МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИРРИГАЦИИ имени В. Д. ЖУРИНА (САНИИРИ)

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

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

Сборник научных трудов

Ташкент — 1980

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

Среднеазиатский ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт ирригации
имени В. Д. Журина (САНИИРИ)

Ордена Трудового Красного Знамени
институт «Средазгипроводхлопок» имени А. А. Саркисова

ВОПРОСЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

Сборник научных трудов

Ташкент—1980

Статьи настоящего сборника освещают вопросы расчетов, проектирования гидротехнических сооружений и исследования их работы, вопросы изысканий и производства работ на гидромелиоративных объектах, результаты исследования режима орошения, проблемы освоения засоленных земель и повышения эффективности использования водных ресурсов в условиях Средней Азии.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В.А.Духовный (отв. редактор,САНИИРИ),
В.И.Антонов (зам. редактора,Средазгипроводхлопок),
Г.Г.Валентини, Т.И.Дерлятка,А.Ж.Жулаев (зам. редактора КазНИИВХ), А.М.Мухамедов, М.П.Мухтаров,
А.Г.Пулатов, У,Ю.Пулатов, А.У.Усманов, Х.И.Якубов
(зам. редактора,САНИИРИ)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Н.М. Алавиев, В.И. Антонов, М.Х. Кондраков, Ф.Ш. Мухамеджанов, Б.Я. Нейман, Э.Л. Окулич-Козарин, К.А. Ракитин (ответственный за выпуск), Л.А. Фримерман, Ф.Я. Эйнгорн

© Институт „Средазгипроводхлопок", 1980

УДК 626.87:631.445(575)

А.Н.Морозов, нач.отд.
Г.Г.Решетов, канд. с.-х. наук,
гл.спец.
(Средазгипроводхлопок)

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что процесс освоения засоленных земель очень трудоемкий и длительный. Продолжительность и успех освоения зависят от многих природных и хозяйственных факторов: степени, профиля и химизма засоления почвогрунтов, гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий, норм и режимов промывки, эксплуатационного режима орошения и агротехники.

Материалы исследований по Голодной и Каршинской степям и другим регионам свидетельствуют, что часто успех освоения зависит не от начальной глубины и степени опреснения корнеобитаемого горизонта, а от режима орошения и агротехники тех культур, которые возделываются вслед за промывками. Промывку следует рассматривать не как самостоятельное мероприятие, а как элемент комплексного освоения засоленных земель в увязке с принятыми на эксплуатационный период инженерными решениями, что позволит оценить приемлемость того или иного способа из условия минимума затрат материальных и людских ресурсов на единицу получаемой продукции, а также максимально использовать механизмы,

имеющиеся в хлопководческих хозяйствах, при проведении промывки.

Проектирование промывок и мероприятий по освоению засоленных земель вызывает необходимость решения целого ряда взаимосвязанных вопросов. Основной из них - выбор интенсивности и глубины опреснения.

Принципиально возможно многозначное решение - от капитальных форсированных промывок, рассчитанных на единовременное глубокое опреснение [1], до промывок, дающих возможность проводить опреснение со скоростью, близкой к скорости развития корневой системы культур-освоителей [2].

На практике, как правило, выбирается компромиссное решение, с учетом природно-хозяйственной обстановки, чем, собственно говоря, определяются режим и нормы водоподачи при промывках, поскольку от почвенно-мелиоративных условий (водопроницаемость почв, положение уровня грунтовых вод, степень естественной и искусственной дренированности) зависит величина промывной нормы. Так, например, при глубоком положении уровня грунтовых вод интенсивность промывки лимитируется пропускной способностью постоянной оросительной сети.

Материалы многочисленных исследований и расчеты свидетельствуют о том, что осуществление капитальных промывок удается только с применением дополнительного временного глубокого дренажа (протяженность его равна или выше протяженности постоянного дренажа, необходимого в эксплуатационный период) и временной оросительной сети. При освоении крупных массивов, имеющих большую долю засоленных земель, стоимость подготовительных и ликвидационных работ по промывке будет близка к стоимости строительства эксплуатационной оросительной и коллекторно-дренажной сети, так как потребуется дублирование хозяйственной, а в некоторых случаях и межхозяйственной сети.

При осуществлении форсированных промывок, кроме инженерных, имеются трудности и другого плана. Так, например, промывка практически прекращается на землях тяжелого механического состава, когда в результате длительного затопления резко снижается их влагопроводность. Неэффективна форсированная промывка и на гипсоносных почвах [3], поскольку добиться полного рассоления не удается по той причине, что в составе кристаллов

гипса содержится определенный процент токсичных солей, которые освобождаются постоянно в течение нескольких лет, по мере перекристаллизации и растворения гипса.

По мнению В.А.Ковды [4] , почва обладает выраженной "сопротивляемостью" мелиоративным воздействиям. Особенно она высока, когда вместо комплекса работ по коренному улучшению и преобразованию территории осуществляется только одно мероприятие.

Таким образом, увеличением промывных норм и продолжительности промывки не всегда можно добиться существенного ускорения рассоления.

Советскими и зарубежными исследователями, занимавшимися проблемой мелиорации засоленных почв, предложены способы более эффективного удаления солей с меньшими удельными затратами промывной воды, позволяющие с помощью технически несложных приемов распределения воды по поверхности полей, требующих относительно небольших затрат, добиваться постепенного опреснения почв, а также улучшения их водно-физических свойств и плодородия. К ним относятся прерывистые промывки с использованием различных способов полива, в зависимости от водопроницаемости грунтов и рельефа поверхности.

Эти промывки проводятся поливами нормой 2-3 тыс.м^3/га с интервалами от 3-5 до 10-15 дней и более, в зависимости от метеорологических и организационно-хозяйственных условий. При заполнении свободной емкости интервалы определяются сработкой грунтовых вод дренажем на глубину 1,5-2 м.

Как показывает опыт, эффект промывки снижается от полива к поливу и после 4-5-го полива вынос солей практически прекращается.

Прерывистый режим водоподачи позволяет максимально использовать свободную емкость зоны аэрации для аккумулирования солей, вымываемых из верхних горизонтов, за счет нормирования поливов, тем самым обходиться без строительства временного дренажа. Наличие свободной емкости обеспечивает равномерное рассоление верхних почвенных слоев по ширине междренья, так как скорость впитывания в этом случае не зависит от расстояния до дрены (в отличие от скоростей фильтрации при полном насыщении свободной емкости).

Сочетание высокой влажности промываемой толщи с хорошей аэрированностью способствует развитию аэробных процессов в промываемой толще. После опреснения слоя, достаточного для получения всходов, возможны посев культур-освоителей и продолжение промывки в процессе их возделывания.

Особенно целесообразны прерывистые промывки в районах с острым дефицитом оросительной воды.

В природных и хозяйственных условиях Средней Азии предлагается земли, требующие промывок нормой до 10 тыс.м^3/га, промывать за один осенне-зимний сезон. При расчетных нормах промывки 10-17,5 тыс.м^3/га рассоление осуществляется промывками в осенне-зимний сезон нормой до 10 тыс.м^3/га и орошением культур-освоителей в вегетационный период. Сильнозасоленные земли, требующие промывки нормой 17,5-25 тыс.м^3/га, промываются за два осенне-зимних сезона с обязательным использованием их под сельскохозяйственные культуры в межпромывной период.

Предлагаемый режим промывок обусловлен следующими обстоятельствами:

- вода для промывок в период вегетации дефицитна;
- пропускная способность постоянной сети достаточна для организации промывок;
- имеющаяся на землях с постоянным дренажем свободная емкость зоны аэрации (5-7 тыс.м^3/га) позволяет обойтись без временного дренажа;
- исключаются вредные последствия для почв от длительного затопления.

Осуществление прерывистого режима промывки возможно различными способами полива: затоплением чеков, напуском по полосам, по бороздам и дождеванием.

Наиболее широко используется древнейший способ полива - затоплением чеков (делянок, огороженных земляными валиками). К преимуществам его следует отнести высокую степень покрытия водой промываемой поверхности (от 75% при уклонах 0,01 до 90% и более при уклонах $< 0{,}001$).

Недостатки этого способа:

- трудоемкость работ по созданию валиков;
- низкая производительность труда поливальщика при распределении воды;

- невозможность обработки поверхности почвы в период промывок без разрушения валиков;

- большие объемы работ, связанных с восстановлением поверхности поля для принятого способа полива основных культур в эксплуатационный период;

- скопление солей на валиках.

Применение крупных чеков с высокими валиками [5] не избавляет этот способ от всех вышеперечисленных недостатков. При использовании крупных чеков может быть увеличена производительность труда поливальщика, что, в свою очередь, влечет за собой трудности из-за размыва в местах водовыпусков в чеки и требует строительства дополнительной участковой сети для одновременного затопления больших карт. Это должно учитываться при технико-экономическом сравнении различных вариантов промывки.

Полив напуском по полосам является усовершенствованным методом полива напуском, широко применяющегося в практике при орошении культур сплошного сева, таких как люцерна, травы, зерновые.

Преимущества этого способа:

- высокая степень покрытия водой промываемой поверхности - почти как при поливе затоплением чеков;

- производительность труда поливальщика более высокая, чем при поливе затоплением чеков;

- возможность обработки поверхности почвы в промежутках между поливами.

Недостатком его является трудность осуществления при больших поперечных и продольных уклонах - свыше 0,01.

Особенно рекомендуется этот способ в случае, если после промывки земли будут использоваться под посев культур с той же техникой полива (люцерна, травы). Для подготовки поверхности к промывке и к посеву не требуется специальных строительных механизмов.

Наиболее технически простым, в достаточной мере эффективным и распространенным повсеместно в производстве является полив по бороздам. Не вызывает сомнений возможность использования этого метода полива при промывках земель с глубокосолончаковатым профилем засоления, а также с предварительно

промытым другими способами верхним горизонтом (до глубины 30-50 см), например, во второй сезон промывки.

Основные преимущества полива по бороздам:

- относительная простота подготовки поверхности поля;

- высокая производительность труда поливальщика, уступающая лишь производительности труда при механизированных способах полива;

- возможность обработки поверхности поля в промежутках между поливами;

- возможность посева культур-освоителей сразу, по достижении промытости горизонта, необходимого для получения нормальных всходов, с последующей допромывкой нижележащих горизонтов;

- отсутствие необходимости восстановления проектной поверхности поля после промывки;

- возможность высокой степени механизации труда с использованием комплекта механизмов, применяемых в хозяйствах хлопково-люцернового направления.

Способ полива по бороздам при промывках может быть эффективно использован практически в любых природных условиях.

В последнее время все шире в производство внедряется полив дождеванием. Возможность применения этого способа для промывки засоленных земель специально не проверялась, но имеющиеся литературные источники позволяют считать его наиболее эффективным с точки зрения использования промывной воды и свободной емкости зоны аэрации почвогрунтов, равномерности опреснения по площади и возможности строгого нормирования водоподачи. Однако при проектировании орошения дождеванием следует учитывать склонность некоторых почв к образованию корки на поверхности.

Выбор способа промывки зависит от конкретной природной обстановки, хозяйственного задания и реальных возможностей строительной организации. В нижеприведенной таблице указаны условия предпочтительного применения способов полива при промывке.

Применение различных способов полива при промывке засоленных земель

№ п/п	Определяющий фактор	Способ полива при промывке			
		затоплением чеков	напуском по полосам	по бороздам	дождеванием
I	Профиль засоления:				
	солончаковый	+	В	Н	+
	близкосолончаковатый	+	+	В	+
	солончаковатый	+	+	+	+
	глубокосолончаковатый	+	+	+	+
2	Уклоны поверхности:				
	более 0,0I	В	В		
	0,0I-0,005	В	+	+	+
	менее 0,005	+	+	+	+
3	Водопроницаемость почв, м/сут:				
	свыше I	Н	Н	В	+
	I-0,7	Н	В	+	+
	0,6-0,5	+	+	+	+
	0,4-0,3	+	+	+	В
	0,2-0,I	+	+	+	Н
4	Проектируемый способ полива в эксплуатационный период:				
	затоплением чеков	+	В	В	В
	напуском по полосам	В	+	+	+
	по бороздам	В	+	+	+
	дождеванием	В	В	В	+

ПРИМЕЧАНИЕ: Знаком + отмечен рекомендуемый предпочтительный способ полива при промывке, буквой В- возможный способ полива, буквой Н отмечены случаи невозможности применения способа полива.

