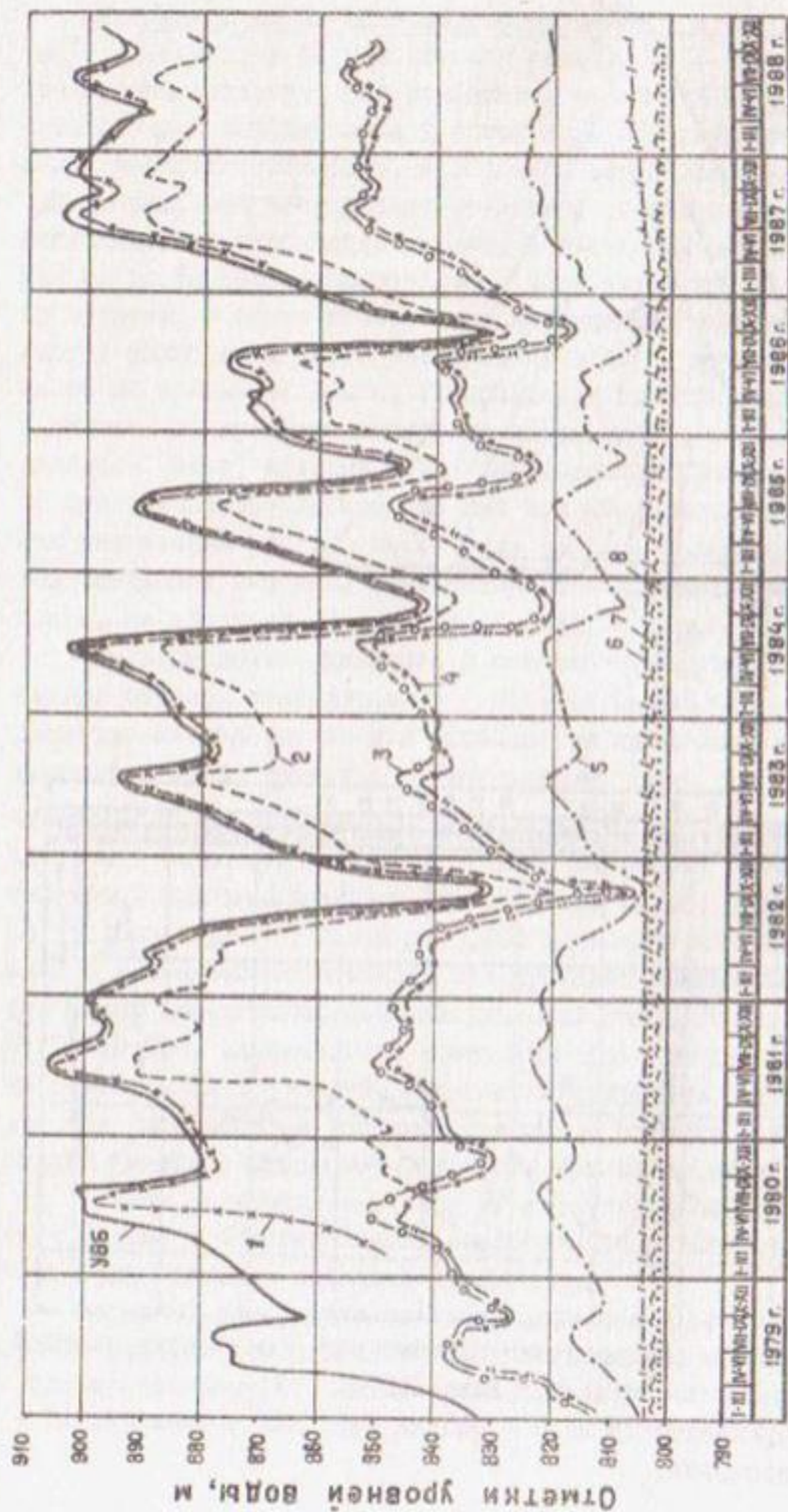


Рис. 4. Пьезометрические уровни в основании плотины:

I + 8 - номера пьезометров (рис. 3а); III - нормально подпертый уровень

левобережном примыкании фильтрационное давление на подошву секций по контакту бетон-скала в плоскости верхового откоса составляет $0,40 \dots 0,96H$. При большей длине фильтрации давление снижается на $0,2 \dots 0,7H$.

Сопоставление данных пьезометров с фильтрами в скальных блоках и в трещинах не обнаруживает сколько-нибудь заметного их различия. Это позволяет с достаточной определенностью предполагать, что контролируемые трещины в основании плотины по своей фильтрационной способности равноценны участкам, не имеющим трещин.

Итак, результаты геодезических и гидрогеологических наблюдений за плотинной Андижанского водохранилища позволяют оценить состояние гидроузла до 1988 г. как вполне удовлетворительное, поскольку осадка секций плотины и ее горизонтальные смещения близки к заложенным в проекте, максимальный фильтрационный расход через основание в десятки раз меньше проектного, фильтрация через бетон и деформационные швы всего фронта плотины не превышала 1 л/с .

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Методы измерений и анализа перемещений высоких бетонных плотин. - М.: Минэнерго, 1978. - 37с.

УДК 621.643.29(001.57):626.8

В.С.Попов, нач.отд.

Т.Я.Саушкина, гл.спец.

(Средазгипроводхлопок)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПЛАСТМАССОВЫХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБ ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ОРО-
СИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Гофрированные пластмассовые трубы, производство и применение которых уже давно и успешно освоено за рубежом, получают широкое распространение и в нашей стране. Их использование началось при строительстве закрытого горизонтального дренажа. Легкость, достаточная прочность, простота укладки способствовали признанию преимущества гофрированных пластмассовых труб над тяжеловесными, хрупкими, короткосекционными гончарными.

В условиях политики бережного и экономного расходования воды наилучшим способом водоподачи считаются системы из закрытых трубопроводов. Однако для повсеместного перехода на закрытые оросительные системы необходимо большое количество разнообразных по материалу и сортаменту труб, на что покамест не хватает производственных мощностей нашей промышленности. Налаженное производство гофрированных пластмассовых труб могло бы в некоторой степени восполнить дефицит в производстве труб для орошения.

Следует, однако, сразу оговорить тот факт, что при всех достоинствах гофрированных труб обнаруживается их явный недостаток как поливных водоводов — наличие гофров создает повышенную шероховатость внутренней поверхности трубы, что ведет к уменьшению ее пропускной способности. Поэтому для уверенного и рационального применения таких труб в проектах орошения необходимо знать истинные значения коэффициентов гидравлических сопротивлений и других зависимостей, позволяющих достаточно точно определить область применения этих труб в орошении.

В отделе гидравлических исследований были проведены стендовые испытания гофрированных труб диаметром 75; 110 и 125 мм с целью определения гидравлических характеристик труб, работающих как в режиме пропуска транзитного расхода, так и в условиях раздачи расхода по длине. В вариантах раздачи расхода по длине поступление воды в поливные борозды осуществлялось через просверленные в стенках трубопровода нерегулируемые отверстия следующих

размеров:

- на трубопроводе 75 мм принимались отверстия диаметром 3 и 4 мм с расстоянием между отверстиями 0,3 м;
- на трубопроводе 110 мм - отверстия в 5 и 6 мм, расстояние между отверстиями 0,6 м;
- на трубопроводе 125 мм - отверстия 5; 6; 7 мм с расстоянием между ними 0,6 м.

Гофрированные пластмассовые трубопроводы маркируются по наружному диаметру. Внутренний диаметр определяется как разница между наружным диаметром и высотой гофра (с учетом толщины стенок).

Необходимо отметить, что конструкции гофров могут быть весьма разнообразными и размеры их пока не стандартизированы, хотя гидравлические свойства гофрированных труб в большой степени зависят именно от конструкции и размера гофров. Исследуемые нами трубы, изготовленные в ГСКБ по ирригации НПО САНИИРИ, имели параметры, указанные в таблице.

Заметим, что испытываемые гофрированные трубы по конструкции нельзя отнести к гидравлически наивыгоднейшим. Этот вывод сделан на основании сравнения результатов наших исследований труб ГСКБ по ирригации с изготовленными в Литве и Белоруссии [17]. Установлено, что пропускная способность местных труб диаметром 125 мм примерно соответствует пропускной способности труб диаметром 110 мм Вильнюсского завода. Если руководствоваться рекомендациями А.И.Мурашко [17], конструирование гофров по наиболее благоприятным с точки зрения гидравлики величинам высоты (h_2) и шага (S) гофров следует вести с соблюдением следующих зависимостей:

$$h_2 = 0,7 + 0,0322 D \quad (\text{мм});$$

$$\frac{S}{h_2} = 2,45 - 0,00875 D;$$

$$S = 1,715 + 0,0728 D - 0,000282 D^2;$$

$$35 < D < 125.$$

В таблице приведены подсчитанные авторами данного исследования по указанным формулам рекомендуемые соотношения высоты и шага гофров для наших диаметров труб и фактические значения этих соотношений.

Профили гофров исследуемых труб и их размеры даны на рис. I.

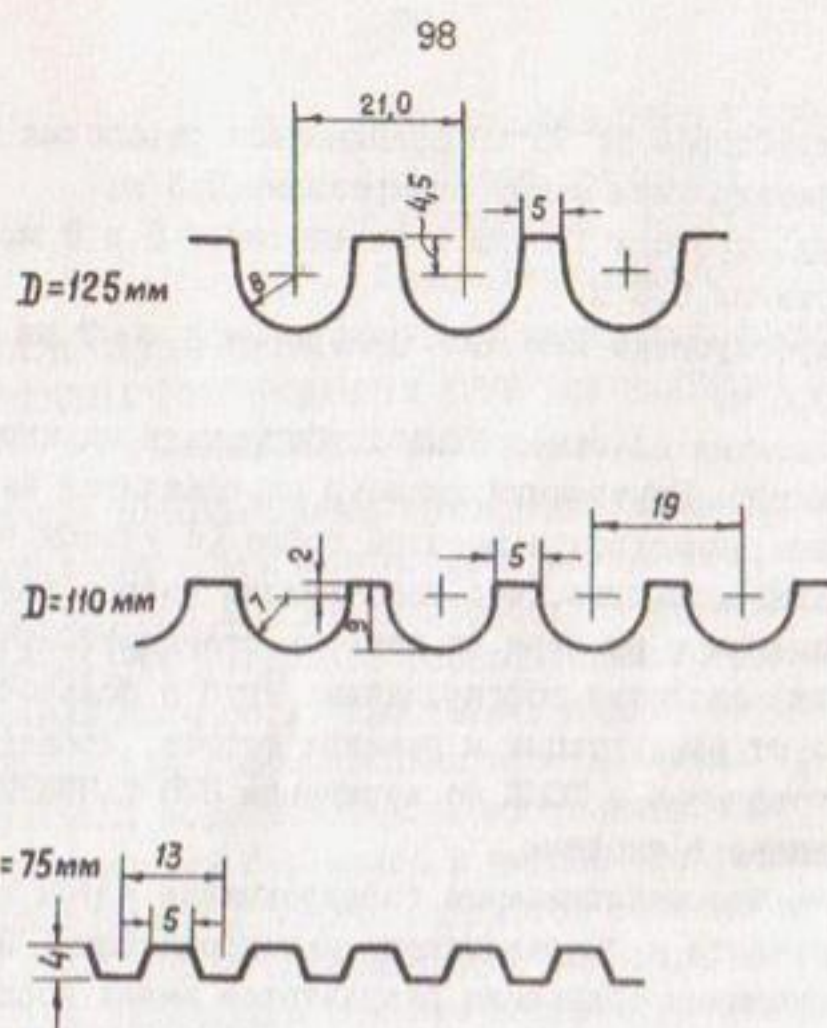


Рис. I. Профили гофров исследуемых труб диаметром 125; 110 и 75 мм

Параметры исследуемых гофрированных труб и сравнение размеров гофров с рекомендуемыми

Наименование	Наружный диаметр, мм		
	125	110	75
Внутренний диаметр	98	88	64
Расчетная площадь сечения, м^2	0,00755	0,00608	0,00322
Фактические: высота гофра, мм	12,5	9,0	4,0
шаг гофра, мм	21,0	19,0	13,0
S/h_2	1,67	2,11	3,25
Рекомендуемые: высота гофра, мм	3,92	3,66	2,86
шаг гофра, мм	6,17	6,02	5,13
S/h_2	1,57	1,645	1,79

Цель стендовых испытаний – определение потерь напора в различных комбинациях условий работы трубопровода. За основную зависимость при гидравлических расчетах принимается формула Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta h = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}, \quad (1)$$

где Δh – потери напора; λ – коэффициент гидравлических сопротивлений по длине; l – длина трубопровода; d – внутренний диаметр; v – средняя скорость; $\frac{v^2}{2g}$ – скоростной напор.

Эта формула используется для случая транзитного пропуски расхода. В условиях работы поливного трубопровода с раздачей расхода по длине вместо средней скорости принимается расчетная, определяемая по формуле

$$v_p = \sqrt{v_{mp}^2 + v_{mp} v_n + \frac{v_n^2}{3}}, \quad (2)$$

где v_p – расчетная скорость; v_{mp} – скорость транзитного расхода, выходящего за пределы расчетного участка; v_n – скорость путевого расхода, т.е. суммарного расхода поливных струй, отделяющихся от основного потока: $v_{mp} = Q_{mp} / \omega$ и $v_n = Q_n / \omega$ (Q_{mp} – транзитный расход, Q_n – путевой расход, ω – площадь живого сечения). По расчетной скорости определяется расчетный расход трубопровода (или его расчетного участка):

$$Q_p = v_p \omega. \quad (3)$$

Таким образом, по замеренным на стенде потерям напора и расходам можно составить графики их зависимости не только для исследуемого трубопровода, но и для трубопровода любой длины, если выразить потери напора и длину трубы через пьезометрический уклон $i = \frac{\Delta h}{l}$ и построить общеизвестную зависимость $100 i = f(Q)$.

Испытания транзитных оросительных систем из гофрированных пластмассовых труб без поливных отверстий показали, что эти трубы обладают повышенной шероховатостью, в силу чего коэффициент гидравлических сопротивлений по длине имеет следующие значения:

– для труб диаметром 75 мм при расходах 2,0...5,5 л/с $\lambda = 0,049$;

– для труб диаметром 110 мм при расходах 6,0...11,0 л/с $\lambda = 0,054$;

– для труб диаметром 125 мм при расходах 7,0...14,0 л/с $\lambda = 0,058$.

Более точно зависимость коэффициента гидравлических сопротивлений от расхода выражается в общепринятых анаморфозах

$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = f(\lg Re)$, но в статье эти зависимости не приводятся.

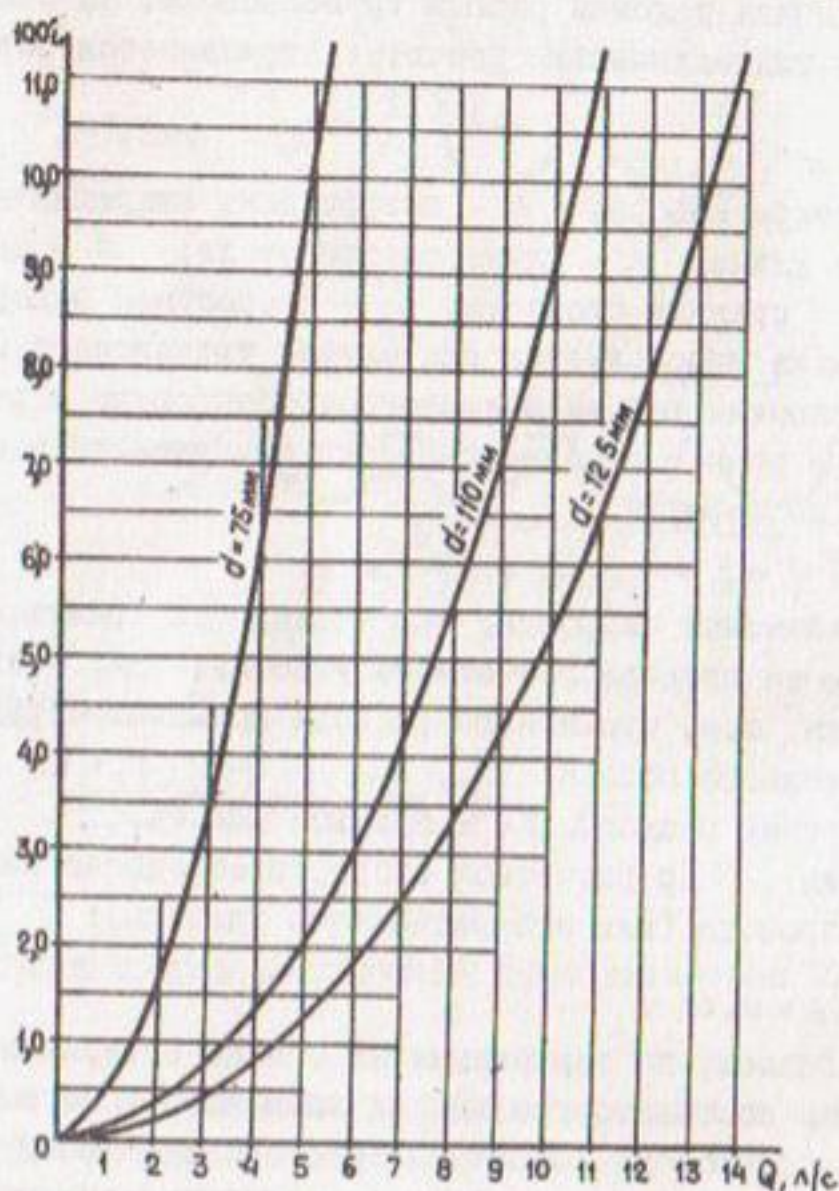


Рис.2. Зависимость $Q = f(100h)$ для гофрированных пластмассовых труб диаметром 75; 110 и 125 мм

На рис.2 даны графики зависимости $Q = f(100h)$. Для наглядной характеристики пропускной способности исследуемых труб можно привести такой пример: при пропуске расхода 5 л/с по трубопроводу 100-метровой длины потери напора в трубе диаметром 125 мм составят 1,243 м, в трубе диаметром 110 мм – 2,04 м, а в трубе 75 мм – 9,41 м.

Исследования трубопровода в условиях раздачи расхода по длине дали возможность уловить взаимосвязь всех переменных величин, характеризующих конкретную и единственно возможную ситуацию работы трубопровода, построить графики, позволяющие производить расчет поливных трубопроводов. Для выполнения расчетов необходи-

мо было выявить две основные зависимости: потери напора от величины расхода (вернее, совокупности транзитного и поливного расходов) — $100 i = f(Q)$ и пропускную способность поливных отверстий от напора в трубопроводе — $q = f(h)$. На испытательном стенде проведено большое количество опытов на трубопроводах длиной около 40 м. Работа раздающего расход трубопровода наглядно иллюстрируется двумя экспериментами, проведенными на одном и том же трубопроводе диаметром 125 мм с отверстиями 6 мм, расположенными через 0,6 м. В первом случае по трубопроводу пропусклся расход 9,5 л/с. Истечение из свободно лежащего, неподпертого, конца трубопровода составляло 7,4 л/с. Следовательно, на полив раздавался расход 2,1 л/с. Неравномерность раздачи расхода в этом случае была очень большой — от 0,086 л/с в начале трубопровода до 0,017 л/с в конце его (рис.3). Так же неравномерен и пьезометрический напор — от 1,01 до 0,06 м.

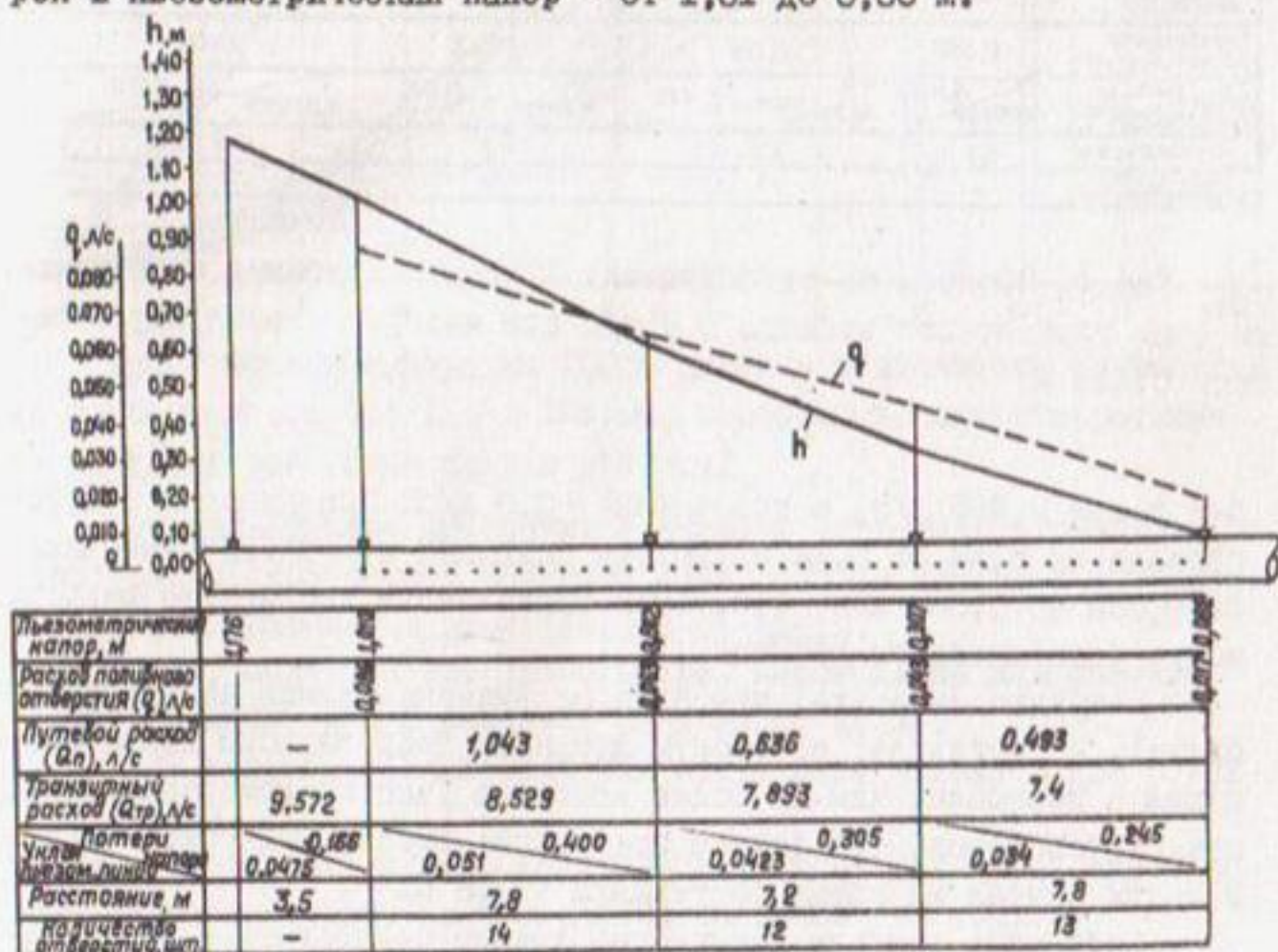


Рис.3. Пропуск по трубопроводу 125 мм с круглыми отверстиями 6 мм транзитного расхода 7,4 л/с при напоре в конце трубопровода 0,062 м

Уменьшая транзитный расход и увеличивая подпор с конца трубопровода, можно добиться относительной равномерности распределения расхода. Почти тот же поливной расход получен в следующем эксперименте (рис.4) – 2,095 л/с, но в этом случае общий расход

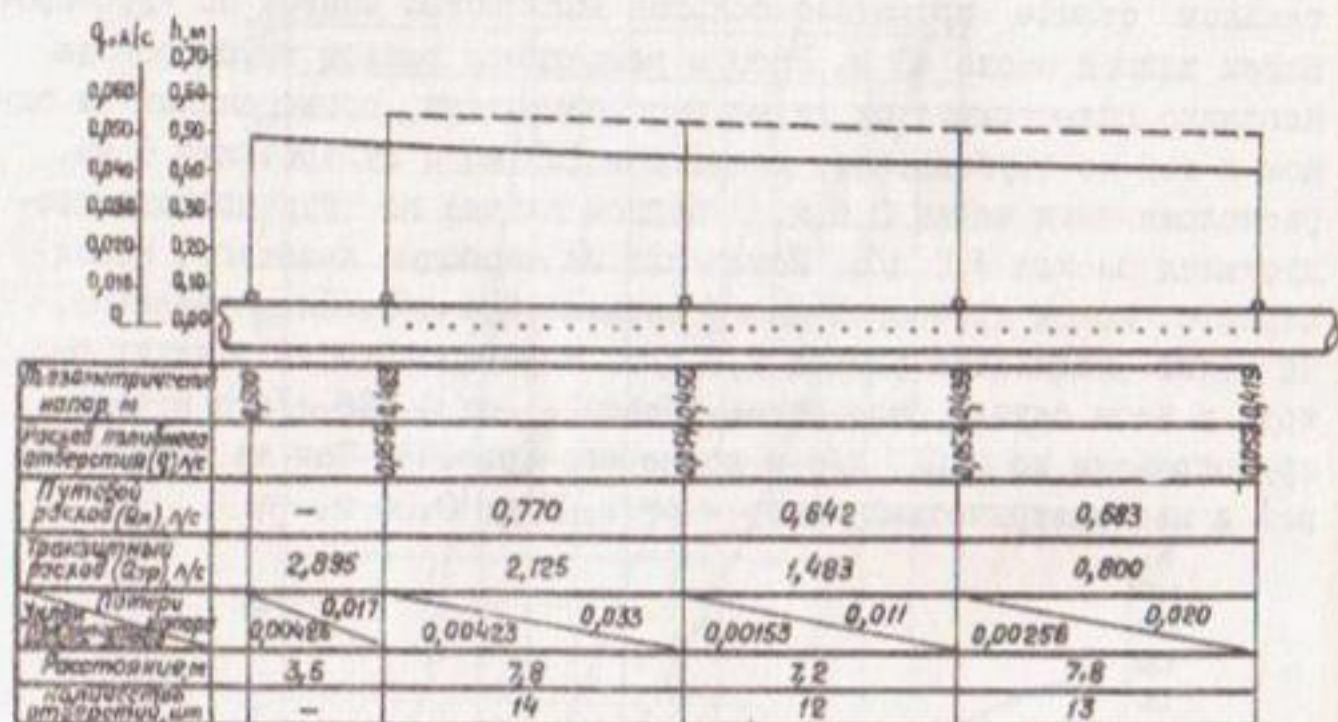


Рис.4. Пропуск по трубопроводу 125 мм с круглыми отверстиями 6 мм транзитного расхода 0,8 л/с при напоре в конце трубопровода 0,419 м

был равен 2,895 л/с, а транзитный – 0,8 л/с. При напорах в трубопроводе от 0,48 до 0,42 м расходы поливных отверстий изменялись от 0,056 до 0,052 л/с, т.е. была практически достигнута равномерность распределения расхода.

Нетрудно заметить, что пьезометрическая линия не является прямой, а составляет некоторую ломаную, теоретически приближающуюся к параболе. Чем на более короткие участки измерений разбивается трубопровод, тем точнее построение пьезометрической линии. В наших опытах их длина составляла 7...8 м.

Собранные опытные данные необходимо обработать – по формулам (2) и (3) подсчитать для каждого участка расчетный расход и уклон пьезометрической линии при этом расходе. На основании подсчетов построены графики зависимости уклона пьезометрической линии ($100 i$) от величины расчетного расхода для трубопроводов

всех трех исследуемых диаметров с различными вариантами размера водовыпускных отверстий. Кривые зависимости $100 i = f(Q)$ приведены на рис. 5.

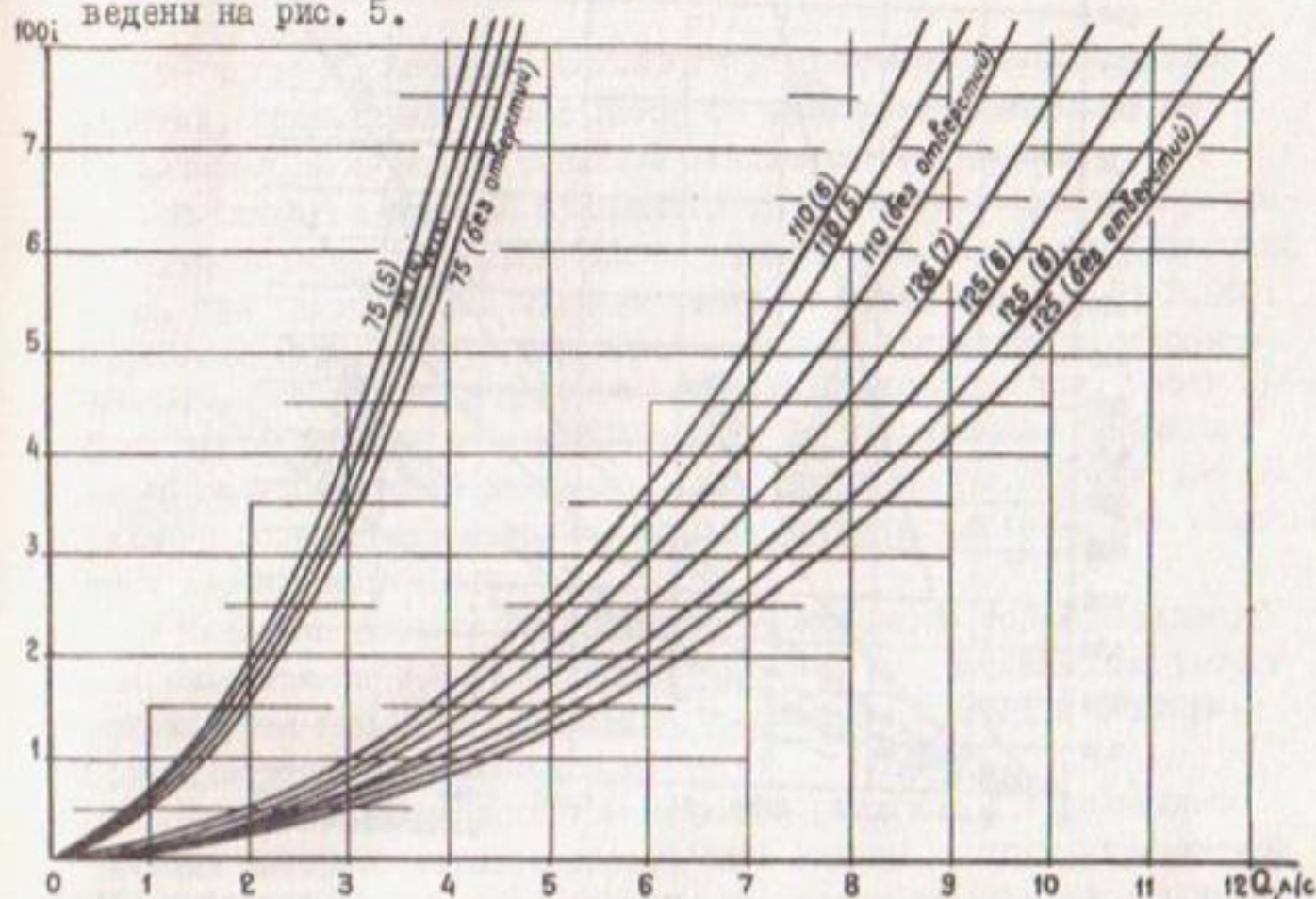


Рис. 5. Потери напора на 100 м длины в зависимости от расхода для трубопроводов 75; 110 и 125 мм, перфорированных отверстиями разных диаметров (они даны в скобках)

Опытные данные позволили составить и графики зависимости пропускной способности поливных отверстий от напора в трубопроводе, что графически представлено на рис. 6.

Итак, получены все зависимости, необходимые для расчета гофрированных труб с раздачей расхода по длине.

При гидравлических расчетах могут быть выделены две основные задачи:

- определить уклон, который следует выдерживать, чтобы добиться равномерного распределения поливного расхода;
- выявить характер распределения поливного расхода при укладке трубопровода с любым заранее заданным уклоном, в том числе и с нулевым (горизонтально).

Методика расчета трубопровода, обеспечивающего равномерную раздачу расхода по длине, заключается в следующем:

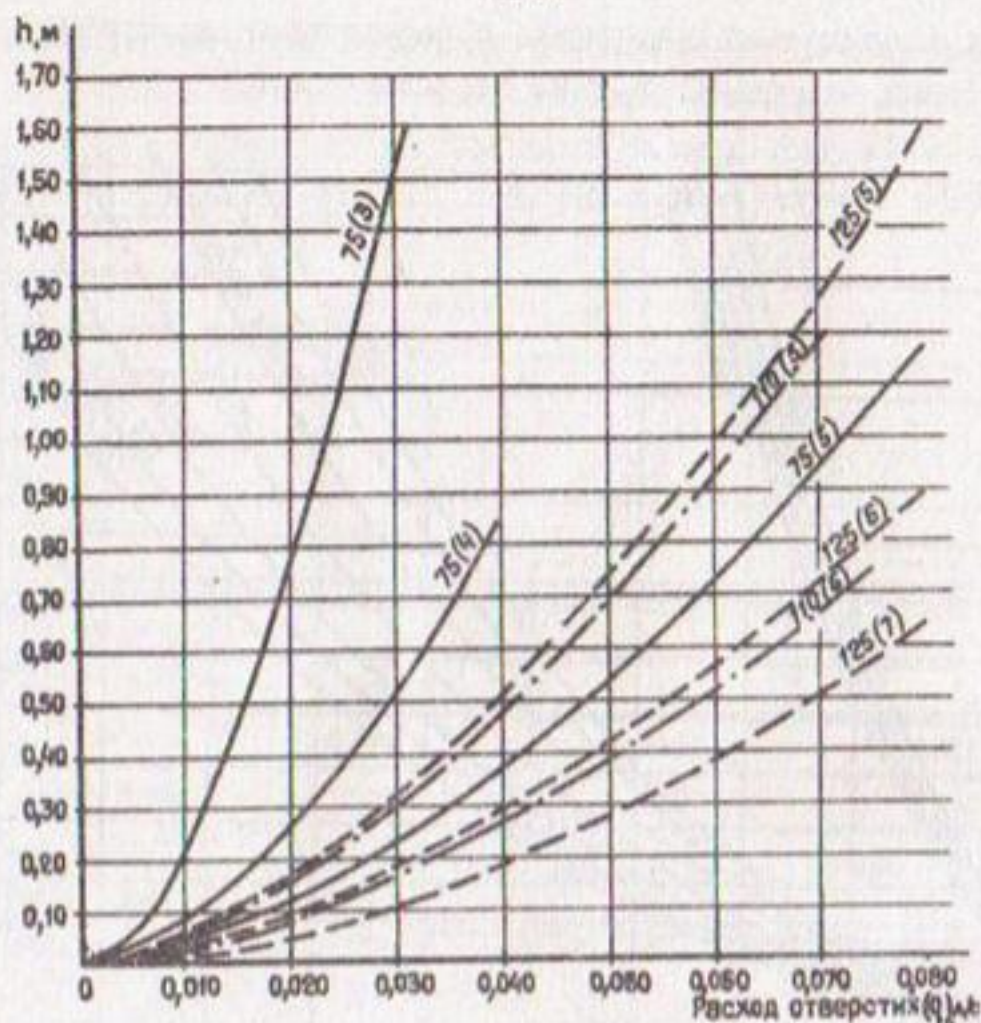


Рис. 6. Сводный график пропускной способности поливных отверстий различных диаметров на трубах 125; 110 и 75 мм

– трубопровод разбивается на расчетные участки, длина которых не должна превышать 20 м;

– расчет начинается с последнего по ходу течения участка: для конечного сечения трубопровода должны быть заданы транзитный расход (в лучшем случае $Q_{\text{тр}} = 0$) и расход поливного отверстия (q);

– по графику $q = f(h)$ на рис. 6 определяется напор в конце трубопровода (h_2);

– вычисляется путевой расход на участке $Q_n = qn$, где n – число отверстий;

– находятся расчетные гидравлические элементы v_n , v_p и Q_p ;

– определяются соответствующие расчетному расходу потери напора по графику на рис. 5: $400i = f(Q_p)$;

- устанавливаются потери напора на рассчитываемом участке:

$$\Delta h = \frac{100i}{20} \quad (20 \text{ м} - \text{длина участка});$$

- в той же последовательности рассчитывается вышележащий участок, транзитный расход которого принимается равным сумме транзитного и путевого расходов нижележащего участка.

В качестве примера приводятся графические результаты расчета трубопровода диаметром 125 мм, раздающего расход из отверстий 5 мм, при заданных расходах на полив из отверстия 0,080; 0,060; 0,040 л/с (рис.7). При пользовании этими графиками необходимо помнить, что расчет ведется с конца трубопровода, т.е. ноль графика приходится на конечное сечение. По приведенным графикам можно построить продольный профиль трубопровода, уложенного по уклону, соответствующему уклону пьезометрической линии для всех пяти вариантов расчета.

Методика расчета трубопровода, уложенного горизонтально, основывается на тех же принципах расчета по участкам, но расчет усложняется тем, что приходится пользоваться методом подбора. Приводим порядок выполнения расчета:

- расчет начинается с последнего участка, для последнего сечения которого заранее должны быть заданы расходы — транзитный и среднего по участку отверстия. Для этого участка определяются путевой расход, скорости транзитного и путевого расходов, расчетная скорость и соответствующий ей расчетный расход;
- по графику $100i = f(Q)$ (рис.5) устанавливаются потери напора на участке протяженностью 100 м и пересчитываются на длину расчетного участка (Δh);
- по графику $q = f(h)$ находится напор над средним отверстием ($h_{\text{ср}}$), а с учетом потерь напора определяются напоры в конце (h_k) и начале (h_n) участка:

$$h_k = h_{\text{ср}} - \frac{\Delta h}{2}, \quad h_n = h_{\text{ср}} + \frac{\Delta h}{2};$$

- соответственно напорам в начале и конце участка вычисляются расходы поливных отверстий по графику $q = f(h)$;
- при расчете следующего (вверх по течению) участка имеется в виду, что напор над отверстием и расход поливного отверстия в начале последнего участка соответствуют расходу и напору в конце предыдущего участка и транзитный расход предыдущего участка равен сумме транзитного и путевого расходов последнего участка;

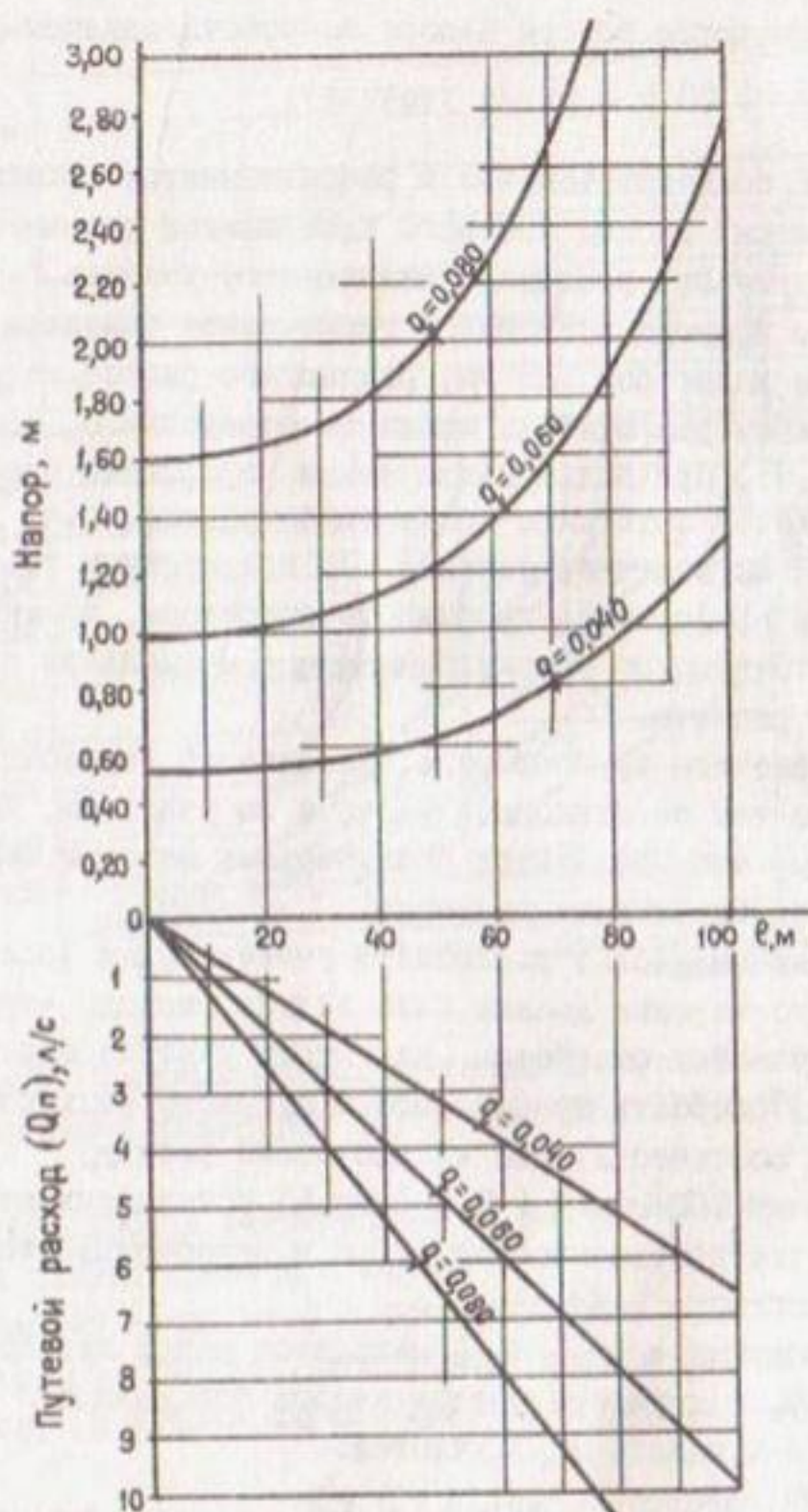


Рис. 7. Пример расчета трубопровода 125 мм, раздающего расход по длине из отверстий 5 мм

— далее расчет ведется методом подбора. Необходимо подобрать такое значение $q_{ср}$, чтобы соответствующее ему значение $h_{ср}$ с учетом потерь напора на участке, соответствующих получившемуся расчетному расходу, давало величину напора в конце участка, равную найденной, т.е. следует задаться значением $q_{ср}$ и проде-

лать все операции по определению h_k на этом участке аналогично расчетам на предыдущем участке, пока искомое h_k не будет равно h_n последнего участка;

– по тем же правилам ведется расчет следующего вышележащего участка.