Выбор времени промывки тесным образом связан с климатическими и почвенно-мелиоративными особенностями территории и во многом зависит от хозяйственных факторов.

Наиболее благоприятным для промывок периодом, характеризующимся самым глубоким залеганием уровня грунтовых вод, в условиях аридного климата является осенний (сентябрь-ноябрь). В это время почвы прогреты на максимальную глубину, чем обеспечиваются наилучшие условия для вымывания сульфатов [6]. Растворимость последних резко снижается с понижением температуры, что имеет существенное значение при промывках сульфатно- и хлоридно-сульфатнозасоленных почв, характерных для многих объектов орошения в Средней Азии.

Период с момента окончания промывки до весенних полевых работ характеризуется наименьшей испаряемостью. Повышенная влажность почв создает благоприятные условия для допромывки их атмосферными осадками.

Промывные поливы в зимние месяцы, в силу периодического резкого снижения температуры, как регулярные планироваться не могут. Однако, судя по многолетним данным, с декабря по февраль среднемесячные температуры остаются положительными, что позволяет проводить промывки в период оттепелей, в теплое время суток, причем образование льда на поверхности земли способствует равномерности и эффективности опреснения почвы.

В весенний период промывки могут осуществляться вплоть до окончания заморозков. Желательно прекращать их за 2-4 недели до расчетного срока сева с тем, чтобы почва "поспела" для механизированной обработки и посева.

При выборе времени промывки следует решить вопрос о возможных сроках введения промытых земель в севооборот. По имеющимся данным наблюдений за реставрацией засоления, перерыв во времени между промывкой и посевом культур-освоителей не должен превышать половины межполивного периода (для соответствующего месяца). Так, при окончании промывок зимой и ранней весной срок посева - не позднее времени наступления оптимальных метеорологических условий. В случае летних промывок недопустимо оставлять поле незасеянным более двух недель.

При завершении промывок в осенне-зимний период, в зависимости от глубины опреснения почвы, культурами-освоителями мо-

гут быть:

- культуры хлопково-люцернового комплекса севооборотной площади эксплуатационного периода (при опреснении почвы на полную проектную глубину);

- культуры хлопково-люцернового комплекса освоительного периода (при опреснении слоя почвы от 0,5 до I м);

- культуры мелиоративного периода: озимый ячмень, подсолнечник, травосмеси, веничное сорго и др. (при опреснении слоя почвы 0,3-0,5 м).

Посев риса допускается только в случаях выполнения полного комплекса профилактических мероприятий по специальному проекту.

При возделывании культур-освоителей рекомендуется поддерживать промывной режим орошения с увеличением оросительной нормы на 20-30% и внесением повышенных доз удобрений.

Литература

I. Ворунцян Э.С. Форсированная промывка на базе постоянных и временных глубоких дрен с целью быстрого необратимого рассоления засоленных земель. - В сб.: "Борьба с засолением орошаемых земель". М., "Колос", I967.

2. Морозов Н.Л., Иванов В.Ф. Орошение на базе подземных вод. М., "Колос", I968.

3. Минашина Н.Г., Игнатова В.П. Формы гипса и расчет предела рассоления гипсоносных почв промывкой. -"Почвоведение", I971, № 6.

4. Ковда В.А. Незаменимость почвенного покрова в природе. - В сб.: "Земельные ресурсы мира, их использование и охрана". М., "Наука", I978.

5. Мясищев С.И. Техника промывки засоленных земель по крупным чекам. - "Гидротехника и мелиорация", I968, № 3.

6. Левковский А.К. Эффективность летней и зимней промывки засоленных земель. - "Гидротехника и мелиорация", I966, № 5.

УДК 631.43:626.84:633.511

Т.А.Трунова, руковод. группы
Г.Г.Волкова, инж.
(Средазгипроводхлопок)

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ПОЧВ ЛЕГКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА

Почвы легкого механического состава занимают большие площади в Центральной Фергане, Голодной степи, низовьях Сырдарьи и на Кызылкумском массиве, а их свойства, режим орошения и приемы освоения изучены недостаточно полно.

Учитывая актуальную потребность таких данных для определения общего водопотребления и размера оросительных норм, а также для расчета параметров дренажа, нами в течение трех лет (1976, 1978 и 1979) проводились полевые исследования на опытно-производственном участке в совхозе № 14а, расположенном на границе Голодной степи и пустыни Кызылкум.

Освоение исследуемых земель началось в 1975 г. Способ орошения - поверхностный, по бороздам.

В геоморфологическом отношении территория предстаблена выположенными равнинами периферии шлейфов древних конусов выноса с наложенным вторичным рельефом эоловых аккумуляций.

По гидрогеологическим условиям участок относится к почвенно-мелиоративной области "в" - затрудненного внешнего притока и оттока грунтовых вод, с неустойчивой глубиной их залегания и режимом, зависящим от местных условий. В первый год исследований грунтовые воды залегали глубже 10 м, были очень сильноминерализованными (20-30 г/л), имели сульфатно-хлоридный характер засоления.

Соседство с пустыней определяет основные условия почвообразования, связанные с интенсивным развитием эоловых аккумуляций супесей и песков, являющихся на рассматриваемой территории почвообразующими породами. Для характеристики условий образования песчаных и супесчаных почв могут служить материалы,

систематизированные в работах А.Н.Розанова [I] , Н.А.Димо [2], Н.В.Кимберга [3] , Е.В.Лобовой [4] и др.

Верхний I70-сантиметровый слой почвы исследуемого участка представлен эоловыми песками и супесями. По данным анализа механического состава, в песчаных и супесчаных горизонтах преобладающей фракцией является мелкий песок (0,I0-0,05), по сравнению с породой заметно обогащение крупной пылью, ила мало (4-6%).

Механический состав определяет основные водно-физические свойства почв: водоудерживающую способность, водопроницаемость, капиллярные свойства и т.д. Значения основных показателей водно-физических свойств почв опытно-производственного участка предоставлены в табл.I.

Таблица I

Основные показатели водно-физических свойств почв опытно-производственного участка (I976 г.)

Горизонт, см	Удельная масса, г/см^3	Объемная масса, г/см^3	Общая пороз-ность, % от объема	Предельная полевая влаго-емкость, % от объема	Максимальная молекулярная влагоемкость, % от объема	Механический состав $\Sigma<0,01$, %	Гипс, %
0-20	2,67	I,47	44,9	I8,6	9,6	5,6	0,I72
20-40	2,67	I,47	44,9	I7,5	I0,8	7,2	0,II8
40-70	2,66	I,38	48,I	I9,2	I0,6	I2,4	0,I75
70-I00	2,67	I,40	47,5	I8,I	I4,7	I2,4	0,077
I00-I20	2,67	I,4I	47,I	22,4	I4,8	I2,4	0,077
I20-I50	2,68	I,35	49,6	2I,4	I4,6	I5,6	0,073
I50-I70	2,68	I,35	49,6	22	I3,6	I5,6	0,073
I70-I90	2,64	I,35	48,8	33,4	24,2	48	II,95I
I90-200	2,67	I,3I	50,9	25,7	I7,3	I6,8	2,343
200-225	2,68	I,46	45,5	22	I0,2	5,2	I,780
225-250	2,68	I,46	45,5	22,2	I0,2	5,2	I,780
250-275	2,67	I,44	46	I8	I2,5	I2,8	0,845
275-300	2,67	I,44	46	I7,6	I3,5	I2,8	0,845

Приведенный в табл. I материал показывает, что исследуемые почвы отличаются довольно высокой объемной массой песчаных горизонтов - I,4-I,47 г/см^3. Уменьшение ее значений до I,3I-I,35 наблюдается в супесчаных карбонатных и слабогипсированных суглинистых горизонтах. Легкий механический состав обусловливает низкие значения предельной полевой и максимальной молекулярной влагоемкости. В первый год исследований (I976) установившееся значение водопроницаемости составило 65 мм/ч.

Под влиянием орошения водно-физические свойства почв изменяются: увеличивается объемная масса, снижаются порозность и водопроницаемость. В табл. 2 представлены основные значения показателей водно-физических свойств метрового слоя почвы на опытно-производственном участке по годам исследований.

Таблица 2

Основные показатели водно-физических свойств почв по годам исследования

Год	Удельная масса, г/см^3	Объемная масса, г/см^3	Общая порозность,% от объема	Предельная полевая влагоемкость, % от объема	Водопроницаемость, мм/ч
I976	2,67	I,42	47	I8,4	65
I978	2,67	I,43	46	I7,8	58
I979	2,67	I,44	46	I7,8	42

Эти данные свидетельствуют о том, что под влиянием орошения существенные изменения претерпела водопроницаемость - комплексный показатель водно-физических свойств почвы: она уменьшилась с 65 мм/ч во второй год освоения до 42 мм/ч в пятый.

Высокие значения водопроницаемости требуют особых условий проведения поверхностного орошения для предупреждения чрезмерного просачивания поливной воды вглубь.

Исследуемые почвы бедны питательными элементами. Содержание гумуса в них меньше 0,5%, азота - 0,25-0,46%. Количество валового фосфора в метровой толще колеблется в пределах 0,05-0,06%, подвижного - 2-8 мг/кг.

По общему содержанию водорастворимых солей эти почвы относятся к незасоленным.

Важнейшими звеньями в системе мероприятий по интенсификации сельскохозяйственного производства Средней Азии в настоящее время являются улучшение состояния и повышение плодородия земель. В решении этих задач ведущая роль принадлежит режиму орошения сельскохозяйственных культур, его оптимизации.

Проанализируем формирование водного режима в производственных условиях с целью разработки конкретных рекомендаций по размеру поливных и оросительных норм, а также подъему уровня грунтовых вод при поливе.

В первый год исследований на опытно-производственном участке проведено два полива с интервалом в 45 дней. Первый был дан с опозданием почти на месяц против оптимального для данных условий срока.

Влажность метрового слоя как перед первым поливом, так и перед вторым опускалась значительно ниже значений оптимума. В результате чрезмерного иссушения создавались условия, неблагоприятные для роста и развития хлопчатника, особенно в период плодообразования: отмечалось опадение бутонов, цветов и завязей, растения выглядели угнетенными. Урожайность составила 13 ц/га.

Размер поливной нормы при глубоком залегании грунтовых вод определялся из разности запасов влаги до и после полива по формуле:

$$m = 100 \cdot h \cdot V (B_1 - B_0),$$

где m - поливная норма, $м^3/га$;
h - мощность расчетного (увлажненного) слоя, м;
V - объемная масса, $г/см^3$;
B_1 - влажность расчетного слоя сразу после полива, % от массы;
B_0 - влажность расчетного слоя перед поливом, % от массы.

Фактические значения поливных норм по точкам в I976 г. представлены в табл. 3.

Таблица 3

Фактические значения поливных норм по точкам (I976 г.)

Номер точки	Первый полив (24-25 июня)		Второй полив (8-9 августа)	
	расчетный слой, см	поливная норма, $м^3/га$	расчетный слой, см	поливная норма, $м^3/га$
I	250	2534	300	6324
2	300	2620	300	5648
3	I00	I085	I50	2I24
4	300	4229	300	47I7
5	300	5207	300	3684
6	200	I748	300	4754
Среднее по полю		2904		454I
Оросительная норма, средняя по полю				7445

Из приведенных в табл. 3 данных видно, что применявшаяся техника полива не обеспечила равномерного увлажнения почвы: глубина промачивания составляла в большинстве случаев три и более метров. Высокие поливные нормы вызваны как-чрезмерным иссушением почвы перед поливами, так и большой мощностью увлажненного горизонта.

Расход влаги на испарение и транспирацию наблюдался до глубины двух метров. Влага же, просочившаяся в нижележащие горизонты, непроизводительно терялась, пополняя грунтовые воды.

В результате такого режима орошения уровень грунтовой воды в течение двух лет (с I976 до весны I978) поднялся с I0 до 2,5 м, минерализация снизилась до 5 г/л.

Во второй год исследований (I978), так же как и в первый, было проведено два полива с интервалом в 46 дней: первый - I8-I9 мая, второй - 2-3 июля.