В качестве примера приводятся результаты расчета трубопровода диаметром 75 мм длиной 60 м, перфорированного отверстиями 3 мм, когда задано, что в конце трубопровода имеется заглушка и нет свободного истечения, а расход поливных отверстий в среднем равен 0,020 л/с (рис.8).

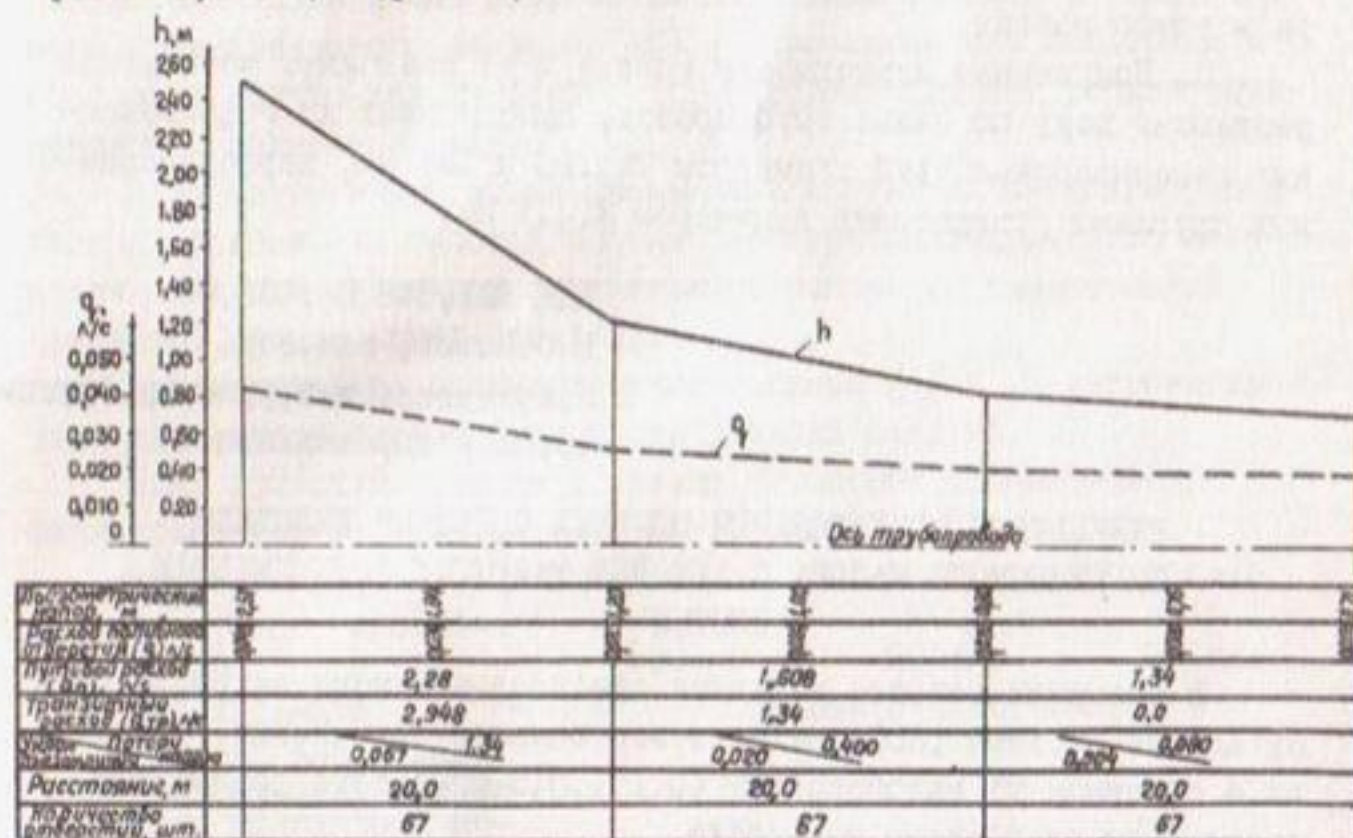


Рис.8. Пример расчета трубопровода 75 мм с отверстиями 3 мм при уклоне земли $i=0,0$

Выводы

I. Гофрированные пластмассовые трубы относятся по своим гидравлическим свойствам к сильношероховатым. Коэффициент их гидравлических сопротивлений в зависимости от диаметра и расхода равен:

$\lambda = 0,049$ при $d=75$ мм и расходах 2,0...5,5 л/с;

$\lambda = 0,054$ при $d=110$ мм и расходах 6...11 л/с;

$\lambda = 0,058$ при $d=125$ мм и расходах 7...14 л/с.

2. Потери напора в гофрированных трубах для любой длины трубопровода можно определить по зависимости $Q = f(100 i)$, приведенной на рис.2.

3. Экспериментальные исследования позволили получить зависимость потерь напора от расчетного расхода трубопровода с круглыми отверстиями, раздающего расход по длине. Эти зависимости приведены на рис.5.

4. Для расчета трубопровода, раздающего расход по длине, необходимо знать и пропускную способность водоотпускных отверстий. На рис. 6 помещены графики зависимости расхода отверстий от напора в трубопроводе.

5. Полученные зависимости (рис.5 и 6) позволяют рассчитать раздающий воду по длине трубопровод, выполненный из гофрированных пластмассовых труб диаметром 75;110 и 125 мм, перфорированных круглыми отверстиями диаметром 3...7 мм.

УДК 621.646.24:626.8

В.С.Попов, нач.отд.

В.К.Архангельский,руковод.группы
(Средазгипроводхлопок)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ДЕЛИТЕЛЯ СТАТИЧЕСКОГО НАПОРА С АЦЗ ДЛЯ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В условиях острого дефицита оросительной воды закрытые оросительные системы (ЗОС) находят все большее применение. Строят их в основном из малонапорных (0,1...0,3 МПа) труб различного диаметра и из разного материала.

В самонапорных ЗОС горной и предгорной зон пьезометрические напоры на концевых участках трубопроводов могут значительно превышать допустимые.

Для поддержания напоров в пределах нормативных трубопроводы при строительстве делятся на участки так, чтобы в конце каждого давление не превышало расчетных величин.

В местах разрыва трубопровода строятся специальные сооружения, называемые делителями статического напора, основное назначение которых разделить статические напоры по длине трубопровода на величины, не превышающие расчетные, а линию пьезометрического напора из сплошной преобразовать в ступенчатую.

Делители статического напора оборудуются автоматическими затворами гидравлического действия, необходимыми для:

- поддержания постоянного заданного рабочего напора в конце участка трубопровода при изменении расходов в расчетном диапазоне;
- автоматического выпуска требуемого расхода в нижерасположенный участок трубопровода.

Учитывая то обстоятельство, что промышленность не выпускает автоматических затворов для делителей статического напора, специалистами СНИИРИ был разработан модельный образец автоматического цилиндрического затвора (АЦЗ), проведены его испытания и составлен научно-технический отчет с рекомендациями по конструированию и применению [1].

В соответствии с этими указаниями институт "Средазгипроводхлопок" разработал типовой проект "Затворы цилиндрические автоматические для делителей статического напора на самонапорной трубчатой оросительной сети" [2].

Автоматические цилиндрические затворы [3] в ТП запроектированы трех типоразмеров без конструктивных отличий.

Ниже приводим краткие сведения о типовых автоматических цилиндрических затворах.

Марка затвора	- ЗЦС-100л/с	ЗЦС-200л/с	ЗЦС-300л/с
Пропускная способность	- 100л/с	200л/с	300л/с
Тип автомата	-	Прямого действия	
Диаметр сопрягаемых поверхностей подвижного цилиндра и неподвижного патрубка (d)	- $190 \frac{HII}{aII}$	$270 \frac{HII}{aII}$	$320 \frac{HII}{aII}$
Максимальное открытие затвора в автоматическом режиме (H_x)	50 мм	60 мм	80 мм
Рабочий диапазон напоров в подводящем трубопроводе	- 3+60м	3+60м	3+60м
Диаметр поплавка (D)	720 мм	850 мм	1000 мм
Высота поплавка (H_{II})	400 мм	400 мм	400 мм
Масса	- 62,3 кг	90 кг	125 кг

Конструктивно делитель статического напора (ДСН) выглядит так. Железобетонный колодец (I) прямоугольного или круглого сече-

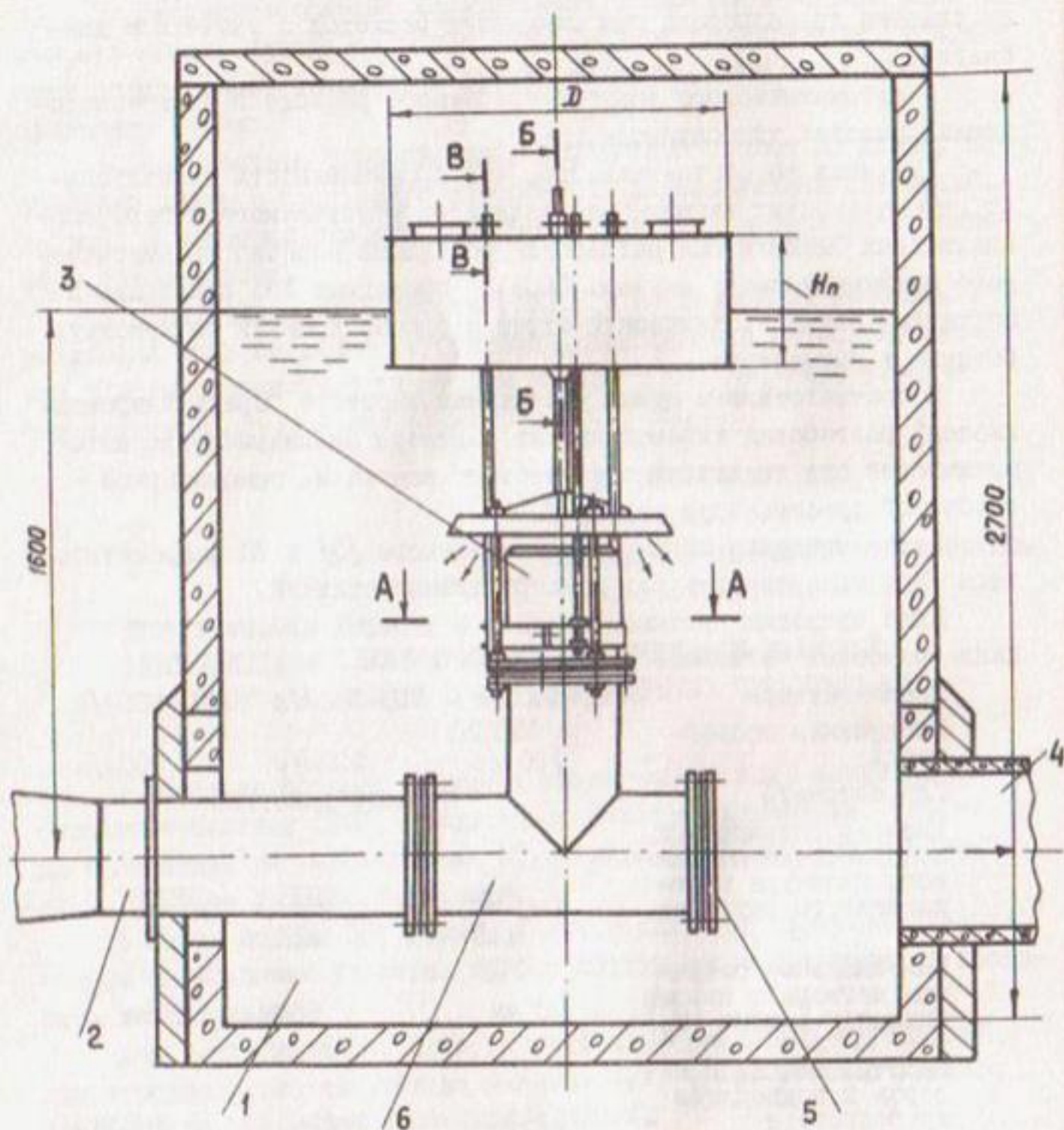
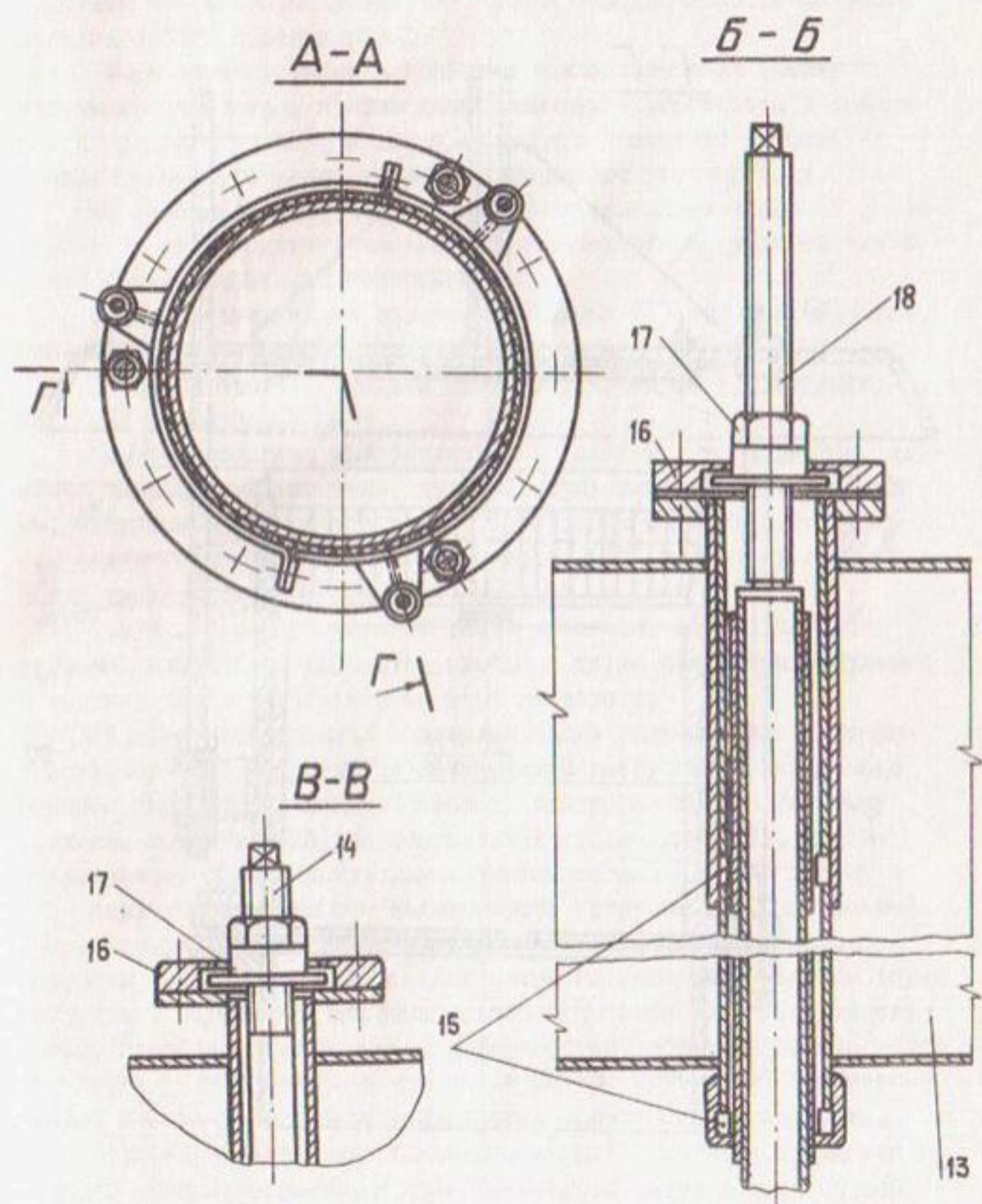
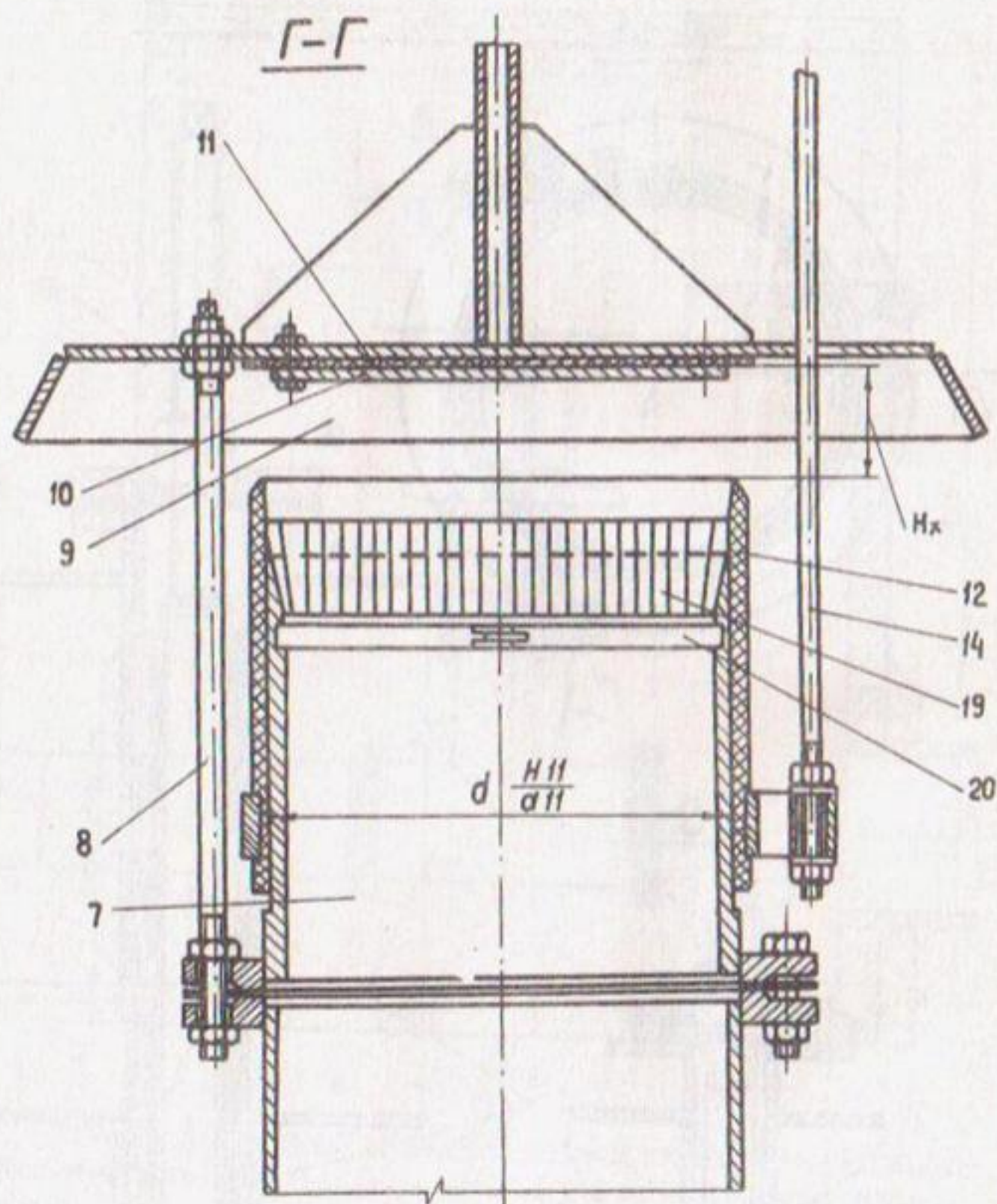


Рис. I. Делительный колодец с типовым автоматическим цилиндрическим затвором. Разрезы А-А, Б-Б, В-В, Г-Г для детального обзора





ния (рис.1) объединяет подводящий (2) и отводящий (4) участки разорванного трубопровода. В колодце на конец подводящего участка трубопровода монтируется тройник (6) с перекрытым крышкой (5) отверстием основного патрубка так, чтобы отводящий патрубок располагался строго вертикально.

Такая схема установки тройника позволяет, сняв крышку с наружного отверстия, производить промывку трубопровода и колодца, не демонтируя АЦЗ, а также выполнять ремонтные работы, не дожидаясь полного слива воды из подводящего трубопровода.

На отводящем патрубке тройника устанавливается АЦЗ (3), состоящий из двух основных частей: водовыпускной неподвижной части и запорно-регулирующей подвижной части.

Водовыпускная часть включает патрубок (7), стойки (8), тарельчатый гаситель (9).

Патрубок через резиновую прокладку крепится к отводящему патрубку тройника.

На трех стойках, прикрепленных к фланцам над патрубком, держится тарельчатый гаситель, имеющий форму плоской тарелки с краем, загнутым вниз под углом 60° . Со стороны полости к центральной части гасителя металлическим листом (10) прижат круглый резиновый лист уплотнения (11).