Размер поливной нормы при близком залегании грунтовых вод определялся по формуле

$$m = 100h \cdot V(B_1 - B_0) + q,$$

где q – пополнение грунтовых вод, м^3/га.

Значение q устанавливалось по соотношению

$$q = (П - ЗВ - B_0') \cdot \Delta h,$$

где $П$ – общая порозность повышения уровня грунтовой воды на величину Δh ;

$ЗВ$ – защемленный воздух;

B_0' – влажность того же горизонта перед поливом.

К началу оросительного периода влажность полуметрового слоя составляла 14%, метрового – 13,2% от объема (80% от ППВ).

Результаты изучения влажности почвогрунтов показывают, что первый полив был проведен преждевременно. Прохладная весна с обильными осадками позволяла отодвинуть начало оросительного периода на изучаемых почвах на 10–15 дней.

Распределение поливной воды по полю во второй год исследований осуществлялось более равномерно, чем в первый, поэтому все показатели представлены как средние по полю.

Поливная норма при первом поливе составила 2190 м^3/га. На пополнение грунтовых вод ушло 400 м^3/га, в результате чего их уровень поднялся с 2,5 до 2,15 м.

Второй полив был проведен еще большей нормой – 4060 м^3/га, из которых 1910 м^3/га ушло на пополнение грунтовых вод. Уровень воды при этом поднялся с 2,65 до 1,2 м.

Перед вторым поливом имел место расход собственно грунтовых вод в зону аэрации в размере 300 м^3/га.

Оросительная норма на опытно-производственном участке с учетом испарения при поливе составила 6500 м^3/га.

Расчет суммарного испарения в межполивной период осуществлялся по уравнению

$$E = B_0 + O - B_1 + q',$$

где E – суммарное испарение, м^3/га;

B_0 – влагозапасы в почве в начале расчетного периода, м^3/га;

O – осадки, м^3/га;

B_1 – влагозапасы в почве в конце расчетного периода, м^3/га;

q' – подпитывание грунтовыми водами, м^3/га.

При этом

$$q' = (П - ЗВ - B_0'') \cdot \Delta h - Q ,$$

где $П$ – общая порозность горизонта снижения воды на Δh ;

$ЗВ$ – защемленный воздух;

B_0'' – влажность почвогрунтов после сработки УГВ;

Q – дренажный сток, м^3/га.

Фактические значения суммарного испарения, дренажного стока и подпитывания грунтовыми водами представлены в табл. 4.

Таблица 4

Расход почвенной влаги за оросительный период в I978 г.

Номер полива	Разность влагозапасов, м^3/га	Осадки, м^3/га	Дренажный сток, м^3/га	Подпитывание, м^3/га	Суммарное испарение, м^3/га
I	2I85	500	390	3I5	3000
II	2260	I0	480	I420	3690
За оросительный период					6690

Во второй половине третьей декады августа влажность почвогрунтов приблизилась к нижнему пределу оптимального увлажнения. До наступления фазы массового созревания хлопчатника необходимо было провести еще один полив: в результате иссушения корнеобитаемого слоя отмечалось подсыхание листьев и опадение цветов. Но полив не был проведен.

Урожайность хлопчатника при густоте стояния I80 тыс./га составила 27 ц/га.

По результатам солевой съемки осенью I978 г., существенного изменения содержания солей не отмечалось.

Весна I979 г. - третьего года исследований - характеризовалась пониженным температурным режимом и повышенным естественным увлажнением. В связи со сложившимися метеорологическими условиями первый полив провели на I7 дней позже, чем предусмотрено проектом, без ущерба для растений. Всего на участке, так же как и в предыдущие годы, проведено два полива: первый - 7-9 июня, второй - I2-I4 июля.

Уровень грунтовой воды к моменту первого полива был на 50 см выше проектного и находился на глубине 2 м. Минерализация ее слабая, сульфатно-хлоридного характера засоления. Дренаж в течение всего вегетационного периода не работал, и поэтому вся вода, пополнившая грунтовые воды при поливе, расходовалась только на суммарное испарение.

Фактические значения влажности почвы до и после полива, уровня грунтовых вод и поливных норм по точкам представлены в табл. 5.

Таблица 5

Фактические значения влажности почвы, уровня грунтовых вод и поливных норм по точкам в I979 г.

Номер точки	Расчетный слой до УГВ, м	Влажность расчетного слоя, % от объема		УГВ, м		Δh м	Поливная норма, $м^3/га$		
		до полива	после полива	до полива	после полива		без учета пополнения грунтовых вод	q	m
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
				Первый полив					
I	I,75	I8,4	26,7	2	I,75	0,25	I452	252	I704
2	I,25	I5,4	2I,7	2	I,25	0,75	787	585	I372
3	I,25	I6	24,9	2	I,25	0,75	III2	585	I697
4	I,25	I5,4	28,5	2	I,25	0,75	I637	577	22I4
5	I,25	I5,5	23,8	2	I,25	0,75	I037	585	I622
6	I,25	I5,4	28,8	2	I,25	0,75	I677	585	2262
Среднее по полю									I8II

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
			Второй полив						
I	I,25	II,9	26,7	2	I,25	0,75	I850	570	2420
2	I.	I2,3	30,6	2	I.	I.	I830	980	28I0
3	I,25	9,7	28,5	2	I,25	0,75	2350	I027	3377
4	I,75	I9,6	3I,4	2	I,75	0,25	2065	I57	2222
5	I	I2,3	29,9	2.	I	I	I760	8I0	3380
6	I	I6,9	29,9	I,75	I	0,75	I300	705	2005
	Среднее по полю								2702
	Оросительная норма, средняя по полю								45I3

Полученные данные свидетельствуют о том, что в результате первого полива уровень грунтовых вод почти повсеместно поднялся до глубины I,25 м. Поливная норма по точкам изменялась в диапазоне I500–2400 м^3/га. Перед вторым поливом УГВ снова опустился до первоначальной отметки – 2 м. Вся вода, пополнившая грунтовые воды, пошла на испарение и транспирацию: в смотровых колодцах стояла вода, а стока не было, потому что не работал дренаж.

Влажность метрового слоя почвы перед вторым поливом приблизилась к значению нижнего предела оптимума. Влажность нижележащих горизонтов оставалась высокой из-за близкого стояния грунтовых вод.

Поливная норма при проведении второго полива изменялась от 2I00 до 3500 м^3/га. После полива уровень грунтовых вод поднялся до I–I,25 м.

К середине августа, в фазу массового плодообразования, метровый слой почвы иссушился до максимальной молекулярной влагоемкости, что требовало проведения еще одного полива. К концу августа имел место расход собственно грунтовой воды в зону аэрации. Минерализация грунтовой воды к концу вегетационного периода повысилась до средней: содержание плотного остатка составило 5–6 г/л.

Фактические значения суммарного испарения по точкам за оросительный период I979 г. представлены в табл. 6.

Таблица 6

Фактические значения суммарного испарения по точкам за оросительный период 1979 г.

Номер точки	Расчетный слой до УГВ, м	Влажность расчетного слоя, % от объема		Понижение УГВ, м Δh	Суммарное испарение, $м^3/га$		
		после полива	в конце межполивного периода		без учета q'	q'	E
		Первый полив					
I	I,75	26,7	I7,9	0,25	I540	I55	I695
2	I,25	2I,7	I5	0,75	837	592	I429
3	I,25	24,9	9,7	0,75	I900	I027	2927
4	I,25	28,5	I4,2	0,75	I787	577	2364
5	I,25	23,8	I6,5	0,75	9I2	6I5	I527
6	I,25	28,8	I9,6	0,50	II50	435	I585
	Среднее по полю						I948
		Второй полив					
I	I,25	26,7	8,8	I,25	2237	2000	4237
2	I.	30,6	II,I	0,75	I950	600	2550
3	I,25	28,5	II,I	0,75	2I75	600	2775
4	I,75	3I,4	I6,9	0,25	2537	50	2587
5	I	29,9	I5,I	0,75	I450	600	2050
6	I	29,9	I3,3	0,75	I600	870	2470
	Среднее по полю						2778

Среднее по полю суммарное испарение за оросительный период составило 4700 $м^3$/га. Оно, как свидетельствуют результаты исследований, несколько превышало водоподачу на поле, в результате чего при близком стоянии среднеминерализованных грунтовых вод содержание катиона *Na* в метровом слое почвы увеличилось с 0,20 весной до 0,72 мг/экв на I00 г почвы осенью.

Урожайность хлопчатника в среднем по полю составила 20 ц/га.

Сложившийся в производственных условиях режим орошения почв легкого механического состава на территории Голодной степи отличается от проектных рекомендаций: значительно возросли поливные нормы (до 2,5-3 тыс.м^3/га) и уменьшилось число поливов. Большие поливные нормы существенно повышают уровень грунтовых вод, вызывают потери почвенной влаги и постепенное накопление солей в зоне аэрации, не обеспечивают оптимального увлажнения почвы в течение всего вегетационного периода.

Систематическое применение подобного приема ведения орошаемого земледелия влечет за собой снижение и без того невысокого природного плодородия почвы, ухудшение физических, агрохимических и агробиологических ее свойств.

Как отмечалось выше, почвы легкого механического состава, с присущими им водно-физическими свойствами, в первую очередь с высокой водопроницаемостью, требуют специального подбора элементов техники полива, направленного на уменьшение непроизводительных потерь.

Учитывая результаты полевых исследований, водно-физические свойства изучаемых почв и закономерности передвижения почвенной влаги, установим размер поливной нормы для почв легкого механического состава.

Нижний предел оптимального увлажнения метровой толщи для рассматриваемых почв принимается равным 0,6 от предельной полевой влагоемкости (ППВ). Сразу после полива в верхних горизонтах удерживается некоторое количество влаги сверх ППВ. По данным В.Р.Шредера, ее величина составляет 3-5% от объема. Нами в расчет принимается 3% от объема. Таким образом, метровая толща почвы вмещает m = (17,8+3-10,7).100=1010 м^3/га воды.

В результате анализа расхода почвенной влаги по профилю нами установлено, что за период, когда влажность метрового слоя почвы иссушается до величины, равной 0,6 от предельной полевой влагоемкости, около 25% влаги от общего количества расходуется на суммарное испарение из горизонтов, расположенных ниже метрового слоя, что составляет примерно 300 м^3/га.

Следовательно, количество воды, которое может замещаться при очередном поливе (поливная норма нетто), равно:

$$m = 1010+300=1310 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Для поддержания оптимального солевого режима поливная норма нетто должна быть увеличена на коэффициент интенсивности дренирования. Согласно рекомендациям отдела исследований дренажа института "Средазгипроводхлопок", для рассматриваемых почв он равен I,I5.

Таким образом, в условиях работы дренажа поливная норма для супесчаных почв равна приблизительно I500 $м^3$/га без учета испарения воды при поливе.

Поливная вода, обеспечивающая оптимальный солевой режим,- дренажный сток-стекает вниз, пополняя грунтовые воды. В данном случае запасы грунтовых вод пополняются на 200 $м^3$/га.

Изменение уровня грунтовых вод определяется по формуле С.И.Харченко: $\Delta h = \frac{\Delta U_{гр}}{\mu}$, где $\Delta U_{гр}$ - изменение запасов грунтовых вод, μ - величина водоотдачи, которая представляет собой разность между полной и наименьшей влагоемкостью в зоне колебания уровня грунтовых вод. По данным наших исследований, она равна 0,I0 (в относительных величинах).

Таким образом, $\Delta h = \frac{0{,}020\ м}{0{,}I0} = 0{,}20\ м = 20\ см.$

Предлагаемый размер поливной нормы обеспечит оптимальное увлажнение супесчаных почв, незначительный подъем уровня грунтовых вод и благоприятный солевой режим.

Размер же оросительной нормы зависит от климатических факторов, определяющих интенсивность расходования почвенной влаги. Так, на аналогичных почвах на границе основной территории Голодной степи и пустыни Кызылкум, в зависимости от складывающихся метеорологических условий, необходимо проведение четырех-пяти поливов оросительной нормой 6-7 тыс.$м^3$/га.

Литература

I. Розанов А.Н. Сероземы Средней Азии. М., изд-во АНСССР, I957.

2. Димо Н.А. Почвенно-ботанические экспедиции весной I925 г. в юго-восточной части Туркестана. - "Изв. Института почвоведения и геоботаники СаГУ", вып. I. Ташкент, I925.