Сверху, в центре плоской части гасителя, соосно патрубку ребрами прикреплен трубчатая стойка с двумя бронзовыми втулками в верхней части и заглушенным верхним торцом.

Запорно-регулирующая подвижная часть включает цилиндрический затвор (12), надетый на неподвижный патрубок по широкоходовой посадке, обеспечивающей свободу возвратно-поступательному движению поплавка (13) на центральной стойке гасителя, жестко соединенного с цилиндрическим затвором тягами (14).

Наружная поверхность неподвижного патрубка (7), по которой поступательно перемещается цилиндрический затвор, защищена от коррозии тонким слоем хрома. Для плавного обтекания потоком торец патрубка с внутренней стороны срезан под углом 75° . Поверхность среза, пересекаясь с наружной поверхностью, образует тонкую торцовую кромку. Ниже конуса среза по периметру внутренней цилиндрической поверхности устроена неширокая прямоугольная проточка.

Верхняя кромка цилиндрического затвора для предотвращения подсоса тонкая, образована срезом торцевой части с двух сторон. Наружный срез выполнен под углом 30° к торцевой поверхности, а

внутренний конус — овалный, срезан по радиусу, соответствующему наружному диаметру подвижного цилиндра. Центр этого радиуса лежит за наружной стенкой подвижного цилиндра на уровне переходной линии внутреннего конуса.

Поверхность внутреннего конуса предназначена для обеспечения плавного движения потока и предупреждения гидравлического удара за счет автоматического притормаживания движения затвора перед закрытием.

По проекту цилиндрический затвор изготавливался из листового винипласта ВН-15 ГОСТ 9639-71 путем вальцовки в горячем состоянии с последующей сваркой и обработкой.

В нижней части наружной поверхности (12) устроена широкая прямоугольная канавка, охватываемая плоским хомутом, к которому в радиальном направлении приварены три кронштейна с короткими трубками: центральный угол между ними 120° . В отверстия трубок вставлены и закреплены концы тяг, направленные через отверстия в гасителе вверх и соединенные с поплавком (13) в виде плоского цилиндра, изготовленного из листовой стали толщиной 1,2 мм. На поплавке устроены: два смотровых люка с герметичными крышками и четыре сквозных отверстия с вваренными патрубками и фланцами. Одно из них размещено в центре, а три удалены от центра на радиус удаления тяг (14).

Центральный патрубок составлен из двух отрезков труб, вставленных концами нижняя в верхнюю. Нижний конец выполнен с метрической резьбой и на нее накручена гайка с полиэтиленовой втулкой (15). Вторая полиэтиленовая втулка (15) устроена в верхней части нижнего отрезка трубы. Полиэтиленовые втулки охватывают с некоторым зазором 2...3 мм поверхности бронзовых втулок стойки и при поступательном движении поплавок скользят по их поверхностям. К фланцам трубок прикреплены специальные крышки (16), в углублениях которых размещаются фланцы гаек (17). Эти гайки наворачиваются на верхние концы тяг, осуществляя горизонтальную регулировку поплавка. В центральную гайку ввернут винт (18) до упора с торцом трубчатой стойки, предназначенный для принудительного закрытия затвора.

Для защиты от коррозии наружная поверхность поплавка покрашена, а внутренняя покрыта тонким слоем (1...3 мм) битума.

АЦЗ, собранный и установленный в делительный колодец, при протекании потока работает следующим образом.

Поток воды из подводящего трубопровода через открытое кольцевое пространство (исходное положение) поступает в делительный колодец. Огибая внутреннюю поверхность тарелки, поток, направляемый ее загнутыми краями вниз, соударяется, входит в воду, имеющуюся в колодце, активно перемешивается с ней, теряя часть кинетической энергии, и, практически успокоенный, поступает в отводящий трубопровод. Заполнив нижележащий трубопровод системы, поток наполняет колодец и частично затопляет поплавков. Последний, под действием выталкивающей силы на его дно, приобретает грузоподъемность и вместе с движением уровня вверх поднимает цилиндрический затвор, который уменьшает высоту кольцевого водовыпускного пространства, обеспечивая тем самым равенство расходов притока и оттока. В первый момент увеличение расхода оттока удовлетворяется за счет объема воды в колодце, вследствие чего в нем понижается уровень воды. С понижением уровня опускается поплавок с цилиндрическим затвором, приоткрывая водовыпускное отверстие, а так как все совершаемые в колодце медленно протекающие движения уровня, оказывающего влияние на поплавок, взаимосвязаны с оттоком, то процесс открытия останавливается тогда, когда расход притока и расход оттока уравниваются. При уменьшении расхода оттока излишки воды накапливаются в колодце, поднимая в нем уровень воды. Вместе с уровнем поднимается поплавок с затвором. Процесс стабилизируется тогда, когда расходы притока и оттока выравниваются.

Поплавок автоматического цилиндрического затвора, частично погруженный под уровень, соответственно с движением его поднимается или опускается, перемещая в том же направлении цилиндрический затвор. Такие затворы называются авторегуляторами прямого действия, так как для регулирования используется непосредственное воздействие уровня на регулирующий орган. Запасы в объеме погружения поплавка позволяют уровню, затопляя поплавок после момента закрытия, обеспечивать плотное прижатие цилиндрического затвора к уплотнению, исключая возможность фильтрации. Вместе с тем протечка наблюдается через зазор между внутренней и наружной поверхностями цилиндрического затвора и неподвижного патрубка. Наиболее интенсивна она при закрытом затворе, что объясняется увеличением давления воды на входе в щель.

Как утверждают исследователи из САНИИРИ [1], в этих условиях замечено частое засорение кольцевого пространства между по-

движным цилиндром и неподвижным патрубком плавающим мусором, что вызывает заклинивание затвора.

Увеличение кольцевого зазора не решало до конца вопроса о прекращении заедания, поэтому рекомендован другой путь борьбы с возможным заклиниванием — уменьшение кольцевого зазора до 0,005 мм. Этот зазор не подвержен заеданию и позволяет не предъявлять особых требований к качеству воды. При зазорах по широкоходовой посадке происходит утечка воды, поэтому в случае, когда нет возможности устраивать специальные сбросы из делительного колодца, рекомендуется применять уплотнительные устройства, разработанные специально для кольцевых зазоров и позволяющие полностью ликвидировать расход утечки через зазор между цилиндрами.

Уплотнительное устройство в типовом проекте устроено из эластичных полос полиэтиленовой пленки (рис. I, В-В, I9), закрепленных двумя и более рядами на внутренней поверхности неподвижного патрубка с помощью прижимного кольца (20), заправленного в неширокую прямоугольную проточку. Свободные концы полос от прижимного кольца направлены по ходу потока вверх.

Устройство работает следующим образом: поток воды прижимает полосы к подвижному цилиндру и обеспечивает равномерное распределение их по поверхности. При закрытии затвора, по мере увеличения давления, полосы плотнее прилегают к стенкам цилиндров и перекрывают зазор, препятствуя попаданию в него воды, а вместе с ней и взвешенных частиц.

Применение полос из полиэтиленовой пленки эффективно при соблюдении следующих правил: материал подвижного цилиндра и неподвижного патрубка должен иметь небольшой коэффициент трения, обладать антикоррозионными свойствами, быть эластичным и прочным.

Изготавливать цилиндры из металла, поверхность которого интенсивно окисляется во влажной среде, нельзя, так как коррозия увеличивает коэффициент трения, при этом пленка загибается, сворачивается, и эффект уплотнения нарушается.

Применение целевого уплотнения из пленки, по утверждению авторов конструкции, наиболее эффективно тогда, когда зазор между цилиндрами лежит в пределах 0,005 мм.

Движение одного цилиндра по поверхности другого при таком зазоре связано с высокой точностью изготовления, с хорошим качеством обработки поверхности. Металлы, из которых изготавливаются цилиндры, должны обладать антикоррозионными свойствами, иметь хо-

рошую обрабатываемость.

Пригодные для этого нержавеющие стали со шрифовой поверхностью цилиндров требуют для обработки специального оборудования, что вызовет значительное удорожание продукции.

Самым подходящим материалом для цилиндров, обладающим всеми необходимыми свойствами, является винипласт. Он не корродирует во влажной среде, имеет низкий коэффициент трения, хорошо обрабатывается. В промышленных условиях, когда качество обработанной поверхности не столь уж высоко, за счет увеличения зазора между цилиндрами до 0,6...0,8 мм можно получить неплохой результат.

Уменьшить или полностью исключить щелевую протечность возможно, если закрыть щель между цилиндрами пленкой, учитывая, что трение смоченной полиэтиленовой пленки о винипласт незначительно. В силу всех перечисленных обстоятельств САНИИРИ рекомендует изготавливать цилиндрический затвор и неподвижный патрубок из винипласта. Рекомендации САНИИРИ прошли опытные испытания. Испытываемый в САНИИРИ модельный образец изготовлен в местных мастерских высококвалифицированными специалистами с помощью специального оборудования. Сборка и подгонка деталей, а также установка АЦЗ выполнялись тщательно, с большой точностью. В производственных условиях, при массовом изготовлении, столь квалифицированно выполнить эти работы практически невозможно.

Разбросанность ЗОС и колодцев с установленными в них автоматами заводского изготовления по территории на большие расстояния, а также отсутствие базы и высококвалифицированных наладчиков с нужным оборудованием и инструментом, от которых зависят правильность и качество монтажа и наладки, приводят к тому, что АЦЗ не работают.

Следует отметить, что при размещении технической документации на изготовления опытных образцов в заводских условиях авторы типового проекта столкнулись с серьезными трудностями.

Не имея технологической оснастки для вальцовки и сварки винипласта, заводы отказались изготавливать подвижные цилиндрические затворы из этого материала. Для опытных образцов был использован алюминиевый сплав. Образцы из алюминиевого сплава, установленные на испытательном стенде научно-исследовательской базы института "Средазгипроводхлопок", были подвержены гидравлическим и гидростатическим испытаниям. С опыты показали, что затворы из этого сплава окисляются в воде и покрываются пленкой, хотя

и эластичной, но липкой. А так как смазка жесткая, во время движения окисный состав размазывался по противоположной поверхности, трущиеся поверхности слипались, что затрудняло перемещение затвора.

В этих условиях при наполнении колодца поплавков, обладая большой подъемной силой, легко и плавно поднимает затвор в верхнее положение. При опорожнении колодца имеет место заклинивание затвора вплоть до практически полного освобождения затвора от воды, после чего он под действием тяжести поплавок и подвижной части затвора срывается и резко опускался вниз.

Как показала практика монтажа и испытаний, для обеспечения всех проектных параметров сборку АЦЗ необходимо производить не на заводе, а в делительном колодце и начинать сборку с установления фланца отводящего патрубка тройника в строго горизонтальное положение и последующей его приварки. Значительная сложность крепления неподвижного патрубка к фланцу тройника заключается и в том, что несоизмеримость усилий затяжки болтов из-за недостаточной жесткости конструкции вызывает деформацию патрубка и приводит к образованию овальности и отклонению стенок от вертикального положения. Нарушение формы патрубка сопровождается защемлением подвижного цилиндра.

Восстановить искаженную форму и обеспечить вертикальность стенок можно подтягиванием болтов у зауженных мест при постоянном промере диаметра верхней наружной части неподвижного патрубка штангенциркулем. Вертикальность цилиндрической поверхности проверяется угловым ватерпасом. Выполнение этой операции требует большого внимания и сноровки. После закрепления неподвижного патрубка производится затяжка хомута на подвижном цилиндре. По окончании ее нутромером проверяется форма внутренней поверхности. В случае наличия овальности и отсутствия зазоров между поверхностями производят правку и перетяжку хомута. При отсутствии овальности и наличии зазоров в пределах допуска надевают подвижный цилиндр на неподвижный патрубок, поворачивая и поднимая на высоту рабочего хода, проверяют отсутствие заедания — движение должно быть свободным. Затем выполняют установку гасителя, регулируя высоту водовыпускного пространства и обеспечивая прижатие всех точек кромки подвижного цилиндра к резине уплотнения. Далее соединяют тягами поплавков с подвижным цилиндром так, чтобы дно поплавок занимало горизонтальное положение.

В связи с непригодностью алюминиевого сплава для изготовления подвижного цилиндрического затвора решено было делать его стальным из листа толщиной 16 мм методом вальцовки с последующей обработкой на токарном станке. Испытывались два опытных образца АЦЗ, рассчитанных на расходы 200 и 300 л/с.

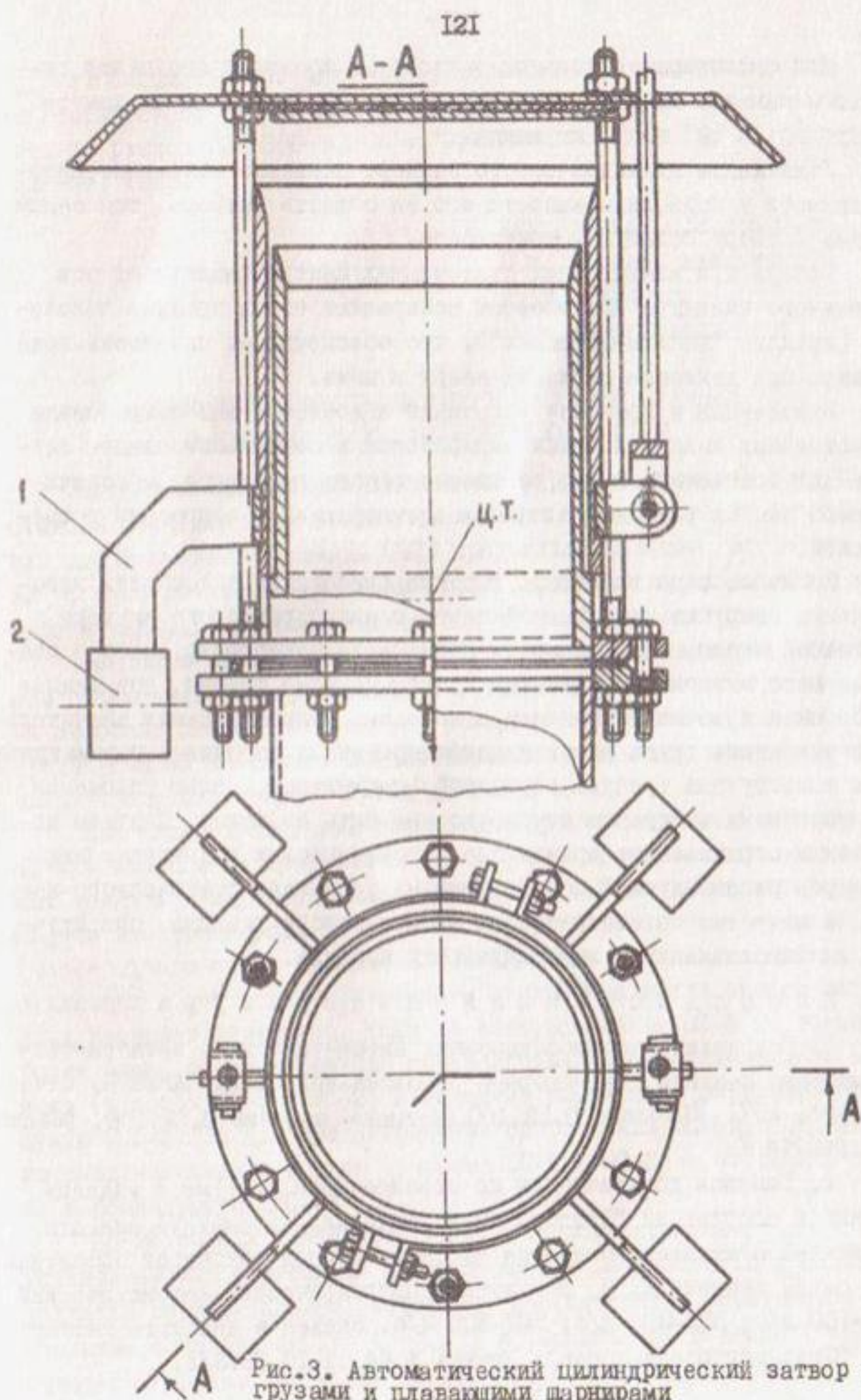
Испытания показали: как и в случае затвора из алюминиевого сплава наблюдался плавный подъем поплавка с затвором при наполнении колодца и заедание затвора при движении его вниз с резкими срывами при практически полном опорожнении колодца.

Причиной, препятствующей движению подвижной части АЦЗ вниз, является нарушение соосности затвора и поплавка. Соосность обеих деталей является условием, обеспечивающим работоспособность конструкции. Выполнить это условие практически невозможно из-за технологии изготовления поплавка, заложенной в типовом проекте. Для обеспечения соосности обеих деталей поплавков должен иметь правильную геометрическую форму. В действительности же стенки поплавка неровные, особенно верх и дно. От сварки на этих поверхностях вмятины и выпуклости с разницей высот до 2,0...3,5 см. Расстояния в плоскости верха и дна между трубкой, пронизывающей поплавок, не соответствуют проектным. Как установлено, оси трубок имеют отклонения от вертикальности.

Авторы типового проекта в гнездах фланцев гаек предусмотрели небольшие зазоры для люфта, полагая, что тяги должны иметь некоторую свободу в месте соединения с поплавком для исключения перекосов цилиндрического затвора. Но это не дало положительного результата: фланцевые гайки поплавка не наворачивались на концы тяг, в силу чего перекосы практически нельзя устранить. Для регулировки соосности нам пришлось уменьшить количество тяг до двух. Обе тяги соединили с цилиндрическим затвором плавающими шарнирами, устранив жесткое крепление.

Видоизмененная конструкция затвора представлена на рис.2. Переход от трех тяг к двум осуществлен следующим образом. К укороченным трем тягам (3) прикрепили круглый плоский лист (4), а к нему — две тяги (5) со скобами-проушинами (7) на нижних концах. В скобах-проушинах предусмотрены отверстия для пальцев. На цилиндрическом затворе (1) расположен хомут (6) с двумя кронштейнами-проушинами (8) с отверстиями, диаметр которых равен двум диаметрам отверстий скоб-проушин.

Соединение тяг с цилиндрическим затвором осуществляется



Для свободного опускания затвора мы понизили его центр тяжести и вынесли за область затвора (рис.3), закрепив на хомуте четыре груза (2) по 15 кг каждый.

Утяжеление цилиндрического затвора понизило положение центра тяжести и позволило вынести его за область затвора, тем самым придав затвору большую устойчивость.

Теперь при вынужденных отклонениях центра тяжести от оси подвижного цилиндра противовесы возвращают его в прежнее положение (принцип "ваньки-встаньки"), что обеспечивает плавность хода затвора при движении поплавка вверх и вниз.

Выявленные в процессе испытаний недостатки АЦЗ потребовали существенных конструктивных переработок и совершенствования затвора для доведения его до работоспособного состояния, обеспечивающего выпуск расходов в строгом соответствии с запросами потребителей.

Но из-за ряда моментов: высокие требования к точности изготовления патрубка неподвижной части и цилиндрического затвора подвижной части, необходимость применения некоррозируемого и неокисляемого материала с низкими коэффициентами трения, повышенные требования к точности монтажа и наладки, сопровождаемые значительными затратами труда высококвалифицированных рабочих – рассматриваемая конструкция требует серьезной переработки с целью упрощения и к массовому внедрению рекомендована быть не может. Считаем допустимым ограниченное применение автоматических цилиндрических затворов рекомендуемой конструкции на делителях статического напора в качестве автоматического стабилизатора расхода при штучном их изготовлении и индивидуальной наладке.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Гидравлические исследования автоматического затвора-стабилизатора расхода для напорной оросительной сети. САНИИРИ. Отчет. Ташкент, 1971. Проблема 0.52.100.Основное задание 0.52.106, раздел "Г" работа 2.

2. Типовая документация на строительные системы и изделия зданий и сооружений "Затворы цилиндрические автоматические для делителей статического напора на самонапорной трубчатой оросительной сети", выпуски 1, 2, 3 – затвор цилиндрический автоматический ЗЦС-100 л/с; ЗЦС-200 л/с; ЗЦС-300 л/с. Введен в действие институтом "Средазгипроводхлопок". Приказ № 64 от 10.02.83г.

3. Ведомственные испытания, доработка и внедрение делителя статического напора для самонапорной трубчатой оросительной сети на расход 100-200-300 л/с. "Средазгипроводхлопок". Отчет. Ташкент, 1989.

УДК 626.845.002.5:628.36

Р.М.Тюменев, канд.техн.

наук, гл. спец.