3. Кимберг Н.В. Почвы пустынной зоны Узбекистана. Ташкент, "Фан", 1974.

4. Лобова Е.В. Почвы пустынной зоны СССР. М., изд-во АНСССР, 1960.

5. Шредер В.Р. О поливной норме. - "Хлопководство", 1963, № 2.

6. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Л., Гидрометеоиздат, 1975.

УДК 626.87:631.445.52

В.И.Калюжный, руковод. группы
(Средазгипроводхлопок)

ОПЫТ ОСВОЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЗ КАПИТАЛЬНЫХ ПРОМЫВОК НА ФОНЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

В совхозе № 5 новой зоны Голодной степи проведены исследования по освоению сильно- и среднезасоленных земель без предварительной промывки на фоне горизонтального дренажа.

На производственном участке площадью 60 га с оросителем 5-У-10 работали три горизонтальные дрены, расположенные в 200-250 м друг от друга. Расходы по дренам составляли в среднем 0,22-0,5 л/с, минерализация дренажного стока - 8,76-12,91 г/л, содержание хлор-иона - 1,1-1,74 г/л.

Почвы участка сероземно-луговые, среднесуглинистые, с присутствием на различной глубине легкорастворимых солей, карбонатов, гипса. Характерная их особенность - сильная гипсированность. Горизонт максимального скопления гипса 45-85 см. Коэффициент фильтрации пород 0,05 м/сут. Плотный остаток в водной вытяжке метровой толщи 1,807% от веса почвы. Содержание хлора в метровой толще колеблется от 0,031 до 0,136%.

Наблюдения за изменением содержания солей и уровнем грунтовых вод проводились на 27 динамических точках. Иссле-

дованиями 1974-1976 гг. установлено, что минерализация грунтовых вод составляла 26-46 г/л при глубине залегания уровня 100-350 см (рис.1). Наблюдения показали, что режим грунтовых вод зависит от режима водоподачи при вегетационных поливах.

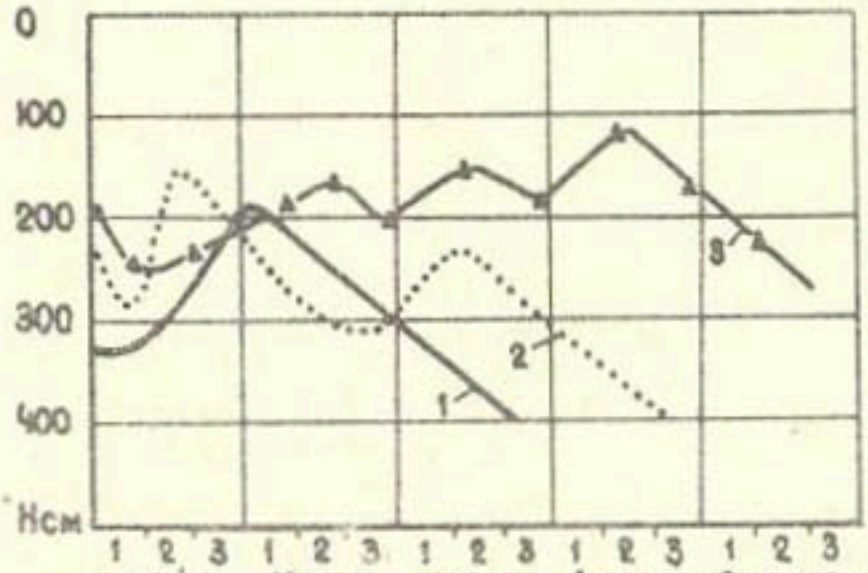


Рис.1. Уровень грунтовых вод на опытном участке голодностепского хлопсовхоза № 5 в вегетационный период: 1 - 1974 г.; 2 - 1975 г.; 3 - 1976 г.

Подъем уровня грунтовых вод совпадает с подачей воды на орошение, спад - с прекращением вегетационных поливов. В 1974-1975 гг. сильное сокращение водоподачи в июне-июле и почти полное прекращение в августе привело к резкому снижению уровня грунтовых вод до 300-350 см, что по сравнению с годами средней водообеспеченности ниже на 50 см.

Наибольший подъем уровня грунтовых вод (100-120 см от поверхности) отмечен в 1976 г. Однако после прекращения вегетационных поливов уровень во всех скважинах снизился до 280-300 см.

В первый год освоения проведена вспашка на глубину 26-30 см. Внесены фосфорные удобрения - 700 кг/га. Посеяны люцерна с ячменем. Проведен один вегетационный полив - с 27 мая по 3 июня, нормой в среднем 1000 $м^3$/га.

Во второй год освоения проведены два вегетационных полива: первый- с 13 по 18 мая, нормой в среднем 1100 $м^3$/га; второй - с 14 по 16 июля, нормой в среднем 900 $м^3$/га.

Ввиду маловодья в эти годы запасы токсичных солей оставались на исходном уровне - 250 т/га; содержание хлора в мет-

ровом слое почвы в среднем составляло 6-7 т/га, что и привело к снижению урожайности возделываемых культур.

Осенью 1975 г. люцерник был распахан, нарезаны полосы и проведен влагозарядковый полив нормой около 3000 м^3/га. В результате этих мероприятий к весне 1976 г. запасы токсичных солей уменьшились по всей толще почвогрунта. Особенно заметно опреснился слой 0-100 см.

На третий год освоения после распашки люцерника были посеяны хлопчатник, кукуруза, подсолнечник. Проведено три полива: первый - с 21 по 26 июня, нормой около 3000 м^3/га; второй - с 6 по 10 июля, нормой около 3000 м^3/га; третий - с 25 июля по 5 августа, нормой около 3000 м^3/га. Всего за вегетационный период было подано около 9000 м^3/га.

Сведения об исходных запасах хлора и натрия, их изменении в процессе вегетации приведены на рис. 2.

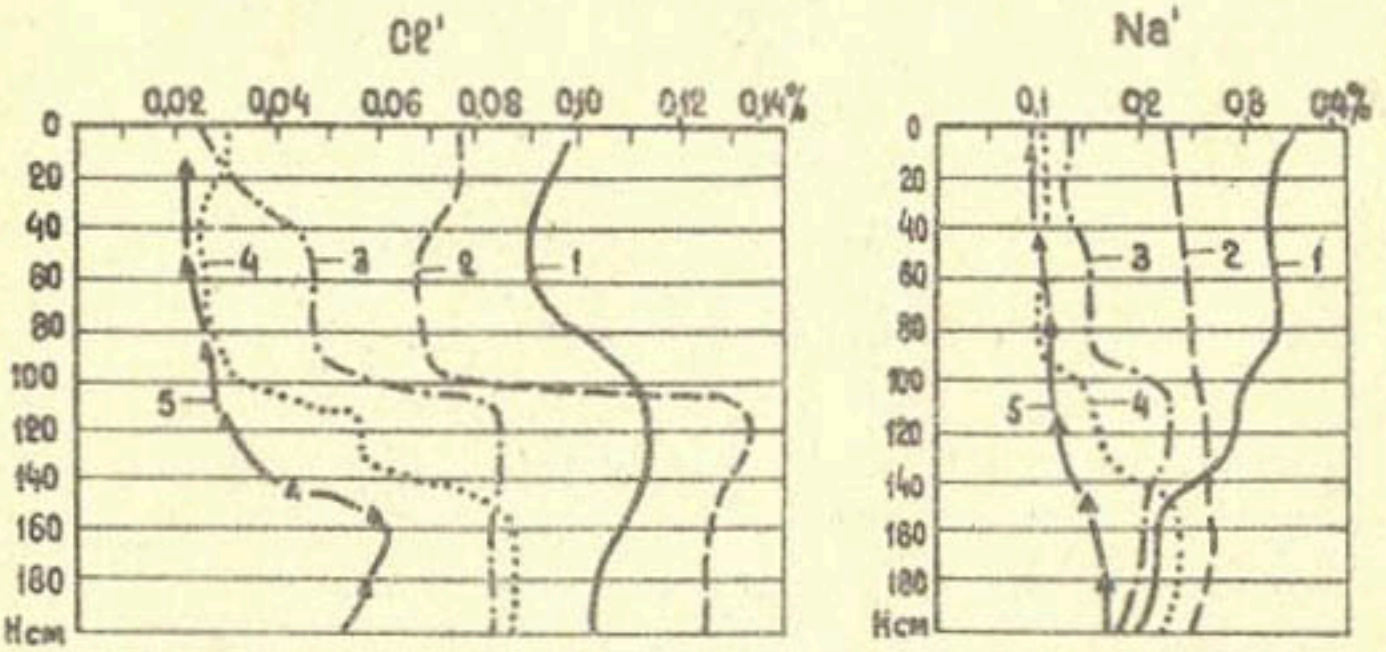


Рис.2. Содержание хлора и натрия (%) в почвогрунтах на опытном участке в хлопсовхозе № 5 Голодной степи:
1 - исходное содержание (осень 1974-1975 гг.);
2 - после влагозарядки (весна 1976 г.);
3 - после 1-го полива (1976 г.);
4 - после 2-го полива (1976 г.);
5 - после 3-го полива (1976 г.).

Результаты солевой съемки показали, что этим количеством воды опресняется почти двухметровая толща и только на глубине 100-200 см наблюдается скопление хлора, вымытого из лежащих выше горизонтов.

Из-за дефектов планировки на повышенных участках прибавка влаги в трехметровой толще при поливах составила 5000 м^3/га. Здесь опреснился только верхний 70-сантиметровый слой почвогрунта. Нижележащие горизонты опреснились недостаточно.

В конце вегетационного периода в метровой толще почвогрунта, по результатам солевой съемки, осталось I80 т/га солей, в том числе хлора - до I т/га.

Наблюдения показали, что промывной эффект при оросительной норме 8000-9000 м^3/га на сильно- и среднезасоленных землях при трех-четырех поливах сохраняется в течение всего года.

Исследования позволили установить возможность сельскохозяйственного освоения сильно- и среднезасоленных земель при применении промывного режима орошения без предварительных промывок.

УДК 532.546:631.6

Ф.В.Серебренников, канд. техн. наук, нач. отд.
(Средазгипроводхлопок)

РАСЧЕТ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗ ЧЕКА ПРИ ПРОМЫВКЕ НА ФОНЕ ДРЕНАЖА

Одним из основных недостатков промывки сплошным затоплением является существенная неравномерность распределения промывной нормы по ширине междренья. Чтобы добиться по возможности равномерного опреснения расчетного слоя почвы, используют различные приемы: устройство чеков, заложение дополнительного дренажа, последовательная подача воды в цепочки чеков от середины междренья в сторону дрены, или способ "полосовой" промывки. Последний считается наиболее эффективным, с точки зрения выравнивания входных скоростей фильтрации на поверхности промываемого участка, а следовательно, обеспечивающим достаточно равномерное опреснение расчетного слоя независимо от размещения

участка на междренье. Представляется интересным проверить бытующее мнение об эффективности "полосовой" промывки с позиций теории фильтрации. С этой целью рассмотрим фильтрационную задачу, характерной особенностью которой является наличие на междренье произвольно расположенного линейного контура питания, имитирующего "полосу" под промывкой.

Чтобы получить наиболее простые расчетные формулы, ограничимся рассмотрением случая притока в одиночную дрену, расположенную над водоупором. Воспользуемся методом конформных отображений, разработанным Н.Н.Павловским [I] . Учитывая симметрию, рассмотрим область фильтрации $Z = x + iy$, показанную на рис. I,а. Отметим, что в точке 2 расположен сток интенсивностью q_z, составляющий половину общего притока воды в дрену. На горизонтальной оси x области фильтрации произвольно расположен контур питания - чек, границы которого отстоят от начала координат на расстоянии l_1 и l_2. Область приведенного комплексного потенциала $\omega_z = \varphi_z + i\psi_z$ представлена на рис. I,б. В дальнейшем для краткости индекс z условимся опускать. Вспомогательные полуплоскости ζ и ζ' показаны на рис I,в и I,г. Рис. I дает полное представление о принятом соответствии контурных точек.

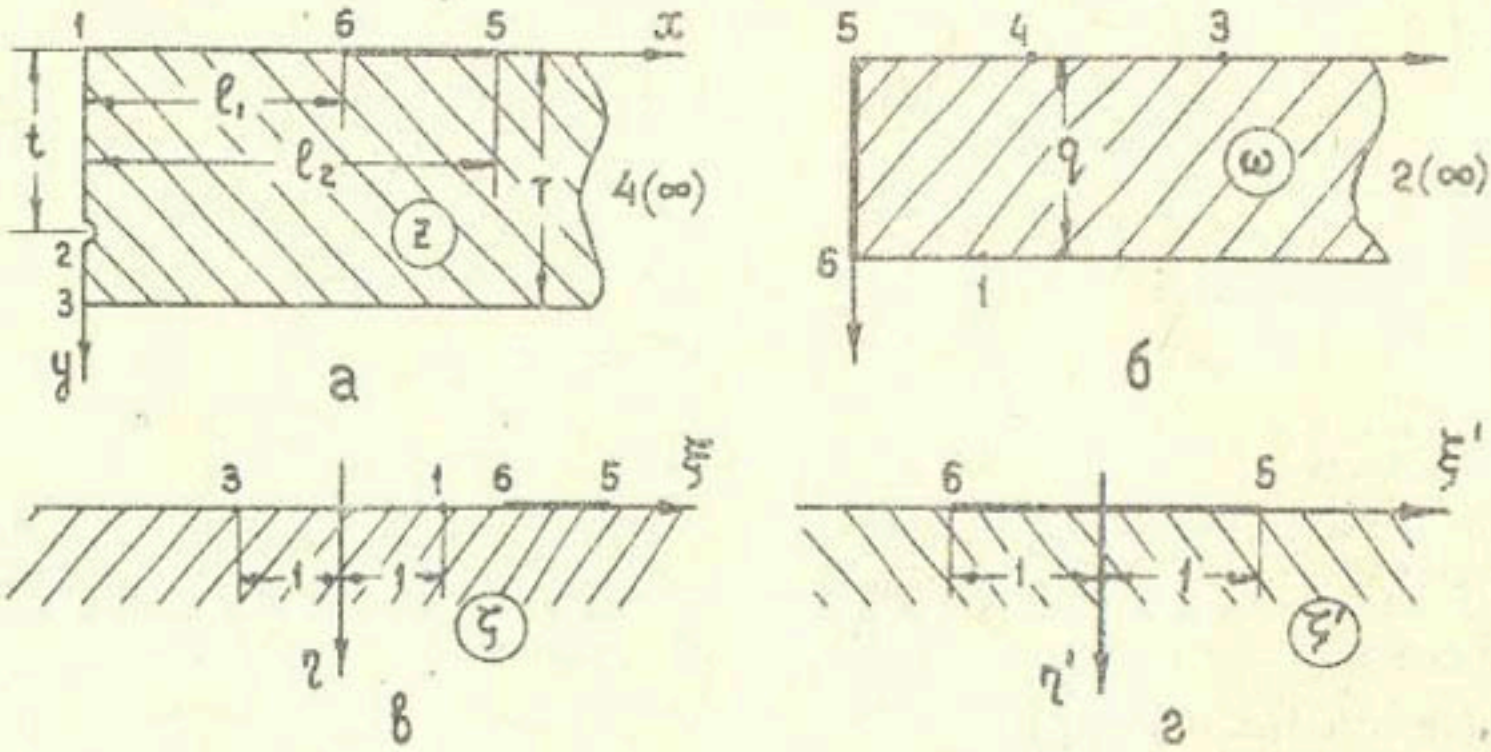


Рис.I. Расчетная схема решения фильтрационной задачи

Отображая вспомогательные полуплоскости ζ и ζ' соответственно на области Z и ω, получаем

$$\zeta = ch\frac{\pi Z}{T}; \quad \zeta' = ch\frac{\pi\omega}{T}. \qquad (I)$$

Выполнив далее дробно-линейное преобразование, переводящее точки $\zeta_2=\cos\frac{\pi t}{T}$, $\zeta_5=ch\frac{\pi l_2}{T}$, $\zeta_6=ch\frac{\pi l_1}{T}$ соответственно в точки $\zeta_2'=\infty$, $\zeta_5'=1$, $\zeta_6'=-1$, получаем общее решение задачи

$$\omega=\frac{q}{\pi}Arch\frac{\alpha ch\frac{\pi z}{T}+\beta}{\gamma\left(\zeta-\cos\frac{\pi t}{T}\right)}, \qquad (2)$$

где $$\alpha=1+\frac{ch\frac{\pi l_1}{T}}{ch\frac{\pi l_2}{T}}-\frac{2\cos\frac{\pi t}{T}}{ch\frac{\pi l_2}{T}}; \qquad (3)$$

$$\beta=\cos\frac{\pi t}{T}\left(1+\frac{ch\frac{\pi l_1}{T}}{ch\frac{\pi l_2}{T}}\right)-2ch\frac{\pi l_1}{T}; \qquad (4)$$

$$\gamma=1-\frac{ch\frac{\pi l_1}{T}}{ch\frac{\pi l_2}{T}}. \qquad (5)$$

Заметим, что в формуле (2) фигурирует приведенный расход q. Чтобы перейти к фактическому расходу, приведенное значение следует умножить на коэффициент фильтрации.

Найдем далее выражения для важнейших фильтрационных характеристик: комплексной скорости фильтрации V_x-iV_y и расхода $Q=2q$, притекающего в дрену. В первом случае, дифференцируя функцию (2) по переменной z, получаем следующую зависимость для комплексной скорости:

$$V_x-iV_y=i\frac{Q}{2T}\frac{(\alpha\cos\frac{\pi t}{T}+\beta)\,sh\frac{\pi z}{T}}{(ch\frac{\pi z}{T}-\cos\frac{\pi t}{T})\sqrt{\gamma^2(ch\frac{\pi z}{T}-\cos\frac{\pi t}{T})^2-(\alpha ch\frac{\pi z}{T}+\beta)^2}}. \qquad (6)$$

С помощью этой формулы можно найти вертикальную составляющую скорости фильтрации по поверхности чека при изменении $z=x$ от l_1 до l_2:

$$V_y=-\frac{Q}{2T}\frac{(\alpha\cos\frac{\pi t}{T}+\beta)\,sh\frac{\pi x}{T}}{(ch\frac{\pi x}{T}-\cos\frac{\pi t}{T})\sqrt{\gamma^2(ch\frac{\pi x}{T}-\cos\frac{\pi t}{T})^2-(\alpha ch\frac{\pi x}{T}+\beta)^2}}. \qquad (7)$$

Отметим, что согласно работе [2] точки 5(l_1) и 6(l_2) являются угловыми и скорость в них обращается в бесконечность.

Положив в формуле (2) $z=i(t-\tau)$ и $\omega=iq+\varphi_0$, получаем выражение для определения расхода, притекающего в дрену с двух сторон:

$$Q = \frac{2\pi h}{Arch \dfrac{\alpha \cos \dfrac{\pi(t-\tau)}{T} + \beta}{\gamma\left[\cos \dfrac{\pi t}{T} - \cos \dfrac{\pi(t-\tau)}{T}\right]}} \cdot \qquad (8)$$

Для иллюстрации полученных результатов на рис.2 показаны эпюры входных скоростей для двух случаев удаления чека от дрены: $l_1 = 2{,}5$ м; $l_2 = 12{,}5$ м и $l_1 = 52{,}5$ м; $l_2 = 62{,}5$ м (расстояние между валиками чека 10 м). Другие исходные данные: глубина размещения дрены 3,5 м, диаметр дрены 0,6 м, глубина залегания водоупора 20 м, коэффициент фильтрации 0,48 м/сут. Из характера расположения кривых на рис.2 заключаем: хотя

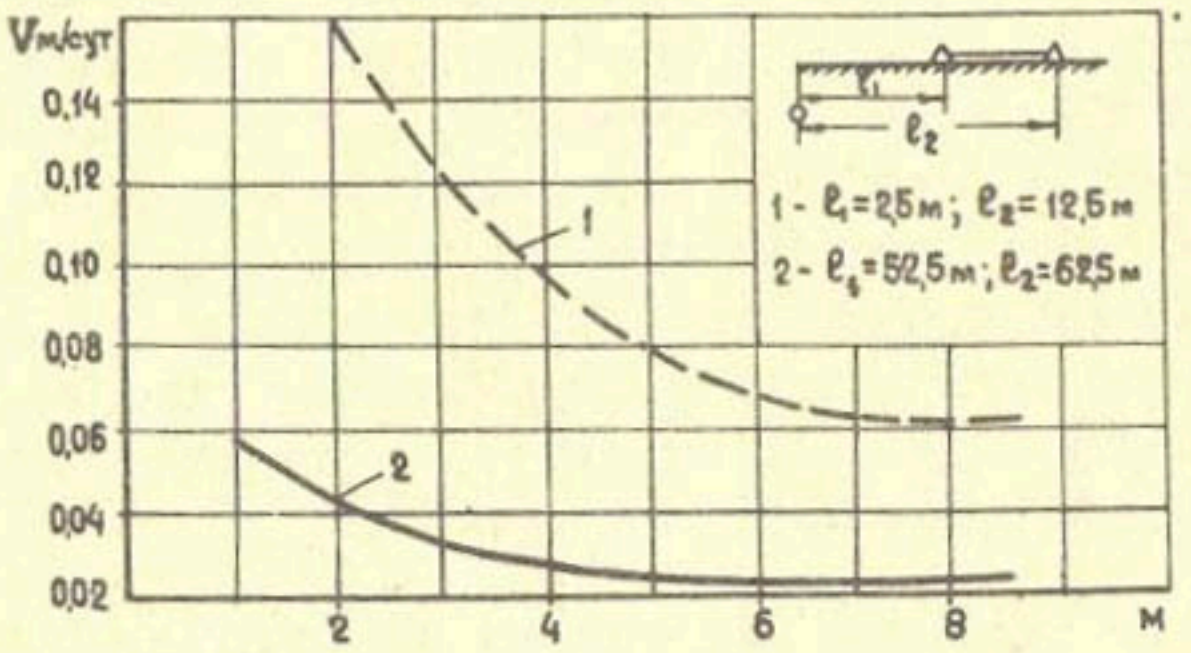


Рис.2. Графики измененных входных скоростей фильтрации для двух случаев удаления "полосы" от дрены

приток в дрену во втором случае существенно меньше, все же сохраняется значительная неравномерность в распределении входных скоростей на поверхности чека. Чтобы в этом окончательно убедиться, построим на одних и тех же координатных осях для обоих случаев скорости фильтрации, приведенные к расходам: V_i / Q_i (рис.3). На основании рис. 3 можно сделать вывод о том, что с удалением чека от дрены желаемое выравнивание входных скоростей не имеет места.

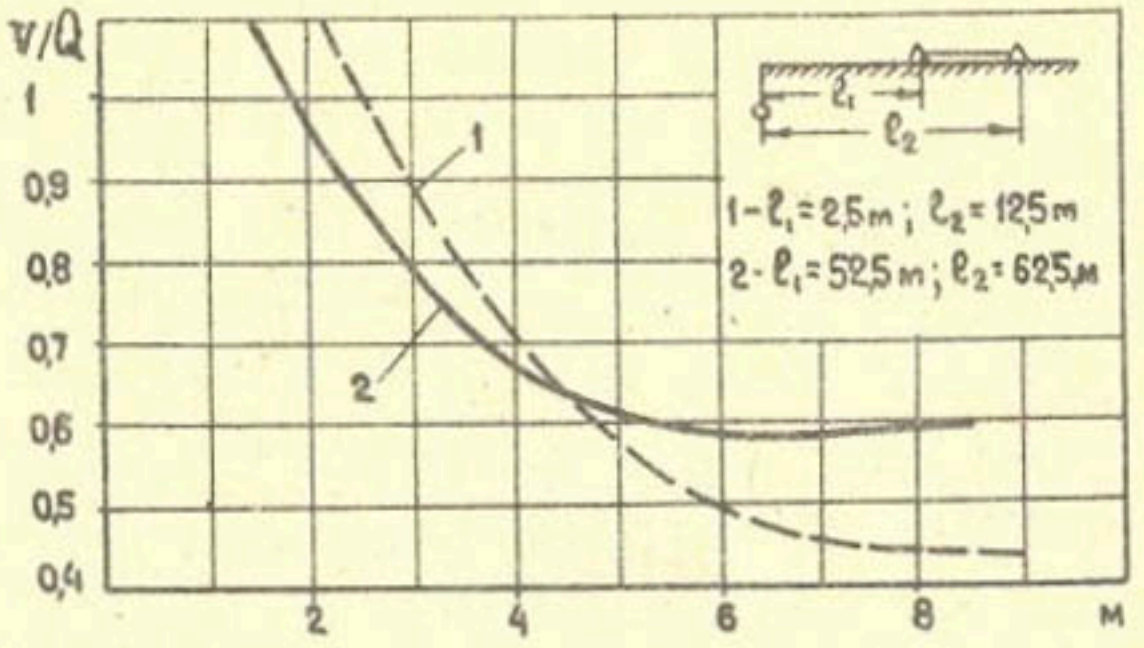


Рис.3. Графики изменения приведенных входных скоростей фильтрации для случаев, изображенных на рис.2

В заключение заметим, что если принять $l_1 = 0$, а $l_2 = \infty$, то зависимости (7) и (8) легко преобразуются в известные формулы В.В.Ведерникова [3].