(Средазгипроводхлопок)

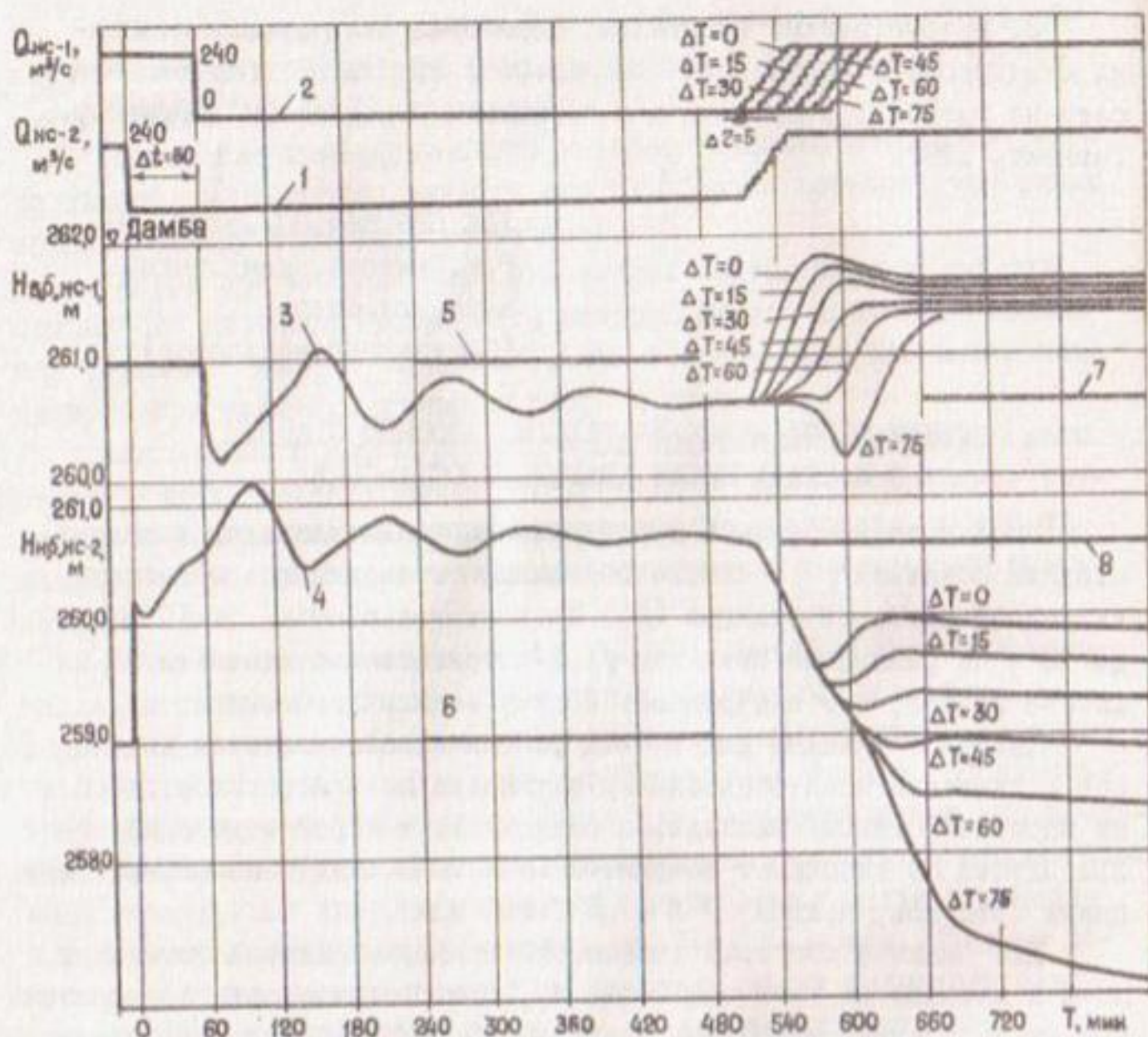
РЕЖИМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТЫ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ В КАСКАДЕ ПОСЛЕ АВАРИЙНОЙ ОСТАНОВКИ

Исследования режимов действующих крупных каскадов насосных станций показали: частые внезапные остановки всего каскада или одной насосной станции (НС) продолжительностью от 15 мин до 73 ч по различным причинам [1,2] отрицательно сказываются на работе канала, что задерживает подачу воды на орошение.

Наиболее тяжелым для режима работы канала является внезапное отключение электропитания и остановка всех агрегатов одной из насосных станций каскада, в результате которой водоподача предыдущей НС наполняет соединительный канал между насосными станциями (рисунок, кривые 3 и 4 до $T=500$ мин).

Для анализа ситуации рассмотрим пример внезапной остановки НС-2 в каскаде из трех или более НС, где протяженность соединительных каналов между насосными станциями 5...20 км. При прекращении подачи электроэнергии на НС-2 на короткий промежуток времени (менее одного часа) смежные с ней насосные станции полностью не отключают - достаточно временного отключения в них одного или двух насосных агрегатов. Если же электропитание НС-2 не подается более часа, то во избежание переполнения нижерасположенного канала (участок НС-I - НС-2) необходимо оперативно отключить предыдущую (НС-I), а для предотвращения опорожнения вышерасположенного соединительного канала (участок НС-2 - НС-3) - отключить также и последующую (НС-3) [2].

По истечении указанного выше интервала времени (Δt) установившимся состоянием уровней воды в соединительном канале является горизонтальное, которому соответствует уменьшенное наполнение в начале канала ($-\Delta H_N$) и увеличенное в конце ($+\Delta H_K$) (рисунок, кривые 3 и 4 при $T=500$ мин и поз. 7 и 8).



Динамика изменения уровней воды на участке соединительного канала (в.б. НС-1 и н.б. НС-2) после внезапной остановки НС-2, оперативной остановки НС-1, при восстановлении работы НС-2 и НС-1: 1 – внезапное отключение НС-2 ($T = 0$ мин) и диспетчерское включение ее агрегатов ($T = 520 \dots 560$ мин); 2 – оперативное отключение НС-1 ($T = 60$ мин) и диспетчерское включение ее агрегатов через интервал ΔT после включения НС-2; 3 – изменение уровня в.б. НС-1; 4 – изменение уровня в н.б. НС-2; 5 и 6 – установившийся уровень воды, соответственно в в.б. НС-1 и н.б. НС-2 при нормальной работе канала; 7 и 8 – установившийся уровень воды соответственно в в.б. НС-1 и н.б. НС-2 после аварийной остановки НС-2 и оперативной остановки НС-1; Δt – интервал времени между моментами отключения НС-2 и НС-1 ($\Delta t = 60$ мин); ΔT – интервал времени от начала пуска агрегатов НС-2 до начала пуска агрегатов НС-1 (мин); $\Delta \tau$ – временной шаг пуска агрегатов НС-2 и НС-1 ($\Delta \tau = 5$ мин)

Подъем уровня в конце участка (ΔH_K) значительный: к примеру, на канале с уклоном $I = 0,00006$, длиной 20 км, глубиной 5,5 м и расходом $240 \text{ м}^3/\text{с}$ составляет 1,6 м (рисунок, кривая 4).

После включения электропитания задача управления состоит в восстановлении доаварийного режима работы насосных станций и соединительных каналов в каскаде. При этом ставится цель — минимизировать время восстановления доаварийной водоподдачи насосных станций и проектных отметок уровней воды в канале (рисунок, поз. 5 и 6). Контроль уровней производят в начале и конце участков канала. Управление пуском НА производят с соблюдением ограничения — исключить снижение и повышение уровней за пределы допустимых отметок: нижняя из них определяется по условию недопустимости кавитационного режима НС, верхняя — запасом по высоте дамб канала.

При проектировании каскадов НС режим послеаварийного восстановления работы каскада обычно не рассматривался. Однако практика эксплуатации каскадов НС показала, что отсутствие в проектах раздела, определяющего последовательность (алгоритм) управления технологическим процессом включения агрегатов на смежных НС, резко ухудшает условия эксплуатации каскада: происходят неоправданно частые опорожнения и переполнения (перелив через дамбы) соединительных каналов и увеличивается частота включения и отключения НС и их агрегатов. Особенно сильно это сказывается в первые 5...10 лет работы каскада, пока диспетчер не приобретет опыта определения динамики в соединительных каналах.

На практике применяют следующие алгоритмы управления насосными станциями при восстановлении работы каскада.

В первые годы эксплуатации построенного каскада НС, при отсутствии опыта у диспетчера, пользуются способом восстановления режима каскада, при котором последовательно (через интервал Δt) включают один или два насосных агрегата (НА) на каждой НС, приводят к норме уровни воды в каналах, а затем постепенно включают остальные агрегаты. В этом случае время восстановления достигает от 1 до 3...4 сут, а колебания уровня составляют 1,5...2,0 м.

При длительной эксплуатации каскада определение количества работающих насосных агрегатов и интервала времени их пуска (Δt), согласование производительности и моментов включения смежных насосных станций (ΔI) диспетчер, по накоплении опыта и системного анализа результатов, производит при помощи таблиц, характеризую-

щих взаимосвязь запаса или дефицита уровней воды в канале (по сравнению с нормальным) и количеством включенных насосных агрегатов на НС. Таблицы составляют на основе анализа многолетней работы каскада, а затем для их корректировки проводят длительные исследования и натурные наблюдения. Однако точность управления с помощью таких таблиц очень низкая. В них интервал времени пуска насосных агрегатов (ΔT) принимают равным 2...8 ч, так как при меньших значениях опасаются резкого понижения уровня воды в нижнем бьефе НС, которое может привести к кавитационному режиму. Кроме того, в них не находит отражения обоснованный выбор интервалов времени пуска насосных агрегатов каждой НС (ΔT) и включения смежных насосных станций (ΔT). По ним невозможно минимизировать время восстановления режима работы каскада ($T_{вр}$).

По данным фактической эксплуатации каскадов НС, например Каршинского, при управлении восстановлением работы, проводимом без расчетов динамики, время восстановления режима работы участка НС - канал - НС ($T_{вр}$) составляет от 10...20 ч до нескольких суток, а колебания уровней воды в соединительных каналах достигают 1,0...1,2 м. Приведенные значения времени восстановления режима и амплитуды уровней недопустимо велики и поэтому приводят к отрицательным последствиям: иссушению орошаемой территории из-за длительных перерывов в водоподаче и к необходимости повышения дамб канала. В условиях аридной зоны отрицательное действие большого $T_{вр}$ увеличивается.

Оба приведенных алгоритма непосредственно не используют расчетов динамики наполнения и сработки емкостей бьефов в каналах и времени добегания расходов. По ним не представляется возможным минимизировать ΔT и ΔT , что позволило бы резко сократить время восстановления режима каскада ($T_{вр}$) и, стало быть, уменьшить вероятность иссушения орошаемых каскадом сельхозкультур, а также снизить колебания уровней в каналах каскада и, следовательно, уменьшить строительную глубину каналов и стоимость их сооружения.

Для сокращения времени восстановления необходимо минимизировать ΔT и ΔT с учетом ограничений по уровням воды в канале.

Поэтому институтом "Средазгипроводхлопок" в 1987 г. при разработке каскада из трех насосных станций для Нижнего Каршинского магистрального канала в составе проекта были выполнены не только задачи защиты канала при аварийных режимах, но и восста-

новления доаварийного режима работы каскада НС.

При решении указанных задач ставились цели:

- минимизация времени восстановления нормальной водоподдачи каскада после снятия аварийной ситуации с целью сокращения перерыва в подаче воды и уменьшения вероятности иссушения орошаемых каскадом сельхозкультур;

- возвращение к норме повышенных во время аварийной ситуации уровней в каналах для того, чтобы обеспечить нормальную работу каскада;

- скорейшее приведение к норме уровней воды в каналах для того, чтобы к моменту следующей аварийной ситуации в каналах создались резервы для размещения аварийного объема воды.

Выполнение поставленных в предлагаемой работе целей сопряжено с решением таких задач, как определение условий для сокращения времени восстановления режима работы насосных станций в каскаде, выбор временных параметров управления ΔC и ΔT (см. выше) на основе моделирования на ЭВМ динамики в соединительном канале между насосными станциями и сокращение времени восстановления нормального уровня режима в канале.

Для решения перечисленных задач необходимо:

- установить минимальное значение интервала времени пуска НА (ΔT), позволяющего без возникновения кавитационного режима ввести в работу все агрегаты после аварийной остановки насосной станции. Это позволит сократить время восстановления работы каскада;

- определить интервал времени между включением агрегатов НС-2 и НС-1 (ΔT), при котором наполнение в начале и в конце соединительного канала удовлетворяет условию минимальной амплитуды изменения уровней и условию восстановления их проектных отметок.

Полученные в результате расчетов значения ΔC и ΔT рекомендуются к применению при организации управления технологическим процессом водоподдачи на существующих каскадах насосных станций, а данные о выборе и обосновании высоты дамб канала по результатам расчетов динамики уровенных режимов - при проектировании новых каскадов НС.

Как отмечено выше, послеаварийное установившееся состояние уровней воды в соединительном канале является горизонтальным, ему соответствует уменьшенное наполнение в начале канала ($\bar{h}_H$)

и значительно увеличенное в конце ($+ \Delta H_K = 1,6$ м) (рисунок, кривая 4). Это обстоятельство имеет как отрицательные, так и положительные моменты: требует соответствующего повышения дамбы канала, но позволяет ускорить восстановление работы НС-2 (а следовательно, и всего каскада НС). Отличительной особенностью пуска НС в каскаде после аварийной остановки является повышенный уровень в нижнем бьефе НС и увеличенный объем воды в канале, в связи с чем создаются условия пуска агрегатов НС, отличающиеся от обычного пуска каскада. Последнее обстоятельство имеет важное значение для скорейшего возобновления прерванного полива сельскохозяйственных культур в аридной зоне. При повышенной глубине H_K пуск агрегатов НС-2 может производиться через небольшие интервалы времени без опускания уровня нижнего бьефа НС-2 за допустимую отметку. Как показывают результаты расчетов рассматриваемого режима работы каскада, динамика изменения уровня в канале зависит от интервала времени пуска агрегатов насосных станций НС-1 и НС-2 и интервала времени ΔT , исчисляемого от начала пуска агрегатов НС-1 до начала пуска агрегатов НС-2.

Задачей моделирования является выбор указанных интервалов времени (Δt и ΔT), обеспечивающих скорейшее восстановление работы каскада и установление доаварийных уровней в канале при ограничениях в динамике на уровне воды сверху (отметка дамбы канала) и снизу (проектная отметка уровня). Для решения задачи на ЭВМ проведены многовариантные расчеты динамики каскада НС при различных Δt и ΔT .

На рисунке приведены графические результаты решения поставленной задачи, полученные после многовариантных расчетов на ЭВМ динамики режимов восстановления работы НС-1 и НС-2. Минимальное значение Δt , удовлетворяющее указанным условиям и ограничениям, составляет 5 мин. Расчеты выполнены для интервалов времени пуска насосных агрегатов (НС-1 и НС-2) $\Delta t = 5$ мин и для различных интервалов времени пуска насосных станций: $\Delta T = 0; 15; 30; 45; 60$ и 75 мин.

Результаты расчетов динамики (см. рисунок) показывают, что даже при минимальном интервале ($\Delta t = 5$ мин) и правильно выбранном ΔT уровень н.б. НС-2 не снижается. Из расчетов и графиков следует, что величина ΔT , удовлетворяющая условию восстановления доаварийного уровня режима в канале, равна 45 мин. Это означает, что начинать пуск агрегатов НС-1 необходимо через 45

мин с момента начала пуска агрегатов НС-2. Объясняется это тем, что НС-1 продолжала работать в течение одного часа после аварийной остановки НС-2 (рисунок при $T = 0 \dots 60$ мин), в результате чего в соединительном канале накопился избыточный объем воды.

При использовании результатов данных расчетов время восстановления работы участка НС-1 – соединительный канал – НС-2 сократилось с $10 \dots 20$ до $2,3$ ч, колебания уровня в канале перед НС-2 снизились с $1,0 \dots 1,2$ до $0,1 \dots 0,2$ м, а в в.б. НС-1 до $0,35$ м.

Таким образом, алгоритм выбора Δt и ΔT заключается в том, что на ЭВМ проводятся вариантыные расчеты динамики при различных сочетаниях Δt и ΔT , затем, анализируя результаты, выбирают режим с минимальным Δt и таким ΔT , которое удовлетворяет наиболее быстрому восстановлению первоначального уровня в соединительном канале. Однако необходимо соблюдать условие: уровень н.б. НС-2 в динамике не должен понижаться до отметки кавитационного режима НС.

Анализ динамики позволяет сделать следующие выводы для проектирования и эксплуатации каскадов НС:

- выбор режима восстановления работы каскада, основанный на приведенных расчетах, позволяет сократить время восстановления водоподачи на участке НС – соединительный канал – НС с $10 \dots 20$ до $2,3$ ч и снизить колебания уровня в канале с $1,0 \dots 1,2$ до $0,1 \dots 0,2$ м;
- ускоренный пуск агрегатов НС дает возможность в $4 \dots 8$ раз сократить время возобновления водоподачи в каскаде НС;
- величина Δt между пусками агрегатов на НС-1 должна быть в два раза больше соответствующей величины на НС-2;
- от выбранной величины ΔT зависят отметки нового установившегося уровня режима в канале между НС, а также амплитуда динамического отклонения уровня;
- интервал ΔT между началом пуска НС-2 и НС-1, обеспечивающий выход уровня нижнего бьефа НС-2 на установившийся режим при нормальной работе канала, составляет 45 мин (для указанных выше параметров канала).

В ы в о д ы

1. Предложенное решение задачи режима восстановления работы насосных станций в каскаде позволяет сократить время простоя

каскада, вызванного внезапной остановкой НС или нескольких ее агрегатов. В результате скорее возобновляются водоподача каскада и полив орошаемых культур, уменьшается вероятность иссушения последних.

2. Рассмотренный метод расчета рекомендуется применять при разработке алгоритмов оптимизации управления каскадами насосных станций, а также при проектировании последних.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Тюменев Р.М. Защита транзитных участков каналов от разрушения при отключении мощных насосных станций. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1983. Улучшение конструкций и методов расчета гидромелиоративных систем, с.54-69. (Издающая организация - САНИИРИ.)

2. Тюменев Р.М. Улучшение эксплуатационных режимов водопдачи в магистральных каналах с мощными насосными станциями. Орошение и оросительные системы. Сер.5, вып. II, ЦЕНТИ Минводхоза СССР.-М., 1988, с.1-15.

УДК 62-52(088.8)

Р.М.Тюменев, канд.техн.наук,
гл. спец.

(Средазгипроводхлопок)

АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ БАЛАНСА РАСХОДОВ В КАСКАДЕ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

На действующих каскадах насосных станций (НС) с небольшой регулирующей емкостью между НС (например Аркинский в Киргизской ССР) при несогласованной работе смежных НС или при внезапной остановке одной из них возникает дисбаланс между подачей одной из НС и изменившимся или прекратившимся водозабором последующей НС. Дежурный персонал НС обязан известить об изменении на ней водозабора предыдущую НС, где необходимо в соответствии с этим изменить величину водопдачи или прекратить полностью не позднее, чем через 5 мин после передачи сообщения. Запас времени (5 мин) определяется резервным объемом регулирующей емкости в нижнем бьефе НС. Для ситуации, когда в течение 5 мин персо-

нал предыдущей НС не восстановил баланс расходов, предусматривают аварийный водосброс из регулирующей емкости, пропускная способность которого равна производительности последующей НС. Время, затрачиваемое на оперативное восстановление баланса расходов, на практике составляет 30 мин и более. Стоимость непроизводительных потерь воды на сброс за это время, например для Аркинского каскада НС с расходом $2,83 \text{ м}^3/\text{с}$ при цене поданной насосами воды $C=2 \text{ к./м}^3$ и количестве внезапных остановок одной НС в год $n = 60$ выразится в сумме 6100 р./год. Кроме того, на строительство аварийных сбросов Аркинского каскада потребовалось 14000 р. капитальных затрат.

Традиционно проектируемая для таких каскадов автоматизация основана на включении или отключении насосных агрегатов только по нескольким дискретным (от двух до пяти) значениям уровней в нижнем бьефе НС. Недостатком такой технологии для ситуации внезапной остановки НС является жесткое ограничение запаса времени для принятия управляющего воздействия диспетчером (5 мин), потеря значительных объемов воды на сброс при фактически большой частоте отключений НС или отдельных насосных агрегатов, а также большие объемы разрушений сбросных трактов при пропуске сбросов из-за резко возрастающих расходов. Для ситуаций дисбаланса расходов при несогласованной работе смежных НС уровень воды в регулирующей емкости отклоняется от нормального: в случае повышения уровня и переполнения емкости избыточная водоподача теряется через сброс; в случае понижения уровня в емкости для предотвращения кавитационного режима насосных агрегатов НС автоматически отключается.

С целью устранения аварийных и технологических сбросов воды предлагается новая схема автоматизации водоподачи (рис.1) на каскаде насосных станций (рис.2), удовлетворяющая требованию водосберегающей технологии — максимальное сокращение сбросных расходов из регулирующей емкости НС как при несогласованных расходах смежных НС, так и при внезапных отключениях одной из НС или части ее агрегатов.

Система автоматизации регулирования баланса расходов в каскаде насосных станций соединяет обратной связью смежные насосные станции (а следовательно и весь каскад) и согласует производительность смежных НС по балансу расходов. При ее работе исключается необходимость в технологических или аварийных сбро-

сах, экономятся водные ресурсы, повышается точность водоподачи, сокращаются затраты на строительство. Система регулирования обеспечивает повышенную оперативность согласования расходов водозабора перекачивающей насосной станции с водоподачей подкачивающей насосной станции, в результате чего увеличивается точность подачи воды на орошаемую территорию, сокращаются непроизводительные потери воды на сброс, исключаются кавитационные режимы насосных агрегатов, уменьшается вероятность переполнения регулирующих емкостей и затопления НС, повышается надежность работы каскада.