Литература

1. Павловский Н.Н. Движение грунтовых вод. - Собр. соч., т.2. М.-Л., изд-во АН СССР, 1956, с.772.

2. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. Изд. 2-е. М., "Наука", 1977, с.664.

3. Ведерников В.В. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа. М.-Л., Госстройиздат, 1939, с.248.

УДК 556.324:631:67

В.И.Лопушанский, ст. инж.
А.С.Хабиров, канд. физ.-мат. наук, доц., зав. каф.
(ТИИИМСХ)

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ ПОЛИВЕ НАД КРУГЛОЙ ПЛОЩАДКОЙ

Пусть над некоторой частью безграничной области, а именно по поверхности круга радиусом R , производится полив с постоянной по времени интенсивностью q . Предположим, что основной водоносный горизонт орошаемого участка гидравлически связан с нижележащими горизонтами через слабопроницаемую прослойку мощностью m_0 и с коэффициентом фильтрации K_0 (рис.I).

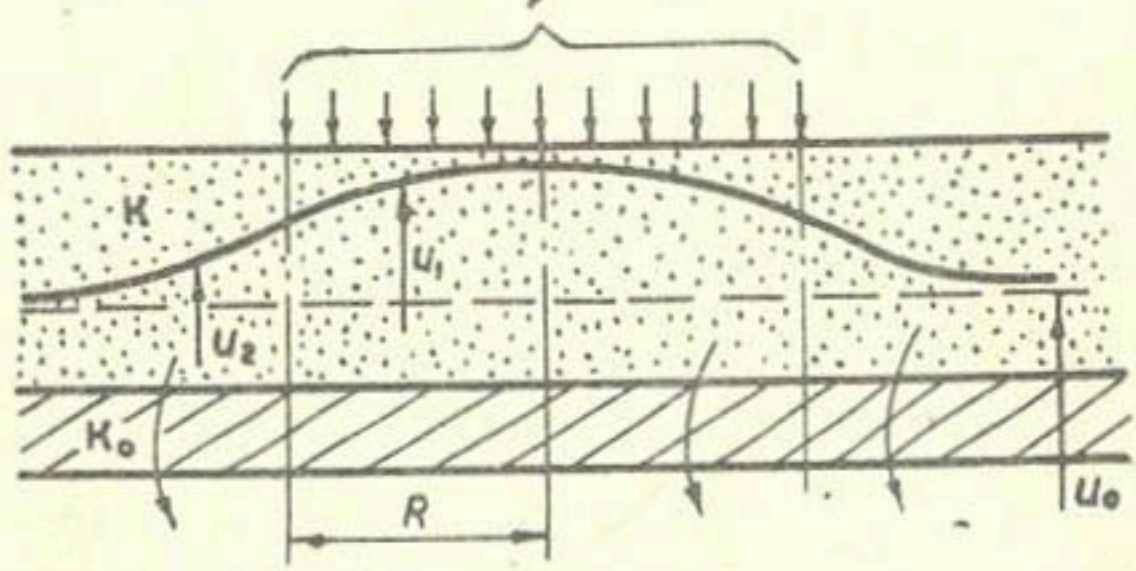


Рис.I. Расчетная схема полива над круглой площадкой

Требуется проследить в пространстве и во времени изменение уровня грунтовых вод под действием полива и влияние слабопроницаемой прослойки на это изменение.

Задача сводится к решению системы двух дифференциальных уравнений в частных производных

$$\frac{\partial u_{1,2}}{\partial t} = a\left(\frac{\partial^2 u_{1,2}}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\,\frac{\partial u_{1,2}}{\partial r}\right) + \frac{q h_{cp}}{\mu} - \beta^2 (u_{1,2} - u_0), \quad (I)$$

где индекс I относится к внутренней области круга, индекс 2 – к внешней. Как указывалось выше, полив производится только внутри круга, поэтому

$$q = const \quad при \quad 0 \leqslant r \leqslant R$$
$$q = 0 \quad при \quad R < r < \infty. \qquad (2)$$

$a = \frac{k h_{ср}}{\mu}$ – коэффициент уровнепроводности, $м^2/сут$;
k – коэффициент фильтрации основного горизонта, м/сут;
μ – водоотдача (или недостаток насыщения) грунта;
$\beta^2 = \frac{K_0}{\mu m_0}$ – коэффициент перетекания (I/сут).

Уравнение (I) должно удовлетворять следующим начальным и граничным условиям. В начальный момент времени $t = 0$ естественный уровень грунтовых вод будем считать горизонтальным $u_{1,2}(r,0) = u_0 = \frac{h_1^2}{2}$. В центре кругового пласта и в бесконечно удаленной точке

$$\frac{\partial u_1(0,t)}{\partial r} = 0, \qquad \frac{\partial u_2(\infty,t)}{\partial r} = 0 \quad или \quad u_2(\infty,t) = u_0. \qquad (3)$$

Условия сопряжения на границе круговой области при $r = R$

$$u_1(R,t) = u_2(R,t) \qquad \frac{\partial u_1}{\partial r} = \frac{\partial u_2}{\partial r}. \qquad (4)$$

Уравнение (I) решим методом интегрального преобразования Лапласа относительно времени t, в результате чего в области изображения получим уравнения Бесселя, которые при решении примут вид

$$\bar{U}_1 = A_1 I_0(\omega r) + B_1 K_0(\omega r) + \frac{\mu(p+\beta^2)u_0 + q h_{ср}}{\mu p(p+\beta^2)}, \qquad (5)$$

$$\bar{U}_2 = A_2 I_0(\omega r) + B_2 K_0(\omega r) + \frac{u_0}{p}$$

$$\bar{U}_{1,2}(r,p) = \int_0^\infty u_{1,2}(r,\tau)\, e^{-pt}\, d\tau, \quad \omega = \sqrt{\frac{p+\beta^2}{a}}, \qquad (6)$$

где $I_0(\omega r)$, $K_0(\omega r)$ – модифицированные функции Бесселя.

Переходя к изображениям в соотношениях (3) и (4), находим граничные условия

$$\frac{d\bar{U}_1}{d\tau}\Big|_{t=0} = 0 \qquad \frac{d\bar{U}_2}{d\tau}\Big|_{t=\infty} = 0 \qquad (3{,}1)$$

$$\frac{\bar{U}_1(R,p)}{p} = \frac{\bar{U}_2(R,p)}{p} \qquad (4{,}I)$$

$$\frac{d\bar{U}_1}{d\tau} = \frac{d\bar{U}_2}{d\tau},$$

из которых получим коэффициенты A и B. Из условия (3,I) следует, что A=0 и B =0. Использовав (4,I), запишем решения в области изображения

$$\bar{U}_1 = \frac{h_{cp} R q\, K_1(\omega R) I_0(\omega\tau)}{\sqrt{a}\,\mu p \sqrt{p+\beta^2}} + \frac{(p+\beta^2)\mu u_0 + q h_{cp}}{\mu p (p+\beta^2)} \qquad (\tau \leqslant R) \qquad (7)$$

$$\bar{U}_2 = \frac{h_{cp} R q\, K_0(\omega\tau) I_1(\omega R)}{\sqrt{a}\,\mu p \sqrt{p+\beta^2}} + \frac{u_0}{p}. \qquad (\tau \geqslant R)$$

Применив обратное преобразование Лапласа, найдем искомые решения, приведенные ниже в критериальной форме:

$$\frac{u_1 - u_0}{\frac{h_{cp} q R}{\mu a}} = \bar{l}^{-F_0\bar{\beta}} \int_0^{F_0} \frac{1}{\xi}\, \bar{l}^{-\frac{1}{2\xi}} I_1\left(\frac{1}{2\xi}\right)\left[\frac{1}{\bar{\beta}} - \frac{I_0(\bar{\tau}\sqrt{\bar{\beta}})\, l^{\bar{\beta}(F_0-\xi)}}{2\sqrt{\bar{\beta}}\, I_1(\sqrt{\bar{\beta}})} + \right.$$

$$\left. + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{J_0(\bar{\tau}\alpha_n)\, \bar{l}^{-\alpha_n F_0}}{(\alpha_n^2 + \bar{\beta}) J_0(\alpha_n)}\, l^{\alpha_n \xi}\right] d\xi + \frac{1}{\bar{\beta}}(1 - \bar{l}^{-F_0\bar{\beta}}) \qquad (\tau \leqslant R) \qquad (8)$$

α_n – корни уравнения $J_1(\alpha) = 0$, $n = \overline{1,\infty}$

$$\frac{u_2 - u_0}{\frac{h_{cp} q R}{\mu a}} = \bar{l}^{-F_0\bar{\beta}} \int_0^{F_0} \frac{1}{\xi} \exp\left(-\frac{1+\bar{\tau}^2}{4\xi}\right) I_0\left(\frac{\bar{\tau}}{2\xi}\right)\left[\frac{I_1(\sqrt{\bar{\beta}})\, l^{\bar{\beta}(F_0-\xi)}}{2\sqrt{\bar{\beta}}\, I_0(\sqrt{\bar{\beta}})} - \right. \qquad (9)$$

$$\left. - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\bar{l}^{-\bar{\alpha}_n^2 F_0}\, l^{\bar{\alpha}_n^2 \xi}}{\bar{\alpha}_n^2 + \bar{\beta}}\right] d\xi. \qquad (\tau \geqslant R)$$

$\bar{\alpha}_n$ – корни уравнения

$$J_0(\alpha)=0, \quad (n=1,\overline{\infty})$$

здесь $\bar{r}=\frac{r}{R}$, $\bar{\beta}=\frac{B^2R^2}{a}$, $F_0\bar{\beta}=\beta^2 t$

$F_0=\frac{at}{R^2}$ – число Фурье.

Получили решения, не разрешимые в квадратурах. Это затрудняет их анализ и практическое применение. Но благодаря тому, что использовалось интегральное преобразование Лапласа, можно найти искомые решения, удобные для численного расчета, с помощью приближенного метода получения оригинала, исходя из решения в области изображения, минуя сложные преобразования (3).

Эти приближенные решения будут иметь вид:

$$\bar{U}_1\approx 0{,}9\left\{-\frac{1}{A}+\frac{16}{3}\frac{1}{B}-\frac{16}{5}\frac{1}{C}+\left[\frac{K_1(\sqrt{A})I_0(\bar{r}\sqrt{A})}{\sqrt{A}}-\right.\right. \tag{10}$$

$$\left.\left.-\frac{16}{3}\frac{K_1(\sqrt{B})I_0(\bar{r}\sqrt{B})}{\sqrt{B}}+\frac{16}{5}\frac{K_1(\sqrt{C})I_0(\bar{r}\sqrt{C})}{\sqrt{C}}\right]\right\} \quad (r\leqslant R)$$

$$\bar{U}_2\approx 0{,}9\left\{-\frac{K_0(\bar{r}\sqrt{A})I_1(\sqrt{A})}{\sqrt{A}}+\frac{16}{3}\frac{K_0(\bar{r}\sqrt{B})I_1(\sqrt{B})}{\sqrt{B}}-\right. \tag{11}$$

$$\left.-\frac{16}{5}\frac{K_0(\bar{r}\sqrt{C})I_1(\sqrt{C})}{\sqrt{C}}\right\} \quad (r\geqslant R),$$

где $\bar{U}_{1,2}=\frac{U_{1,2}-U_0}{\frac{qh_{cp}R^2}{a\mu}}$, $A=\frac{\frac{1}{2{,}89}+F_0\bar{\beta}}{F_0}$, $B=\frac{\frac{3}{2{,}89}+F_0\bar{\beta}}{F_0}$, $C=\frac{\frac{5}{2{,}89}+F_0\bar{\beta}}{F_0}$

K_0, K_1, I_0, I_1 – модифицированные функции Бесселя.