Отмеченные положительные свойства системы автоматизации достигаются:

технологически – за счет применения принципа обратной связи и за счет учета системой не только величины отклонения уровня, но и скорости его изменения в нижнем бьефе каждой НС;

технически – за счет включения в систему регулирования контуров и блоков, учитывающих направление, величину и скорость изменения уровня воды в регулирующей емкости и воздействующих на насосные агрегаты смежных перекачивающей или подкачивающей насосных станциях каскада в зависимости от величины и знака суммарного сигнала.

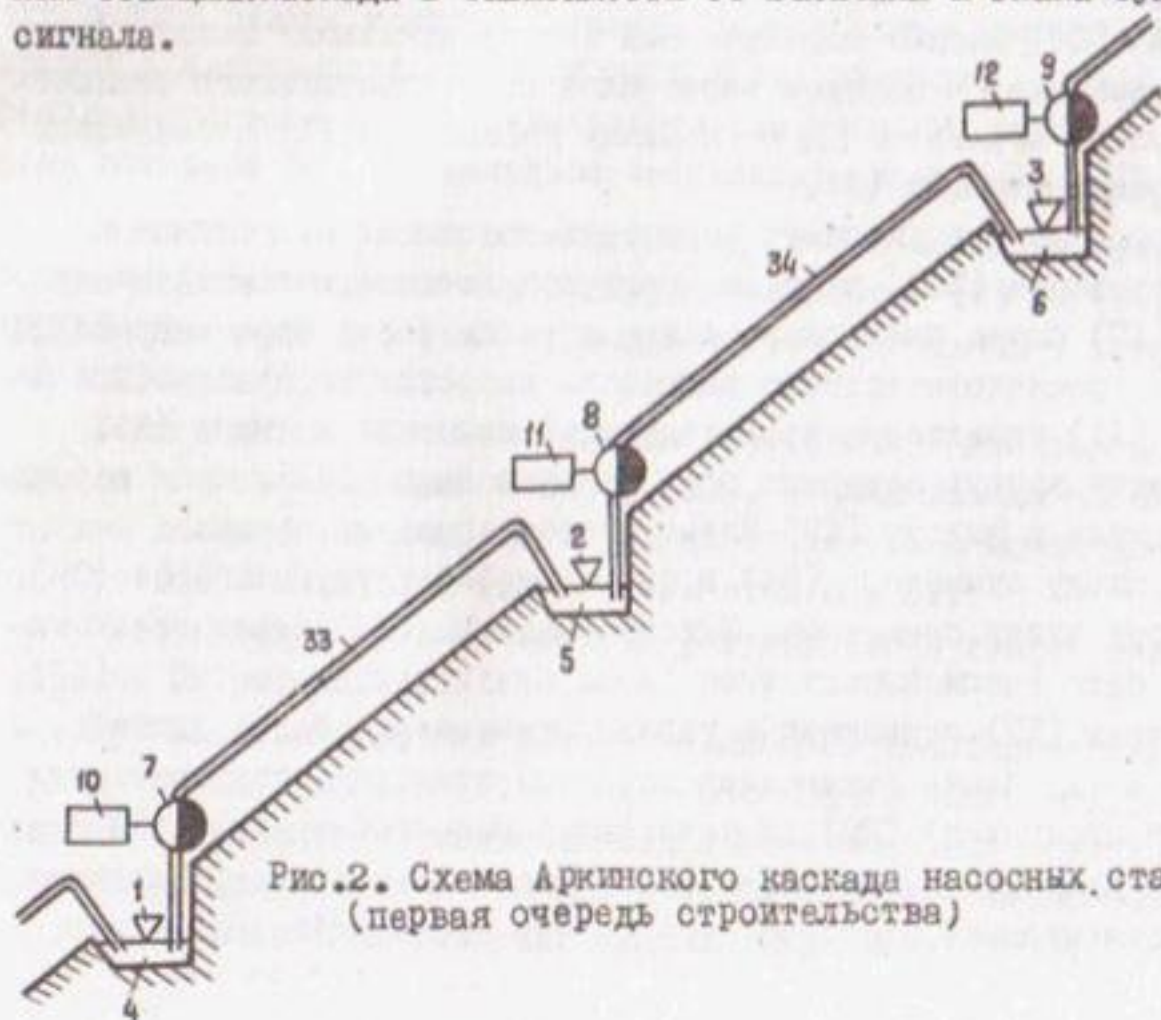


Рис.2. Схема Аркинского каскада насосных станций (первая очередь строительства)

Рекомендуемая система регулирования (рис.1) содержит датчики (1...3) уровня воды, установленные соответственно в регулирующих емкостях (4...6) каскада насосных станций (7...9), снабженных блоками управления (10...12) насосных агрегатов (13), не имеющих плавного регулирования производительности. На каждой ступени каскада, например на II (рис.2), датчик уровня воды (1) подключен к одному из входов блока рассогласования (14), к другому входу которого присоединен задатчик уровня воды (15). Блок (14) имеет два раздельных разнополярных выхода: отрицательный выход (16), на котором появляется сигнал при понижении от заданного задатчиком уровня воды в регулирующей емкости (5), и положительный выход (17), на котором появляется сигнал при повышении от заданного задатчиком уровня воды в регулирующей емкости (5).

Система регулирования состоит из трех контуров автоматического управления, два из них связаны с блоком управления (II) перекачивающей насосной станции (8), а третий - с блоком управления (10) подкачивающей насосной станции (7) предыдущего каскада. Все контуры подключены к выходам блока рассогласования.

Первый контур управления содержит усилитель сигнала рассогласования (18), входом подключенный к отрицательному выходу блока рассогласования, а выходом через блок последовательного отключения насосных агрегатов (19) - к блоку управления (II) перекачивающей насосной станции (8).

Второй контур включает усилитель положительных сигналов рассогласования (20), вход которого подключен к положительному выходу (17) блока рассогласования, а выход через блок запрета (21) и блок последовательного включения насосных агрегатов (22) - к блоку (II) управления перекачивающей насосной станции (8).

Третий контур содержит блок демпфирования (23), вход которого подключен к выходу (17) блока рассогласования, а выход - к первому входу сумматора (24) и через дифференцирующий блок (25) - ко второму входу сумматора. Выход сумматора (24) через трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (26) и усилитель (27) подключен к управляющему входу блока запрета, а также к входу блока отключения насосной станции (остановки всех насосных агрегатов) (28) подкачивающей насосной станции (7) предыдущего каскада. Выход блока (28) присоединен к блоку управления (10) подкачивающей насосной станции (7) предыдущего каскада.

Блоки последовательного отключения насосных агрегатов и их последовательного включения содержат последовательно соединенные сумматор (29) и трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (30), выход которого соединен с входами формирователя паузы (31) и генератора пилообразного напряжения (32). Один из входов сумматора (29) соединен с входом блока (19) или блока (22). Один из выходов формирователя паузы соединен с входом трехпозиционного блока нелинейности типа "зона нечувствительности" (30), другой выход формирователя паузы соединен с другим входом сумматора (29). Выход генератора пилообразного напряжения соединен с другим входом сумматора (29).

Трехпозиционные блоки нелинейности типа "зона нечувствительности" (26) и (30) могут быть выполнены в виде двух усилителей с объединенными входами и с двухсторонней пороговой обратной связью и третьего усилителя-сумматора, выход которого цепью дополнительной обратной связи соединен с входами первых двух усилителей. Типы соединения усилителей в блоке нелинейности типа "зона нечувствительности" (26) и (30) позволяют осуществлять такую работу блока, которая характеризуется тремя устойчивыми режимами в зависимости от величины и знака входного сигнала, т.е. реализуются зона нечувствительности (по входному сигналу) $\pm E_1$ и зона возврата E_2 (в исходное состояние), причем $|E_1| > |E_2|$.

В каскаде насосных станций выход НС (7) через напорный трубопровод (33) соединен с регулирующей емкостью (5) НС (8). Выход НС (8) через напорный трубопровод (34) соединен с регулирующей емкостью (6) НС (9).

Если верхняя насосная станция (9) (рис. 2) является последней, то исключается цепь к блоку (12), а если нижняя насосная станция является первой, то в нижней части схемы исключаются блоки с (23) по (28), а также связи этих блоков.

Работа рекомендуемой системы регулирования графически представлена на рис. 3...5.

При изменении уровня воды от заданного задатчиком значения в регулирующей емкости (5) перед насосной станцией (8), произошедшего в результате изменения водоподдачи насосной станции (7) или водозабора насосной станции (8), на один из выходов блока рассогласования (14) поступит сигнал отклонения уровня.

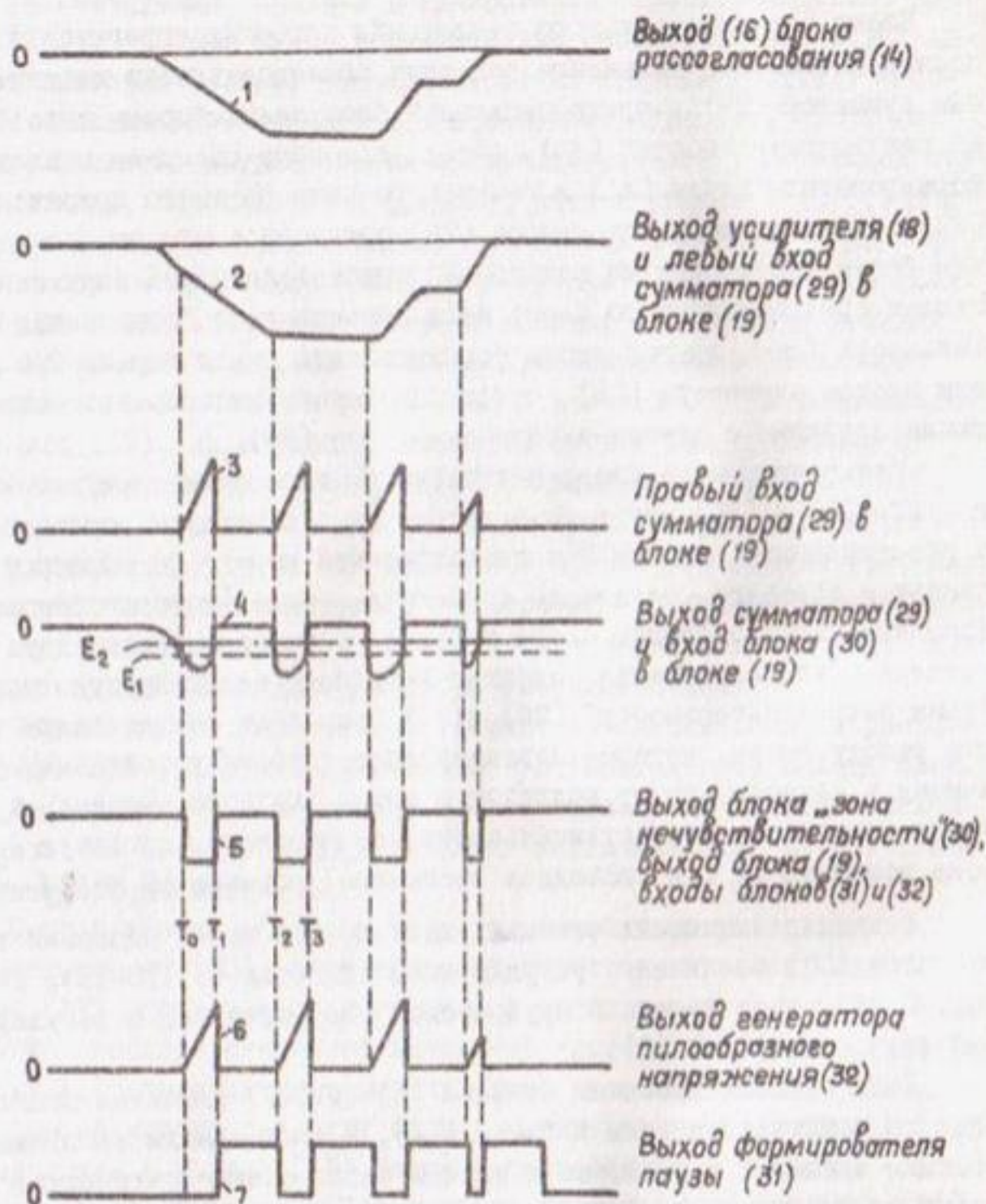


Рис.3. Диаграммы работы схемы автоматизации каскада при медленном понижении уровня в регулирующей емкости

Если уровень воды в регулирующей емкости (5) понизится (рис.3), сигнал отклонения уровня появится на выходе (16) блока рассогласования (14) и через усилитель (18) и трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (30), блок последовательного отключения насосных агрегатов (19) и блок управ-

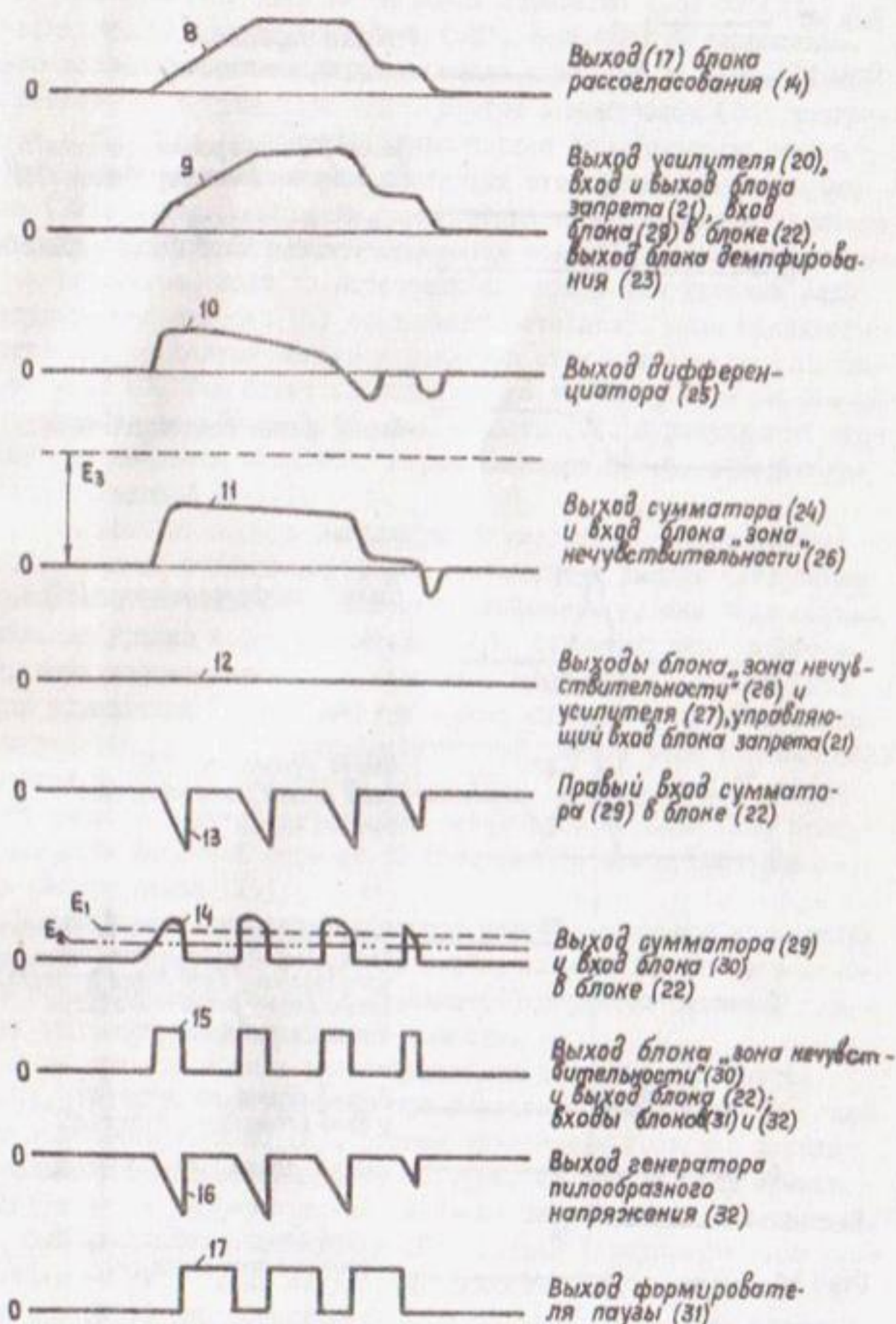


Рис. 4. Диаграммы работы схемы автоматизации каскада при медленном повышении уровня в регулирующей емкости

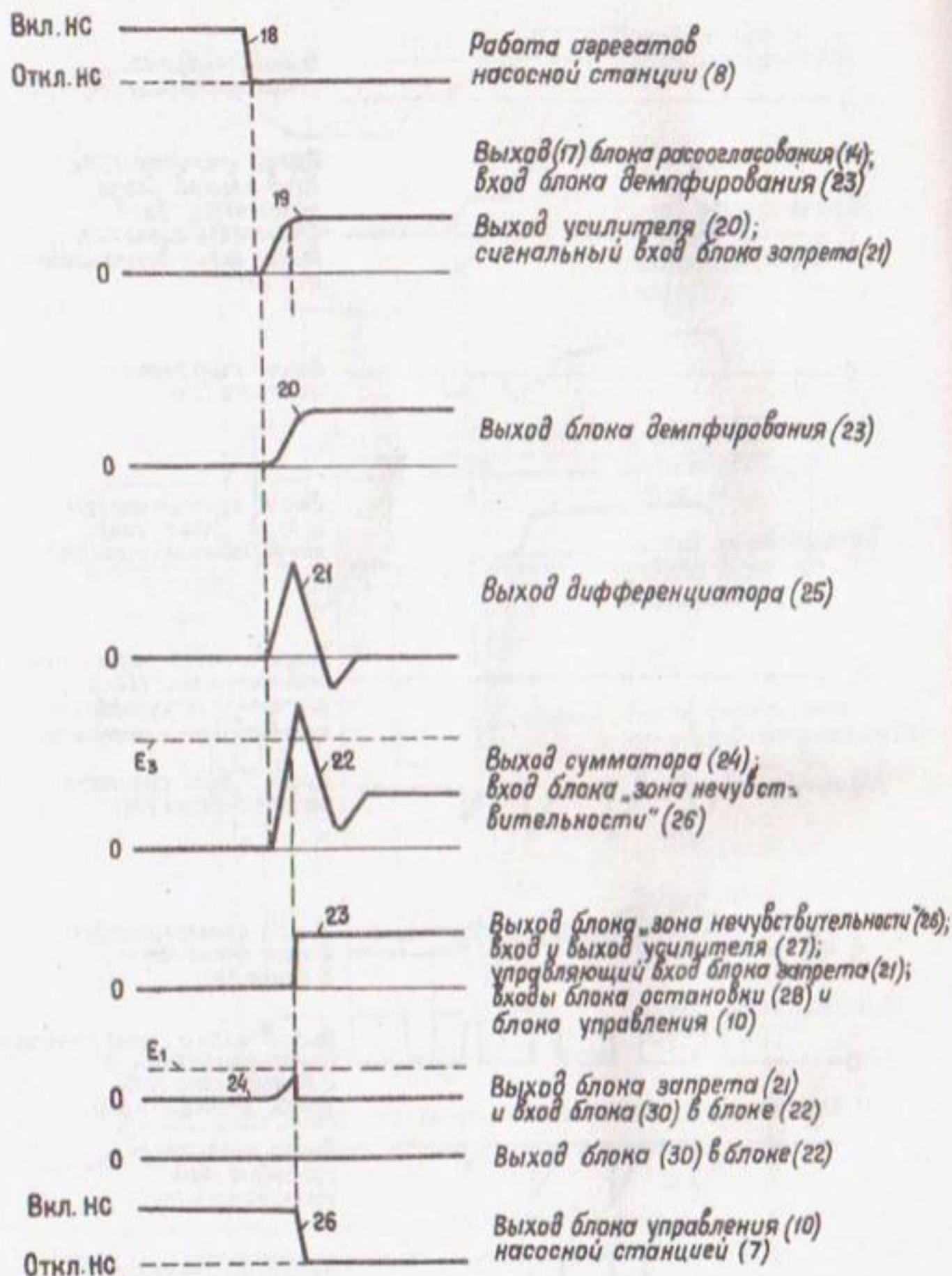


Рис. 5. Диаграммы работы схемы автоматизации каскада при быстром (аварийном) повышении уровня в регулирующей емкости

ления (II) отключит один из насосных агрегатов (I3) НС (8). Одновременно включится генератор (32), формирующий напряжение, плавно возрастающее от нуля до момента компенсации суммы сигналов отклонения в сумматоре (29). В этот момент блок (30) возвращается в исходное состояние, и включается формирователь паузы (3I), который на время паузы шунтирует вход блока (30) и выход блока (32). Пауза необходима для протекания переходного процесса в регулирующей емкости после изменения количества включенных насосных агрегатов. Если по истечении времени паузы уровень воды в регулирующей емкости (5) продолжает оставаться ниже заданного задатчиком, то данный контур управления отключит еще один насосный агрегат НС. Так будет происходить до тех пор, пока не стабилизируется уровень в регулирующей емкости (5). В результате оперативно согласуется водозабор перекачивающей НС (8) с водоподачей подкачивающей НС (7).