При $\bar{\beta}=0$ из выражений (10) и (11) получаем решения без перетекания, т.е. когда основной водоносный пласт лежит на водоупоре.

Особый интерес представляет изменение уровня грунтовых вод в центре пласта. Положив в формуле (IO) $z=0$, найдем

$$\bar{U}_1(0,t)\approx 0{,}9\left\{-\frac{1}{A}+\frac{K_1(\sqrt{A})}{\sqrt{A}}+\frac{16}{3}\left[\frac{1}{B}-\frac{K_1(\sqrt{B})}{\sqrt{B}}\right]-\frac{16}{5}\left[\frac{1}{C}-\frac{K_1(\sqrt{C})}{\sqrt{C}}\right]\right\}. \quad (12)$$

На основании уравнений (IO) и (II) произведены иллюстрационные расчеты для случаев $\bar{\beta}=0$ и $\bar{\beta}=1$, результаты которых сведены в таблицу и отображены на графиках (рис. 2).

Результаты иллюстрационных расчетов для случаев $\bar{\beta}=0$ и $\bar{\beta}=1$

	$\bar{z}$	0	0,25	0,5	0,75	I	I,25	I,5
$F_o=0,I$	$\bar{\beta}=0$	0,2407	0,2343	0,2I50	0,I726	0,II20	0,05I2	0,0298
	$\bar{\beta}=1$	0,2092	0,2047	0,I883	0,I55I	0,0985	0,0504	0,0I9I
$F_o=0,0I$	$\bar{\beta}=0$	0,8330	0,8I38	0,7584	0,I627	0,5427	0,2665	0,2056
	$\bar{\beta}=1$	0,5054	0,4928	0,4540	0,3888	0,2963	0,2070	0,I453

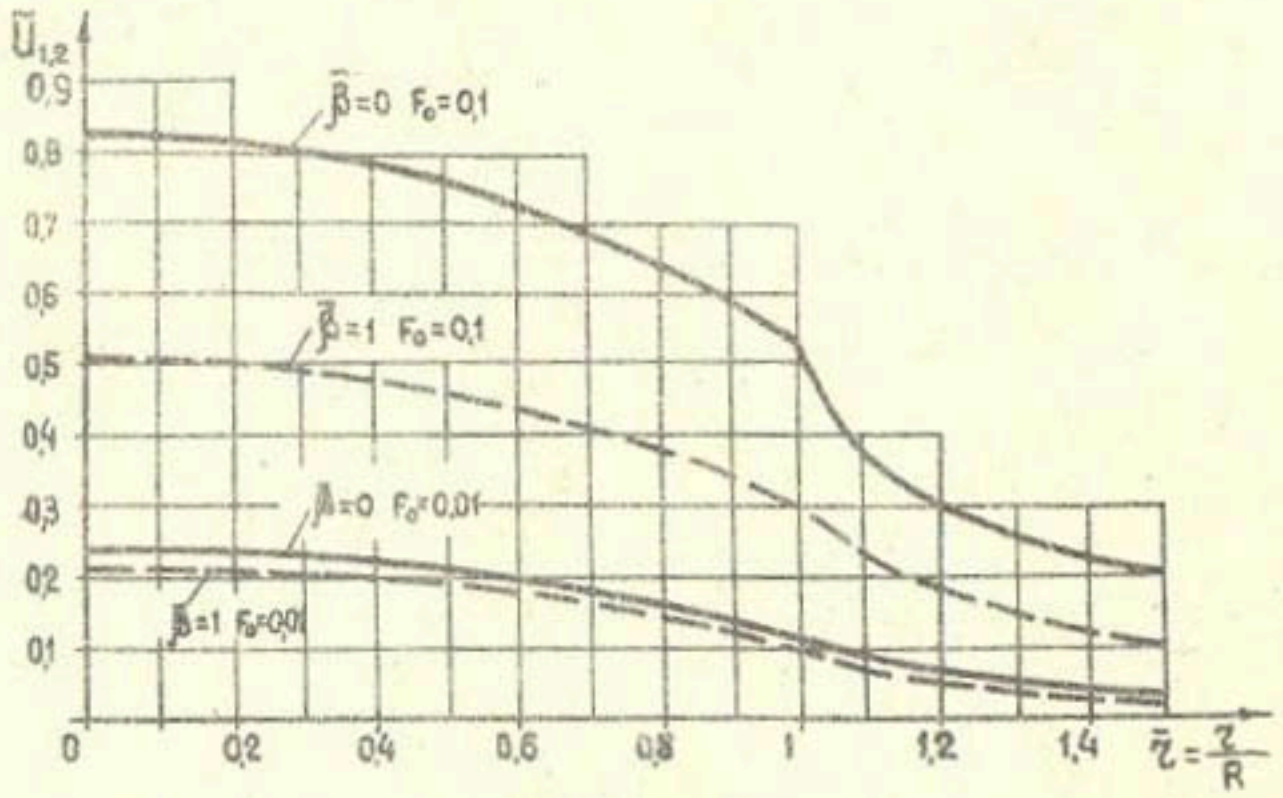


Рис.2. Графики изменения поверхности грунтовых вод под действием полива в зависимости от проницаемости слабопроницаемой прослойки

Из графиков видна характерная форма депрессии, образовавшейся при поливе над круглой площадкой, и хорошо прослеживается влияние слабопроницаемой прослойки на ее развитие. Рекомандуемые расчетные зависимости могут быть использованы в гидромелиоративных расчетах орошаемых земель.

Литература

I. Полубаринова-Кочина П.Я., Пряжинская В.Г., Эмих В.Н. Математические методы в вопросах орошения. М., "Наука", 1969.

2. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., "Наука", 1962.

3. Мироненко В.А. Приближенный метод решения задач неустановившейся фильтрации. - "Изв. высш. учеб. заведений. Геология и разведка". 1972, № II.

УДК 626.82.004.I

К.А.Ракитин, нач. отд.
(Средазгипроводхлопок)

Р.Х.Джураев, инж.
(ГКПТО)

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ ЮЖНО-СУРХАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Долгосрочная комплексная программа развития сельского хозяйства, осуществляемая в нашей стране, предусматривает всемерное развитие орошаемого земледелия в районах хлопководства.

Бассейн реки Сурхандарьи является крупнейшим высокоразвитым районом по производству хлопка-сырца, в том числе ценнейших тонковолокнистых сортов. Здесь очень благоприятные при-

родно-хозяйственные условия и обширные территории целинных земель, расположенных сравнительно близко к водным источникам, что обеспечивает широкие перспективы дальнейшего развития орошаемого земледелия.

Основные массивы нового орошения, включая земли перспективного освоения, расположены в южной части бассейна, в зоне Южно-Сурханского водохранилища, осуществляющего сезонное регулирование стока Сурхандарьи, на котором и базируется орошение в этом районе.

Ввод в эксплуатацию Южно-Сурханского водохранилища в 1967 г., по существу, обеспечил орошение и освоение 100 тыс.га целинных земель Сурхан-Шерабадской долины и позволил значительно повысить водообеспеченность около 40 тыс.га староорошаемых земель.

Водохозяйственный баланс бассейна Сурхандарьи формируется взаимодействием природных факторов и результатов хозяйственной деятельности, основу которой составляет орошаемое земледелие. Формирование и развитие водохозяйственной системы (ВХС) бассейна обусловлено ростом требований ирригационного водопотребления - интенсивным развитием орошения - и задачами их водообеспечения.

Бассейн Сурхандарьи имеет весьма ограниченные водные ресурсы, которые практически находятся на грани исчерпания.

Уже в современных условиях требования орошаемого земледелия, основного водопотребителя, превышают величину располагаемых водных ресурсов и в целом водохозяйственный баланс бассейна напряженный. Проблема повышения водообеспеченности в бассейне Сурхандарьи, как и во многих других районах среднеазиатского региона, является одной из острых и актуальных.

Решение ее ведется в направлении увеличения располагаемых водных ресурсов - повышение степени зарегулированности речного стока, увеличение общих водных ресурсов Сурхандарьи за счет других речных бассейнов, а также в направлении повышения рационализации, эффективности распределения и использования собственных водных ресурсов бассейна. Последнее позволяет наиболее рационально и полно использовать все внутренние резервы ВХС речного бассейна. Значительный водохозяйственный эффект может быть получен за счет оптимизации режима эксплуатации Южно-Сур-

ханского водохранилища, заключающейся в разработке научных основ и внедрении оптимизационных правил использования водных ресурсов этого водохранилища.

Южно-Сурханское водохранилище является основой ВХС бассейна, ключевым узлом водораспределения и, по существу, управления водными ресурсами Сурхандарьи. Практически оно контролирует весь поверхностный сток реки, обеспечивая его распределение в зоне интенсивного орошения.

Верхняя (северная) зона бассейна имеет сформировавшуюся водохозяйственную систему, развитие которой практически завершено и не оказывает влияния на изменение речного стока в створе водохранилища.

Южно-Сурханское водохранилище имеет в зоне командования сложную водохозяйственную систему с общей площадью около 181 тыс.га, из которых в настоящее время орошается 143 тыс.га. Оно должно обеспечивать достаточно высокую степень водоотдачи на всех этапах развития ВХС, и режим его работы определяет эффективность использования водных ресурсов Сурхандарьи.

Приходится, однако, констатировать, что режим работы столь крупного сооружения не оптимизирован. Это приводит в отдельные периоды к нерациональному использованию речного стока. Последнее выражается в холостых сливах вне графика, преждевременных сработках емкости водохранилища без учета гидрологических прогнозов водности периодов работы, незаполнении емкости к началу вегетационного периода. Совокупность этих факторов обуславливала появление дефицитов в водопотреблении при наличии значительных объемов холостых сбросов.

Для подтверждения сказанного нами проведен анализ фактических данных о режиме регулирования и использования зарегулированного стока Сурхандарьи за 10-летний период эксплуатации Южно-Сурханского водохранилища (1967-1977 гг.).

Анализу подверглись отчетные данные, характеризующие режим речного стока в створе Шурчи (приток к водохранилищу) в годы различной водности, режим речного стока в створе Мангузар (холостые слины), режим работы (наполнение и сработка) Южно-Сурханского водохранилища, гидрограф водоподачи и попусков, а также плановое и фактическое водопотребление в зоне, подкомандной водохранилищу. Практически ежегодно наблюдались холостые

сливы, не оправданные водохозяйственной обстановкой. Например, в июне 1966 г. при наполнении водохранилища 17 млн.м^3 холостой слив составил 182 млн.м^3, в мае 1968 г. и июне 1973 г. при наполнении всего 5 млн.м^3 холостые сливы превысили 250 млн.м^3. Имела место и неоправданная сработка емкости, производимая без учета потребностей орошаемого земледелия в каждый конкретный период.

Снижение эксплуатационной эффективности Южно-Сурханского водохранилища в известной мере вызвано недостаточным заполнением его емкости, хотя для этого имеются технические и природные возможности, о чем свидетельствуют данные табл. I.