Если уровень воды в регулирующей емкости (5) повысится (рис.4), сигнал отклонения уровня появится на выходе (I7) блока рассогласования (I4). При медленном повышении уровня воды сигнал отклонения уровня через усилитель (20), открытый блок запрета (2I), блок последовательного включения насосных агрегатов (22) и блок управления (II) включит в работу один из резервных насосных агрегатов (I3) перекачивающей НС (8), после чего в блоке (22) включится формирователь паузы (3I). Если уровень воды в регулирующей емкости (5) остается выше заданного, то блок (22) включит еще один насосный агрегат НС (8). Работа блока (22) аналогична работе блока (I9).

В результате действия первого и второго контуров управления оперативно согласуется водозабор перекачивающей НС (8) с водоподачей подкачивающей насосной станции (7) с учетом динамики переходных процессов в регулирующей емкости.

Если уровень воды в регулирующей емкости (5) повышается (рис.5), что может иметь место при внезапном или аварийном отключении перекачивающей НС (8), сигнал отклонения уровня с выхода (I7) блока рассогласования (I4) поступит на первый вход сумматора (24) и через дифференциатор (25) — на второй вход сумматора (24). Сигнал с выхода сумматора (24) включит трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (26), который через усилитель (27), блок отключения всех насосных агрегатов подкачивающей НС (28) и блок управления (IO) отключит подкачивающую

НС (7). В результате оперативно предотвращается аварийная ситуация в регулирующей емкости (5), исключаются ее переполнение и разрушение.

Для того чтобы при быстром повышении уровня воды в регулирующей емкости и при работе указанного контура управления сигнал с выхода (I7) блока рассогласования (I4) не воздействовал через блоки (20) ... (22) и (II) на агрегаты НС (8), сигнал с выхода усилителя (27) поступает на управляющий вход блока запрета (2I), запирает его и сигнал управления не проходит через него на блоки (22) и (II). Для того чтобы при медленном повышении уровня в регулирующей емкости (5) сигнал управления не проходил через блоки (23) ... (27), порог срабатывания трехпозиционного блока нелинейности типа "зона нечувствительности" (26) настраивают выше величины образующегося при этом сигнала рассогласования.

Формирование команды управления и паузы в блоках (I9) и (22) осуществляется следующим образом.

При поступлении сигнала рассогласования на первый вход сумматора (29) срабатывает трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (30), на выходе которого появляется управляющее напряжение, поступающее на блок управления (II) и на вход генератора пилообразного напряжения (32). Генератор формирует возрастающий сигнал, поступающий на вход сумматора (29). Когда сигналы на обоих входах сумматора сравняются, отключаются трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (30) и генератор пилообразного напряжения (32), включается формирователь паузы (3I). Одним выходом блок паузы (3I) зашунтирует вход трехпозиционного блока нелинейности типа "зона нечувствительности" (30) для того, чтобы во время паузы не появился сигнал управления, а другим выходом зашунтирует выход генератора пилообразного напряжения и приведет к нулю его выходное напряжение. По окончании установленного времени паузы формирователь паузы (3I) выключится, его шунтирующее действие прекратится и, если на первом входе сумматора (29) еще имеется сигнал отклонения уровня, описанный цикл управления повторяется.

Демпфер (23) служит для сглаживания волновых колебаний уровня воды, а дифференциатор (25) - для формирования сигнала, пропорционального скорости отклонения уровня воды в регулирующей емкости (5). Благодаря действию дифференциатора (25) организуется эффективное, ускоренное формирование управляющего сигнала ско-

рости отклонения уровня на выходе сумматора (24), что обеспечивает повышение оперативности отключения подкачивающей НС (7) и исключает переполнение регулирующей емкости (5).

Трехпозиционный блок нелинейности типа "зона нечувствительности" (30), формирователь паузы (31) и генератор пилообразного напряжения (32) могут быть реализованы по известной схеме авторегулятора "Янгнер-5" [1].

Технико-экономический эффект от внедрения предлагаемой системы регулирования заключается в улучшении режима работы насосных станций, повышении оперативности согласования расходов водоподачи подкачивающей НС с водозабором перекачивающей НС. В результате исключаются недопустимые понижения уровня в регулируемых емкостях и кавитационные режимы НА, уменьшается вероятность переполнения и разрушения регулирующих емкостей и затопления насосных станций. Кроме того, повышаются надежность работы каскада, равномерность подачи воды на орошаемую территорию, исключаются непроизводительные потери воды на сброс. Снижаются строительные затраты, например, за счет исключения водосбросного тракта из регулирующей емкости, а также уменьшаются эксплуатационные затраты. Так, на каскаде из трех насосных станций с водоподачей $15 \text{ м}^3/\text{с}$ экономический эффект составит около 70 тыс.р.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Тюменев Р.М. Управление режимами работы каналов с перегораживающими сооружениями в каскаде насосных станций. - Науч.тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1985. Совершенствование управления гидромелиоративными системами, с.68-80. (Издающая организация- САНИИРИ.)

УДК 551.48:626.862.7

Б.Я.Нейман, канд.геол.-минерал.
наук, гл.геолог отд.
(Средазгипроводхлопок)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ДЕЛЬТЕ АМУДАРЬИ

Гидрогеологический процесс* на рассматриваемой площади, как и на всех орошаемых массивах Средней Азии, определен взаимодействием природных факторов с водохозяйственной деятельностью человека.

Основные природные факторы: климат, рельеф и литологическое строение – практически неизменны.

Климат региона резко континентальный, крайне засушливый: годовое количество осадков около 60...80 мм, испаряемость с водной поверхности 1000...1600 мм/год, испарение грунтовых вод дикорастущей растительностью при глубине залегания 1...2 м – 260...400 мм/год.

Рельеф – плоская, практически нерасчлененная равнина с очень малым общим уклоном (0,0001...0,0004) в направлении северных румбов и с многочисленными местными плоскодонными понижениями глубиной до 1, редко до 2 м с очень пологими склонами (до 0,001).

Литологическое строение – толща четвертичных песчано-глинистых пород мощностью до 20, изредка до 50 м, залегает на слабопроницаемых третичных и меловых песчаниках, алевролитах и водоупорных глинах.

Очевидно, что природные факторы исключают формирование высокопроизводительных потоков грунтовых вод как за счет внешнего подземного притока, так и за счет местного их питания атмосферными осадками и потерями из Амударьи, которая в последние годы почти полностью разбирается оросительными каналами у Тахияташского гидроузла.

Максимальная пропускная способность потока грунтовых вод (q)

х) Под гидрогеологическим процессом, по М.М.Крылову [1], понимается "представление о питании, стоке, рассеивании подземных вод в общем круговороте воды, их количественные и качественные изменения во взаимодействии со средой."

мощностью 20 м, проводимостью (Т) $200 \text{ м}^2/\text{сут}$ при градиенте (i) 0,0003 составляет:

$q = Ti = 0,0003 \times 200 = 0,06 \text{ м}^3/\text{сут.м}$ или $60 \text{ м}^3/\text{сут}$ на 1 км ширины фронта. В верхних частях южной зоны, у Туямунна, и северной – у Тахиаташа, по-существу, только начинают формироваться радиально расходящиеся потоки грунтовых вод. При начальной ширине их фронта до 20 км общая производительность естественных потоков грунтовых вод, поступающих в названные зоны, определяется ничтожно малой величиной – до 15 л/с. Эти потоки на неорошаемых землях, за пределами влияния орошения, типично застойные, характеризуются глубоким (более 10 м) практически стабильным залеганием уровня в годовом разрезе и высокой – до 50 г/л – минерализацией воды сульфатно-хлоридного и хлоридного типа. Атмосферные осадки здесь не достигают зеркала грунтовой воды и не пополняют ее; расход на испарение дикорастущей растительностью при УГВ ниже 5 м ничтожно мал. Местами, в старицах Амударьи, распространены реликтовые линзы пресных грунтовых вод, приуроченные к аллювиальным пескам. На остальной территории в застойных потоках имеет место многолетний очень малый вертикальный водообмен: при УГВ 5...10 м расход грунтовых вод на внутригрунтовое испарение составляет 50...100 $\text{м}^3/\text{га}$ в год и компенсируется внешним подземным притоком.

Ясно, что природные факторы предопределяют весьма неблагоприятные для поливного земледелия гидрогеолого-мелиоративные условия. Орошение крупных массивов без искусственного дренажа здесь неизбежно приводит к быстрому подъему УГВ, вторичному засолению и заболачиванию земель.

В настоящее время оросительные системы в дельте Амударьи практически не имеют эффективно действующего дренажа. Они представляют собой густую сеть внутрихозяйственных каналов в земляном русле, полувыемке-полунасыпи, и сеть мелких (до 2 м) коллекторов-сбросов густотой до 50 м/га, из которых вода сбрасывается в местные понижения самотечно или насосными станциями. В 1985 г. на оросительных системах северной зоны работало около 1500 перекачивающих насосных станций.

Многовековой опыт эксплуатации подобных оросительных систем в дельте Амударьи выработал традиционные приемы, позволяющие сохранять или быстро восстанавливать плодородие почв, как то:

1) повсеместное применение переложной системы земледелия с очень

низким коэффициентом использования земли (КЗИ в северной зоне $< 0,6$), когда с орошаемой площади происходит местный отток инфильтрационной воды на смежные перелогі внутри оазисов или на целинные земли, расположенные у их границ, т.е. действует эффект "сухого дренажа"; 2) почти повсеместные ежегодные весенне-зимние промывки почв сплошным затоплением большими нормами (до $15 \text{ тыс. м}^3/\text{га}$).

Эффективность действия "сухого дренажа" определяется величиной подземного оттока, которая зависит от следующих основных факторов:

- геофильтрационное строение орошаемого поля и смежной территории, обуславливающее общую пропускную способность законтурного подземного потока;
- величина КЗИ, форма и размер орошаемых и смежных неорошаемых участков, определяющие гидродинамическую схему подземного оттока;
- режим орошения и промывки почв, обуславливающие общую величину инфильтрационного питания грунтовых вод и ее распределение во времени.

Уместно отметить, что выполнение гидродинамических расчетов действия "сухого дренажа" (законтурного подземного оттока) в настоящее время не вызывает существенных затруднений: для простых схем имеются аналитические решения, а для сложных — математические и аналоговые модели.

Многолетними гидрорежимными наблюдениями подмечены две важные особенности мелиоративного состояния земель в дельте Амударьи:

1) в местах распространения песков с повышенной общей проводимостью ($T > 50 \text{ м}^2/\text{сут}$) при КЗИ $< 0,5 \dots 0,6$ и малых размерах орошаемых полей (до 500 га), окруженных перелогами, почти полностью обеспечивается местная дренированность земель. Земли в течение нескольких лет сохраняют удовлетворительное плодородие, при необходимости легко промываются в весенний период за $5 \dots 20$ сут;

2) в тяжелых разрезах: суглинках, глинах с прослоями песков и супесей — отточность инфильтрационной воды недостаточна для предотвращения вторичного засоления земель даже при очень низких КЗИ (меньше $0,5 \dots 0,6$). Здесь режим орошения стремятся регулировать таким образом, чтобы вторичное засоление земель прояв-

лялось лишь к концу вегетационного периода хлопчатника, когда основной урожай уже накоплен. После уборки урожая на таких землях ежегодно проводят зимне-весенние промывки сплошным затоплением полей, в результате чего соли временно вытесняются из почвенного слоя и в разной мере восстанавливается плодородие.

Применение названных способов поливного земледелия требует ничем не оправданных перерасходов поверхностной воды и трудовых затрат.

Так, средняя водоподача в Турткульском районе южной зоны в последние годы составляла на хлопчатнике 23,5 тыс.м³/га, в районах северной зоны 22...26 тыс.м³/га, на рисе она достигла 30 тыс.м³/га, что в 2...3 раза превышает фактический расход воды на современных оросительных системах, созданных в последние 20...30 лет в Голодной и Каршинской степях, характеризующихся как и дельта Амударьи, естественной бессточностью.

На совершенных системах создан промывной режим орошения, при котором инфильтрационный (промывной) расход оросительной воды (в размере 20...25% от водоподачи) срабатывается систематическим дренажем, поддерживающим безопасную глубину УГВ в вегетационный период (2,2...2,5 м), что предотвращает вторичное засоление земель и обеспечивает их устойчивое мелиоративное благополучие. Фактические оросительные нормы на этих системах не превышают 8...10 тыс.м³/га, включая и весенние влагозарядки.

На создание современной оросительной системы с лотковой внутрихозяйственной сетью и закрытым дренажем глубиной до 3,5 м, обеспечивающим норму осушения 1,9...2,5 м при заданном режиме орошения, ориентированы все одностадийные проекты комплексной реконструкции орошаемых земель (КРОЗ), которые выпускает последние два года институт "Средазгипроводхлопок", по отдельным участкам площадью 100...1000 га в существующих колхозах и совхозах КК АССР. Строительство проектируемых глубоких закрытых дрен в плавунных песчано-глинистых грунтах, широко распространенных на рассматриваемой площади, пока не удается: нет ни объектов-аналогов, ни опытно-производственных дрен обнадёживающих конструкций.

Материалы наблюдений и опыт строительства коллекторно-дренажной сети (КДС) свидетельствуют о том, что в ближайшие несколько лет существующими механизмами и известными способами строительства не удастся создать глубокую КДС, способную обеспечить в течение

ние многолетней эксплуатации задаваемую норму осушения I,9... 2,5 м при любом режиме орошения хлопчатника.

Учитывая изложенные обстоятельства, нам представляется совершенно необходимым с самого начала проектирования реконструкции оросительных систем в дельте Амударьи отказаться от применения однозначных решений по норме понижения уровня грунтовых вод и режиму орошения, определяемым по действующей в Средазгипровод-хлопке "Методике расчета оросительных норм сельскохозяйств для хлопковой и нахлопковой зоны бассейна Аральского моря", принятой к использованию решением научно-технического совета Главсредаз-кросовхозострой в 1978г. Накопленный за последнее десятилетие опыт орошения земель в сходных условиях в Ташаузской области (Туркмения), в Хорезмской и Бухарской областях Узбекистана и в других районах Средней Азии позволяет уже в настоящее время внести существенные коррективы в критерии гидро模ульного районирования и нормы понижения уровня грунтовых вод.

Рекомендуется рассмотреть несколько вариантов режимов орошения с учетом конкретных почвенно-мелиоративных условий, исходной минерализации грунтовых вод, геофильтрационного строения, КПД и КЗИ систем. В этих разработках прежде всего следует отказаться от необходимости обеспечения нормативной "критической глубины грунтовых вод", средней на весь вегетационный период, и нормативного режима орошения, определяющего и количество, и сроки поливов (промывок), и поливные нормы.

Проектирование и строительство объектов реконструкции орошаемых земель в дельте Амударьи при различных вариантах решений по мелиорации отдельных хозяйств предлагается выполнять в три этапа.

Первый этап — устройство магистральных коллекторов-сбросов, обеспечивающих повсеместный самотечный отвод воды за пределы орошаемых земель со сбросом воды непосредственно в Аральское море, в искусственные мелководные водоемы, которые намечается создать в зоне бывшего морского дна, или в крупные местные понижения (Дауткуль, Каратерень, оз.Судочье, Кочтамкуль и др.). Эти коллекторы в перспективе должны иметь глубину не менее 5...6 м, чтобы обеспечить самотечный впуск воды из межхозяйственных коллекторов. Достичь такой глубины пока ни на одном из строящихся коллекторов, из-за оплывания неустойчивых песчаных и легких глинистых грунтов в откосах и на дне, не удалось. Плывунность грунтов при работе сухоройных и гидромеханизмов наиболее интенсивно проявляется в

случае резких изменений гидростатического давления, особенно спадов горизонтов воды на 2...3 м. Отсюда основная рекомендация — устраивать глубокие выемки в две (а может быть и в три) очереди с постепенной сработкой уровня грунтовых вод в зоне коллектора. Таким способом построен единственный в дельте Амударьи Озерный коллектор глубиной более 5 м, обеспечивающий самотечный отвод дренажно-сбросной воды почти со всех оазисов Ташаузской области в Сарыкамышскую впадину.

Второй этап — устройство межхозяйственных открытых коллекторов-сбросов глубиной не менее 3,0...3,5 м с самотечным (или вначале машинным) отводом воды в магистральные коллекторы. Трас-си этих коллекторов надо стремиться уложить главным образом среди глинистых грунтов, что упростит и ускорит производство работ.

Третий этап — реконструкция существующей оросительной сети и строительство новой внутрихозяйственной системы дренажа, способной обеспечить устойчивое мелиоративное благополучие земель при наименьших затратах воды для выращивания сельхозпродуктов.

На различных участках рассматриваемой территории, конечно, могут быть применены разные типы, виды и конструкции дренажа — горизонтальный открытый и закрытый, глубокий (3...4 м) и мелкий, (1...3 м), комбинированный — с самотечными разгрузочными окнами или скважинными усилителями перетекания, вертикальный с машинной откачкой воды из скважин. Для условий дельты Амударьи с широким распространением текуче-пластичных глинистых грунтов и крайне неустойчивых плавунных песчаных грунтов на сегодня, как известно, нет надежных аналогов ни в части конструкций, ни в части технологии строительства закрытого горизонтального, комбинированного и вертикального дренажа. Напротив, имеется отрицательный опыт: на целинных землях Кыркызского массива до начала орошения, когда УГВ был глубже 5 м, построено несколько десятков километров закрытого дренажа различной конструкции. После 1...3 лет орошения, когда УГВ поднялся к поверхности земли, вся система оказалась неработоспособной. На этом же массиве в 1984...1985 гг. построено более 20 производственных и экспериментальных скважин вертикального дренажа с различными конструкциями водоприемников. Все они оказались непригодными для длительной эксплуатации из-за высоких сопротивлений, заиливания фильтра, непрекращающегося пескования и других причин.

Поэтому выбор оптимальной системы дренажа потребует глубо-

Безопасные глубины залегания уровня грунтовых вод и рациональные системы дренажа, рекомендуемые к применению на орошаемых землях ККССР в ближайшие 5-10 лет

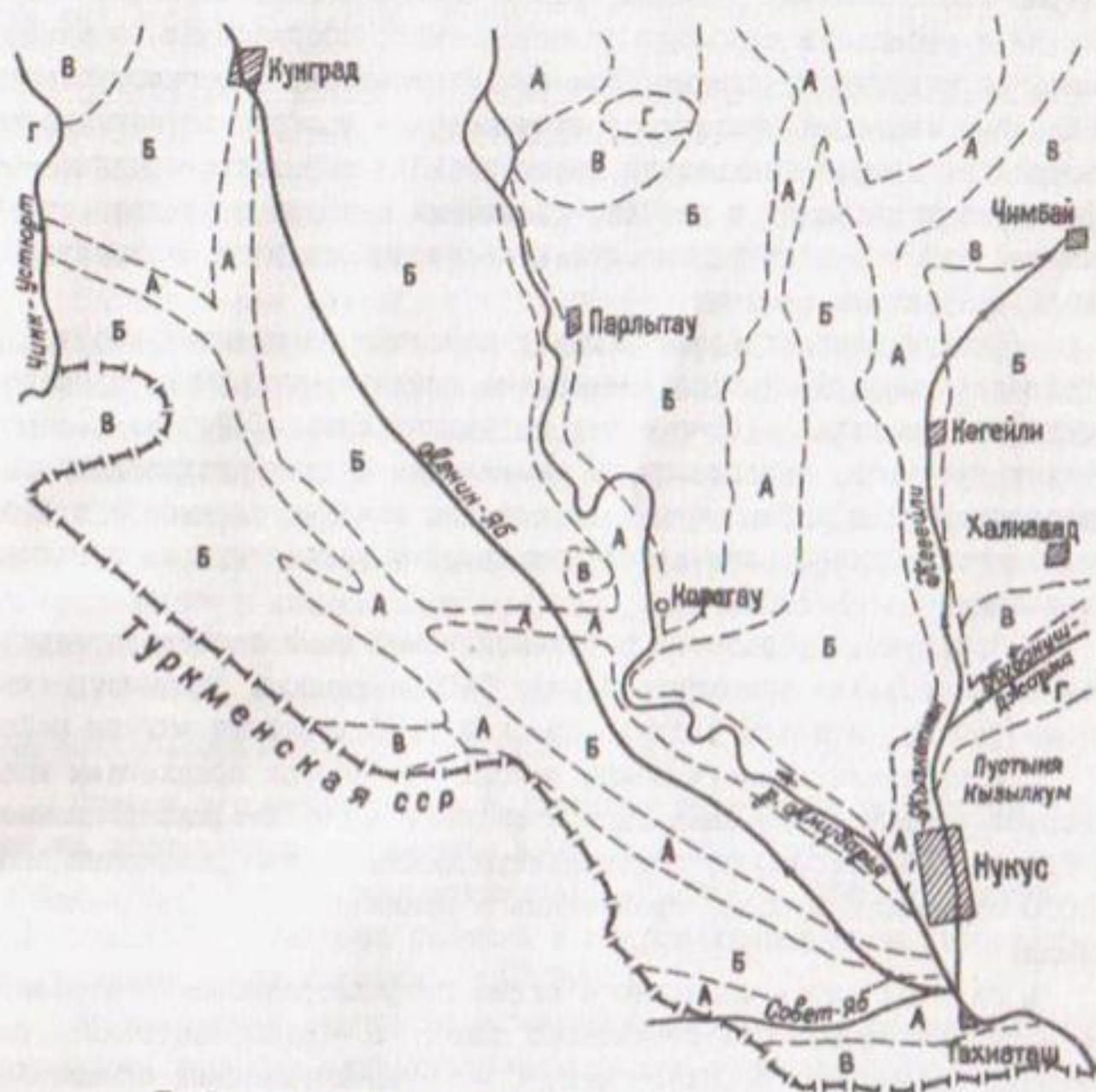
Геофильтрационная система	Мощность, м		Состав покровного слоя	Глубина УГВ на хлопчатнике, м		Система дренажа
	пласта песков	покровного слоя		в середине вегетации	к концу вегетации	
I	2	3	4	5	6	7
А - однопластовая без покровного слоя	I-3	До I		1,3-1,5	0,3-0,5	Горизонтальный мелкий (1-2 м), открытый
	Более 3	До I		0,7-1,0	0,3-0,5	Горизонтальный мелкий (1,5-2,0 м), открытый
Б - однопластовая с покровным слоем	I-20	I-3	Легкий	1,3-1,5	0,3-0,5	Горизонтальный мелкий (2,0-2,5 м), открытый
			Средний	1,5-1,7	0,5-0,8	
			Тяжелый	1,3-1,5	0,5-0,8	
	I-20	3-5	Легкий	1,3-1,5	0,3-0,5	
			Средний	1,5-1,7	0,5-0,8	
			Тяжелый	1,3-1,5	0,5-0,8	Комбинированный глубокий (3,0-3,5 м), преимущественно открытый, на зависающих в покровные участки с разгрузочными "окнами" вдоль дрен до кровли пласта
	I-20	5-10 и более	Легкий	1,5-1,7	0,5-0,8	Комбинированный глубокий (3-4 м), преимущественно закрытый; водо-

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5	6	7
В - беспластовая	Нет	I-3 на глинах	Средний	I, 7-I, 9	0, 6-0, 8	отводы из глухих труб с впадающими в них скважинными усилителями перетекания
			Тяжелый	I, 5-I, 7	0, 5-0, 8	
			Легкий	I, 7-I, 8	0, 5-0, 8	Горизонтальный мелкий (до 3 м), преимущественно закрытый
		I-3 на коренных песчаниках и песках	Средний	I, 8-I, 9	0, 6-0, 8	Выращивание хлопчатника не рекомендуется
			Тяжелый	Выращивание хлопчатника		
			Легкий	I, 4-I, 6	0, 4-0, 5	
		3-5 и более на глинах	Средний	I, 6-I, 8	0, 6-0, 8	Горизонтальный мелкий (2, 0-2, 5 м), преимущественно закрытый
			Тяжелый	I, 4-I, 6	0, 4-0, 5	
			Легкий	I, 5-I, 7	0, 4-0, 5	
		3-5 на коренных песчаниках и песках	Средний	I, 7-I, 9	0, 6-0, 8	Горизонтальный глубокий (3, 0-3, 5 м), преимущественно закрытый не рекомендуется
			Тяжелый	Выращивание хлопчатника		
			Легкий	I, 4-I, 6	0, 4-0, 5	
			Средний	I, 6-I, 8	0, 6-0, 8	Комбинированный глубокий (3, 0-3, 5 м), закрытый и открытый с разгрузочными окнами на зависающих в покрове участках
			Тяжелый	I, 4-I, 6	0, 4-0, 5	

Продолжение таблицы

I	2	3	4	5	6	7
В - бесплатная	Нет	5-10 и более на коренных песчанниках и песках	Легкий Средний Тяжелый	I,4-I,6 I,6-I,8 I,4-I,6	0,4-0,5 0,6-0,8 0,4-0,5	Комбинированный глубокий (3-4м), преимущественно закрытый, водоотводя из глухих труб с выпадающими в них скважинами-усилителями перетекания
Г - коренные породы с поверхности	Коренные глины, алевролиты	До I		Выращивание хлопчатника не рекомендуется		
	Коренные песчанники и пески	До I		I,3-I,5	0,5-0,8	Горизонтальный мелкий (2,0-2,5м), закрытый и открытый



Геофильтрационные системы:

А - однопластовая без покровного слоя или с покровным слоем глинистых грунтов толщиной до 1 м. Пласт - пески разной крупности мощностью от 1 до 20 м; Б - однопластовая с покровным слоем глинистых грунтов мощностью от 1 до 20 м. Пласт - те же пески; В - беспластовая ("глухая"). Глинистые грунты общей мощностью до 20 м, редко более, с единичными прослоями песков мощностью до 1 м; Г - дочетвертичные породы - песчаники, алевролиты, глины в обнажениях (на возвышенностях) или под покровом песчано-глинистых грунтов мощностью до 1 м (на равнинах)

кого анализа как природных, почвенных, гидрогеологических и инженерно-геологических условий, так и экономических факторов – наличия и стоимости необходимых механизмов, оборудования и материалов, сроков строительства. Нам представляется, что строительство надежных систем закрытого горизонтального и вертикального дренажа потребует применения весьма дорогостоящих специально подбираемых фильтровых песчаных и песчано-гравийных смесей, тщательно отработанных строительных технологий и квалифицированной эксплуатации всех сооружений системы.

Каждую систему дренажа перед массовым внедрением необходимо тщательно исследовать на специально создаваемых опытно-производственных участках – фрагментах выбранных систем. Строительство таких участков, организация и выполнение научно-производственных исследований и наблюдений надо сегодня считать главной и первоочередной задачей намечаемой комплексной реконструкции оросительных систем в КК АССР.

Проектные проработки в рекомендуемой нами последовательности целесообразно выполнить в виде ТЭО по каждому административному району, а затем рабочие проекты КРОЗ хозяйств внутри районов.

В качестве геологической основы проработок предлагаем использовать составленную нами для этой цели карту геофильтрационного строения (М 1:100000), обоснованную фактическими разрезами около 3000 скважин и шурфов, пройденных в различные годы на данной площади.

На этой карте выделено 4 схемы геофильтрационного строения: А – однопластовая без покровного слоя; Б – однопластовая с покровным слоем; В – беспластовая; Г – сnivelированные обнажения коренных пород.

Схема названной карты приведена на рисунке.

Применительно к этому делению и с учетом вышеизложенных факторов в таблице даны рекомендуемые на ближайшие 5...10 лет безопасные глубины уровня грунтовых вод и рациональные типы и виды дренажа на орошаемых землях дельты Амударьи.

И с п о л ь з о в а н н а я л и т е р а т у р а

1. Крылов М.М. Основы мелиоративной гидрогеологии. – Ташкент: "Фан", 1977. – 247с.

2. Нейман Б.Я. Рекомендации по дренажу земель Кырккызского массива ККАССР. – Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1987. Прогрессивные технические решения и обоснования при проектировании гидромелиоративных систем, с. 31–41.

РЕФЕРАТЫ

УДК 551.495(001.18):663.64(255)

О некоторых особенностях прогнозирования изменения минерализации грунтовых вод на орошаемых землях. Мирзагариев Г.С., Жуманов Б.Ж. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. - Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация - САНИИРИ)

На основании результатов обобщения материалов многолетних наблюдений за гидрохимическим режимом грунтовых вод в Голодной и Каршинской степях, натурных исследований на ключевых участках и многочисленных экспериментальных работ в лабораторных условиях установлена зависимость изменения минерализации от количества смен поровых растворов в процессе орошения и предложена упрощенная достоверная методика качественного прогнозирования изменения минерализации и химического состава грунтовых вод на орошаемых землях.

Таблиц 1, иллюстраций 4, библиографий 3.

УДК 631.434:551.495(255):541.48(003.12)

Оценка структуры солевого баланса почвогрунтов и грунтовых вод на орошаемых территориях. Жуманов Б.Ж., Мирзагариев Г.С. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. - Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация - САНИИРИ.)

На основании результатов экспериментальных исследований установлено, что при длительной фильтрации количество вымываемых из грунта солей в несколько раз превышает их содержание, подсчитанное по данным анализа водной вытяжки. Выявлены причины несоответствия и последствия при практическом использовании результатов водной вытяжки.

Установлена закономерность изменения общей минерализации и солевого состава фильтрата в зависимости от общего объема воды, профильтровавшейся через толщу грунта.

Таблиц 6, библиографий 4.

УДК 624.131.21:626.862.4

Оценка пригодности продукции гравийных заводов для производства классифицированных дренажных фильтров. Калинин В.В., Калужная Н.И. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989.

Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Приводятся данные о снижении дебитов скважин, их заиливании и засорении из-за применения при строительстве несортированного гравия. Оценивается качество продукции Бешалынского, Сарыасийского, Бекабадского и Чиназского гравийных заводов с целью установления эффективности применения в производстве классифицированных фильтров для дренажа.

Библиографий 2.

УДК 626.8:65.012.011.56:658.012

Разработка и формирование банка данных о природно-мелиоративном состоянии земель. Хасанханова Г.М.–Науч.тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Предложена структура формирования банка данных о природно-мелиоративном состоянии земель и разработана схема его функционирования, позволяющая осуществлять научно обоснованное управление и планирование работы АСУ ВХК.

Иллюстраций 2, библиографий 3.

УДК 631.413.3(003.12)

Об оценке засоления почвогрунтов аридной зоны. Рифтина А.Р.–Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Рассматривается необходимость разработки единой, унифицированной классификации засоления почв аридной зоны. При разнообразии существующих оценок засоления (по иону хлора, иону натрия, сумме токсичных солей, плотному остатку) наиболее объективной является оценка по иону натрия. Она рекомендуется нами в качестве основного критерия для построения единой классификации, которая позволит создать банк единой почвенно-солевой информации и повысить эффективность использования земельного фонда.

Таблиц 2, библиографий 11.

УДК 631.61:658.012.122

Математическая модель оптимизации переходного периода достижения проектного мелиоративного режима орошаемых земель. Серебренников Ф.В. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация - САНИИРИ.)

Описана математическая модель, позволяющая определять рациональные варианты формирования проектного мелиоративного режима с учетом ресурсных ограничений и требований охраны окружающей среды от загрязнения и истощения. Поиск оптимального варианта сведен к задаче дискретного программирования.

Иллюстраций 1, библиографий 2.

УДК 626.81(004.14):631.452(255)

Влияние качества орошаемых земель и технического состояния оросительных систем на эффективность использования водных ресурсов. Трунова Т.А., Галеева Ф.И. - Науч. тр. ин-та "Средазгипроводхлопок". Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация - САНИИРИ.)

В статье рассматриваются вопросы оценки эффективности использования водных ресурсов в зависимости от изменения почвенного плодородия и технического состояния оросительных систем. Получена аналитическая зависимость, характеризующая их взаимосвязь.

Для решения вопросов, связанных с прогнозированием эффективности использования водных ресурсов на перспективу, зависимость выражена как в абсолютных, так и в относительных единицах. Последнее обстоятельство позволяет устанавливать ее количественные значения независимо от изменяющейся системы цен на сельскохозяйственную продукцию.

Таблиц 1, библиографий 5.

УДК 626.84:631.445.5(575.192)

Уточнение режима орошения почв пустынной зоны. Хасанханова Г.М., Хамзина Т.И. - Науч. тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация - САНИИРИ.)

Приводятся результаты изучения водно-солевого режима почв пустынной зоны на опытно-производственных участках в Каршинской

степи. Выполнены анализ и сопоставление фактического режима орошения с проектными рекомендациями, приведены оптимальные оросительные и поливные нормы для хлопчатника, обеспечивающие минимальные непроизводительные потери воды.

Таблиц 3, иллюстраций 1, библиографий 4.

УДК 546.212:33(575)

Об основных направлениях экономии оросительной воды в аридной зоне. Жуманов Б.Ж.—Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация — САНИИРИ)

На основании результатов анализа, обобщения опыта проектирования и материалов эксплуатации оросительных систем в Сырдарьинской, Кашкадарьинской и Бухарской областях установлены основные пути экономии оросительной воды в аридной зоне.

УДК 626.81(575)

Общая схема (концепция) развития орошения в бассейнах рек Средней Азии. Морозов А.Н., Решетов Г.Г.—Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация — САНИИРИ.)

Выявлены общие недостатки существующих оросительных систем в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. Предложена более совершенная концепция развития орошения, предполагающая экономное расходование поливной воды, минимизацию коллекторно-дренажного стока и его деминерализацию.

Библиографий 8.

УДК 681.3:626.81(282.255.1)

Принципы управления водными ресурсами бассейна Амударьи в условиях АСУ. Пуриков Г.С., Абдуллаев У.В. — Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация — САНИИРИ.)

Определены главные направления в разработке и внедрении АСУ водными ресурсами бассейна Амударьи; обоснованы основные принципы и методы управления сложной водохозяйственной системой; предложена трехуровневая организационная структура управления и

намечаются этапы создания системы.

Приведен перечень задач, необходимых для нормального функционирования рекомендуемой структуры АСУ реками бассейна Амударьи.

УДК 626.8+33

Совершенствование управления водным хозяйством в общей структуре управления экономикой. Трунова Т.А.—Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок"; Ташкент. 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация — САНИИРИ.)

Рассмотрены принципы совершенствования хозяйственного механизма в водном хозяйстве в увязке с общей структурой управления народнохозяйственным комплексом. На основе анализа таких актуальных вопросов, как комплексная реконструкция орошаемых земель и плата за водные ресурсы, показаны пути их решения с точки зрения хозяйственного механизма и управления, определены задачи каждого структурного подразделения в решении водохозяйственных проблем.

Таблиц I, иллюстраций I.

УДК 551.493(282.255.1)

Ранжирование водохозяйственных районов бассейна Амударьи по состоянию охраны вод. Крутов А.Н.—Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация — САНИИРИ.)

В соответствии с действующими нормативами выполнено ранжирование водохозяйственных районов бассейна Амударьи по таксонометрическому расстоянию между точками в многомерном пространстве. В качестве факторов, определяющих состояние охраны вод, были приняты: обобщенные показатели качества поверхностных вод, обобщенные показатели выноса веществ; общий объем сточных вод, сбрасываемых в водный объект; объем нормативно-чистых сточных вод; среднемноголетний сток 95%-ной обеспеченности в привязке к замыкающему створу водного объекта; плотность населения на территории бассейна; категория водного объекта.

Определены ранги развития водоохраны.

Таблиц 2, библиография 2.

УДК 627.82(575.12)

Результаты натурных наблюдений за плотинной Андижанского водохранилища. Пулявин В.Н., Поздняков Ю.Н. – Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Приведены результаты многолетних натурных наблюдений по оборудованной на плотине Андижанского водохранилища контрольно-измерительной геодезической и сейсмометрической аппаратуре и наблюдательной сети пьезометрических скважин и водомерных постов. Результаты наблюдений позволили оценить состояние гидроузла как вполне удовлетворительное с осадкой секций плотины и ее горизонтальными смещениями, близкими к проектным, и с фильтрационным расходом воды через основание, в десятки раз меньшим проектного.

Иллюстраций 4, библиографий 1.

УДК 621.643.29(001.57):626.8

Результаты определения гидравлических характеристик пластмассовых гофрированных труб для закрытых оросительных систем. Попов В.С., Саушкина Т.Я. – Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Приводятся результаты гидравлических исследований гофрированных пластмассовых труб, изготавливаемых в ГСКБ по ирригации НПО САНИИРИ. Определены коэффициенты гидравлических сопротивлений по длине труб трех диаметров: 125; 110 и 75 мм – в транзитном режиме работы трубопроводов, а также изучены гидравлические характеристики в случае применения этих труб для раздачи расхода по длине. Изложена методика и даны примеры расчета трубопроводов, перфорированных отверстиями круглого сечения диаметром 3...7 мм.

Таблиц 1, иллюстраций 8.

УДК 621.646.24:626.8

Результаты исследования опытных образцов делителя статического напора с АИЗ для закрытых оросительных систем. Попов В.С., Архангельский В.К. – Науч.тр.Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Изложены устройство и принцип действия делителей статического

напора, отмечены положительные качества и отрицательные стороны автоматического цилиндрического затвора. Приводятся способы, улучшающие работоспособность конструкции, и анализ возможности использования.

Иллюстраций 3, библиографий 3.

УДК 626.845.002.5:628.36

Режим восстановления работы насосной станции в каскаде после аварийной остановки. Тюменев Р.М. – Науч.тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Рассмотрены особенности динамики в соединительном канале каскада крупных насосных станций при восстановлении работы НС после ее аварийной остановки. Для исследуемого режима определены технологические условия и ограничения, обоснована необходимость минимизации времени возобновления работы каскада. Приведены результаты вариантных расчетов динамики, по которым произведен выбор режима восстановления работы НС, удовлетворяющего поставленной задаче.

Иллюстраций 1, библиографий 2.

УДК 62-52 (088.8)

Автоматизация регулирования баланса расходов в каскаде насосных станций. Тюменев Р.М. – Науч.тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация – САНИИРИ.)

Приводится описание схемы и принципа действия системы автоматического регулирования баланса расходов в каскаде насосных станций с бассейнами регулирования малой емкости. Система реализована полностью из серийных устройств. Она отвечает современным требованиям водосберегающей технологии – исключает необходимость в аварийных и технологических сбросах воды, сокращает затраты на строительство и эксплуатацию за счет исключения сбросных трактов. Рекомендуются для применения на существующих каскадах насосных станций и заложения в проекты новых.

Иллюстраций 5, библиографий 1.

УДК 551.48:626.862.7

Особенности гидрогеологического процесса и рекомендации по реконструкции оросительных систем в дельте Амударьи. Нейман Б.Я.
- Науч.тр. Ин-т "Средазгипроводхлопок", Ташкент, 1989. Повышение эффективности проектных решений в гидромелиоративном строительстве. (Издающая организация - САНИИРИ.)

На основе анализа фактических материалов исследований, выполненных различными организациями в 1952-1988 гг. при участии автора данного исследования, освещены основные показатели гидрогеологического процесса, определяющие неблагоприятные мелиоративные условия орошаемых земель. Раскрыты особенности старых оросительных систем, практикуемый режим орошения, позволяющие сохранять и быстро восстанавливать плодородие почв практически без искусственного дренажа. Изложены подходы к решению проблемы реконструкции старых оросительных систем, основанные на анализе и учете особенностей геофильтрационного строения орошаемых земель, отображенных на составленной для этих целей карте. Рекомендованы безопасные глубины залегания уровня грунтовых вод и рациональные системы дренажа.

Таблиц 1, иллюстраций 1, библиографий 2.

СОДЕРЖАНИЕ

Мирзагариев Г.С., Жуманов Б.Ж. О некоторых особенностях прогнозирования изменения минерализации грунтовых вод на орошаемых землях	3
Жуманов Б.Ж., Мирзагариев Г.С. Оценка структуры солевого баланса почвогрунтов и грунтовых вод на орошаемых территориях	11
Калинин В.В., Калужная Н.И. Оценка пригодности продукции гравийных заводов для производства классифицированных дренажных фильтров	20
Хасанханова Г.М. Разработка и формирование банка данных о природно-мелиоративном состоянии земель	24
Рифтина А.Р. Об оценке засоления почвогрунтов аридной зоны	28
Серебренников Ф.В. Математическая модель оптимизации переходного периода достижения проектного мелиоративного режима орошаемых земель	34
Трунова Т.А., Галеева Ф.И. Влияние качества орошаемых земель и технического состояния оросительных систем на эффективность использования водных ресурсов	41
Хасанханова Г.М., Хамзина Т.И. Уточнение режима орошения почв пустынной зоны	46
Жуманов Б.Ж. Об основных направлениях экономики оросительной воды в аридной зоне	51
Морозов А.Н., Решетов Г.Г. Общая схема (концепция) развития орошения в бассейнах рек Средней Азии	55
Цуриков Г.С., Абдуллаев У.В. Принципы управления водными ресурсами бассейна Амударьи в условиях АСУ	64
Трунова Т.А. Совершенствование управления водным хозяйством в общей структуре управления экономикой	74
Крутов А.Н. Ранжирование водохозяйственных районов бассейна Амударьи по состоянию охраны вод	80
Пулявин В.Н., Поздняков Ю.Н. Результаты натурных наблюдений за плотинной Андижанского водохранилища	84

Попов В.С., Саушкина Т.Я. Результаты определения гидравлических характеристик пластмассовых гофрированных труб для закрытых оросительных систем	96
Попов В.С., Архангельский В.К. Результаты исследования опытных образцов делителя статического напора с АЦЗ для закрытых оросительных систем	108
Тюменев Р.М. Режим восстановления работы насосной станции в каскаде после аварийной остановки	123
Тюменев Р.М. Автоматизация регулирования баланса расходов в каскаде насосных станций	130
Нейман Б.Я. Особенности гидрогеологического процесса и рекомендации по реконструкции оросительных систем в дельте Амударьи	142
Рефераты	153

Сводный план, 1989, поз. 18

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ
В ГИДРОМЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Сборник научных трудов

Редактор Е.Н.Макушенко

Р-00786 . Подписано в печать 26.12.89. Формат бумаги 60х90 1/16.
Усл.-п.л. 8,2 . Уч.-изд.л. 9. Тираж 400 экз. Заказ 10 14 Цена 85 коп.
Картфабрика института "Узгипрозем", Ташкент, Муками, 182