Таблица I

Некоторые параметры режима работы Южно-Сурханского водохранилища в годы различной водности

Год	Сток в створе Шурчи, млн.м^3	Обеспеченность, %	Подача по каналу Аму-Занг млн.м^3	Водопотребление от створа Шурчи, млн.м^3	Работа водохранилища, % от полной емкости		
					наполнение	сработка	за год
1967/68	1780	75,5		1791	85,1	58,7	26,3
1968/69	2620	30,9		1905	83,9	81,6	2,3
1969/70	5560	2,2		2312	72,6	75,3	-2,7
1970/71	2450	37,3		2649	93,6	81,4	12,2
1971/72	1360	94,6		1640	39,3	48,3	-9,3
1972/73	2560	34,1		2473	100	83,5	16,5
1973/74	3380	11,8	20	2892	72,5	85	-13,5
1974/75	1640	81,8	240	2085	63,7	62,3	1,4
1975/76	1480	91,4	267	1914	58,2	69,2	-11
1976/77	2270	46,8	131	1971	95,5	85,7	9,7

Проведенный анализ режима регулирования стока Южно-Сурханским водохранилищем применительно к различным водохозяйственным ситуациям прежде всего выявил отсутствие каких-либо закономерностей вариации показателей, которые характеризуют

эффективность работы водохранилища с точки зрения рационального использования зарегулированных им водных ресурсов. Такое положение, очевидно, связано с высокой значимостью факторов антропогенного характера и отсутствием достаточно гибкой методики управления водными ресурсами водохранилища, основанной на достоверных прогнозах притока к его верхнему бьефу.

Исследуемый бассейн характеризуется сложностью ВХС, динамичностью всех ее элементов, развитие которых происходит в условиях постоянной изменчивости речного стока (сезонного и многолетнего) при общей его ограниченности. Вероятностный характер поступления речного стока вызывает неопределенность прогнозов водности. При этом наиболее высокий водохозяйственный эффект от регулирования стока может быть обеспечен при условии, что режим работы Южно-Сурханского водохранилища будет строго определяться оптимизационными правилами, устанавливающими порядок накопления и сработки запасов воды в зависимости от изменений гидрологических условий, требований орошаемого земледелия и размеров емкости регулирования. Только четкие правила использования водных ресурсов водохранилища могут обеспечить постоянную определенность и высокую гарантию эффекта регулирования стока Сурхандарьи.

Исследования по оптимизации режимов работы водохранилищ в последние годы получили широкое развитие [I] и [2] , но они не затронули водохранилищ ирригационного назначения. По бассейну Сурхандарьи такие исследования не приводились вообще.

Оптимизация использования водных ресурсов и режимов работы водохранилищ относится к сложным, многовариантным технико-экономическим задачам, решение которых требует применения методов экономико-математического программирования с использованием ЭВМ. При этом важнейшую роль играет выработка соответствующих критериев и методов оптимизации.

В качестве упрощенного метода при разработке режимов работы водохранилищ в настоящее время применяется регулирование по диспетчерским графикам на заданную обеспеченность отдачи, основоположниками которого в нашей стране являются С.Н.Крицкий и М.Ф.Менкель [3] .

Диспетчерские графики призваны с достаточной степенью надежности обеспечивать рациональный режим использования заре-

гулированных водных ресурсов в зависимости от водности года, объема наполнения водохранилища, относительного размера его регулирующей емкости и требований водопотребителей. Другими словами, разработка диспетчерских графиков осуществляется с целью обеспечения наиболее рационального использования водных ресурсов водохранилищ исходя из всего комплекса природных и хозяйственных условий.

Естественно, такая разработка базируется на тщательном изучении режима речного стока в многолетнем разрезе, емкости водохранилища и ирригационного водопотребления - факторов, соотношение которых, по существу, полностью определяет форму диспетчерского графика. Последний представляет собой общие правила регулирования стока с приближением их к оптимальным условиям наполнения и сработки водохранилища, данные в графическом выражении.

По нашему мнению, целесообразно поэтапное решение поставленных задач. По маловодному году устанавливается расчетная величина гарантированной отдачи. В более многоводные годы отдача может повышаться в соответствии с ростом притока к верхнему бьефу согласно правилам регулирования при появлении дополнительных требований. В исключительно многоводные годы обеспечивается безаварийный пропуск высоких паводков. Что касается исключительно маловодных лет, то для них устанавливаются специальные правила регулирования (с урезанной отдачей), позволяющие устранить катастрофические перебои в гарантированных отдачах.

Гарантированная отдача устанавливается исходя из расчетной обеспеченности, определяющей норматив надежности бесперебойного удовлетворения водой потребителя из источника, ресурсы которого подвержены колебаниям. На основании опыта исследований ВХС речных бассейнов Средней Азии расчетная обеспеченность отдачи стока P принята равной 90%.

Решение поставленной задачи должно обеспечить максимальную отдачу зарегулированного стока из Южно-Сурханского водохранилища при высоком нормативе надежности на всех этапах развития ВХС. При этом в годы 90% обеспеченности и выше водные ресурсы должны использоваться потребителями в полном объеме, без холостых сливов.

Разработка диспетчерского графика Южно-Сурханского водохранилища проводилась на основании анализа 30-летнего ряда наблюдений за стоком Сурхандарьи в створе Шурчи (1947/48-1977/78). Ряд наблюдений приводился к современному уровню водопотребления и позволял проследить многообразие возможных условий работы водохранилища.

На базе этих наблюдений подсчитаны расчетные значения отдельных стоковых фаз, используемых при построении элементов диспетчерского графика (табл. 2).

Таблица 2

Некоторые расчетные параметры стока Сурхандарьи в створе Шурчи (млн.м^3)

Обеспеченность, %	Сезон				За год
	VI-X	XI-V	III-V	VIII-XI	
10			1915	505	
50	982	1808			2790
75	671	1475			2178
85	535	1333			1911
90	443	1238			1729
95	316	1109			1479
97	237	1026			1324

Серия кривых сработки и наполнения водохранилища строилась применительно к существующей его полезной емкости, равной 660 млн.м^3, и гарантированной отдаче, равной 1,7 км^3, при осуществлении сезонного регулирования стока Сурхандарьи.

Элементами диспетчерского графика являются: противоперебойная линия с ветвями наполнения и сработки, линия урезанных отдач с набором коэффициентов урезки $K < 1$ и противосбросная линия с набором коэффициентов $K > 1$.

Совокупность этих элементов представляет графическое выражение основных правил использования водных ресурсов Южно-Сурханского водохранилища, которые можно сформулировать так: с декабря по май следует наполнять водохранилище с максимально возможным приближением к противоперебойной линии при одновре-

менной отдаче воды по требованию потребителей. К июню водохранилище должно быть заполнено до полной емкости (НПГ), после чего начинается опорожнение чаши в режиме ветви сработки противоперебойной линии; оно продолжается до ноября.

Переход от нормальной отдачи для ирригационных целей к пониженной и обратно назначается в зависимости от наполнения водохранилища. Чтобы избежать провалов в отдаче, в исключительно маловодные годы следовало бы с начала фазы сработки назначать расход, немного меньший гарантированного. Однако из-за вероятных погрешностей прогноза предстоящего притока в начале опорожнения чаши водохранилища должна назначаться гарантированная отдача и только после того, как будет достигнуто чрезмерное опорожнение чаши по сравнению с противоперебойной линией, следует переходить на пониженную отдачу.

В табл. 3 приведены ординаты диспетчерского графика Южно-Сурханского водохранилища (на конец месяца) для современных условий его эксплуатации.

Естественно, формирование того или иного режима регулирования происходит в результате одновременного влияния гидрографа речного стока, водопотребления и емкости. Изменение даже одного из этих факторов или их совокупности влечет за собой соответствующее изменение режима работы водохранилища.

В целях определения действенности методики построения и использования в практических задачах диспетчерского графика для ирригационного водохранилища, а также для предварительной оценки его эффективности мы произвели расчет регулирования емкости Южно-Сурханского водохранилища по диспетчерским правилам и без них.

Применяя диспетчерский график, мы стремились к достижению главной цели – рационализации использования водных ресурсов водохранилища, предусматривающей прежде всего своевременное ограничение требований водопотребителей для обеспечения бесперебойного удовлетворения народного хозяйства водой, а также сокращение холостых сливов.

Для проверочных расчетов выбран семилетний период (1970-1976 гг.) с весьма широким диапазоном водности. Согласно результатам расчетов эффект диспетчеризации весьма заметен. Так, удалось ликвидировать ирригационные дефициты стока в маловодные

Таблица 3

Ординаты диспетчерского графика Южно-Сурханского водохранилища (млн.м^3)

Месяц	Противоперебойная линия		Линия урезанных отдач			Противосбросная линия						
	ветвь наполнения	ветвь сработки	К=0,85	К=0,75	К=0,7	К=1,9	К=2,3	К=3	К=3,8	К=4,5	К=6	К=7,5
XП	110											
I	210											
П	310											
Ш	416											
IУ	533											
У	660											
УI		610	510	450	415							
УП		355	290	260	241	504	640					
УШ		120	102	80	73	120	167	368	530			
IX		37	28	15	13	37	37	144	255	390	615	
X		12	5	0	0	12	12	63	115	195	300	340
XI		0										

годы (1971, 1974 и 1975), годовая сумма которых составляла соответственно 164,82 и 271 млн.м^3, а в годы повышенной водности (1972, 1973 и 1976) - существенно сократить холостые сливы (табл. 4).

Таблица 4

Влияние диспетчеризации работы Южно-Сурханского водохранилища на объем сливов (млн.м^3)

Год	Обеспеченность, %	Холостые сливы		Эффект диспетчеризации
		без графика	по графику	
1972	34	384	133	-251
1973	12	1618	103	-1515
1976	47	520	43	-477

В заключение необходимо отметить, что рассмотренная задача повышения эффективности использования водных ресурсов Сурхандарьи является одной из частных задач оптимизации использования речного стока, решение которых ведется на основе традиционных экономико-математических и статистических методов.

Поэтому большой интерес представляет разработка экономико-математической модели данной задачи с учетом конкретных условий, обеспечивающих явную форму записи граничных условий и критериев оптимальности. При этом в качестве критериев оптимальности могут быть рекомендованы:

- максимизация отдачи водохранилища или народнохозяйственного эффекта ВХС;
- минимизация дефицитов по воде и объема холостых сливов.

Литература

1. Картвелишвили Н.А. Регулирование речного стока. Л., Гидрометеоиздат, 1970.

2. Федоров Б.Г. Принципы оптимизации режима использования водохранилищ. - "Водные ресурсы", 1974, № 3.

3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Водохозяйственные расчеты. Л., Гидрометеоиздат, 1952.

УДК 551.482.215.7

Ю.Н.Иванов, канд. геогр. наук,
ст. науч. сотр., зав. отд.

А.М.Овчинников, канд. геогр. наук,
ст. науч. сотр.

(САРНИГМИ)

Н.Самплинов, аспирант
(ТашГУ имени В.И.Ленина)

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТЬ СТОКА РЕК МНР И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ

В решении проблемы рационального использования водных ресурсов конкретных районов существенно важен вопрос о равномерном распределении стока внутри года. От разрешения его зависит как составление перспективных планов работы имеющихся и строящихся промышленных и сельскохозяйственных предприятий, так и строительство новых водохозяйственных сооружений, расчетные параметры которых определяются в значительной мере внутригодовым режимом стока. В силу этого необходимо детальное изучение характеристик внутригодового режима и его зависимости от природных условий.

Широко используемой количественной характеристикой внутригодового распределения стока, отображающей степень его зарегулированности, является коэффициент внутригодовой зарегулированности стока φ [I] . Он представляет собой долю базисного в общем речном стоке, включает грунтовой сток и небольшую часть поверхностного, количественно выражается площадью гидрографа, расположенной ниже среднего годового расхода воды.

Коэффициент естественной зарегулированности может быть рассчитан аналитическим путем на основе среднедекадных или среднемесячных расходов воды. При этом обычно сначала находят коэффициент неравномерности стока λ , связанный с внутригодовой зарегулированностью соотношением $\varphi + \lambda = 1$.

При такой методике расчета объем проработки несколько меньший, поскольку продолжительность стояния высоких расходов

меньше, чем низких. Значение λ при вычислении по среднемесячным интервалам определяется по формуле

$$\lambda = \frac{\sum (Q_i - \bar{Q}_{ср.год}) \cdot 2{,}62}{31{,}5 \cdot 10^6 \cdot Q_{ср}},$$

где Q_i – среднемесячный расход воды, превышающий среднегодовое значение, $м^3/с$;

$\bar{Q}_{ср.год}$ – среднегодовой расход воды, $м^3/с$.

В настоящей работе использовалась преимущественно эта методика, причем φ находился как дополнение λ до единицы.

Кроме того, коэффициент естественной зарегулированности стока можно определять по кривым обеспеченности ежедневных расходов воды. В этом случае φ представляет собой площадь графика, ограниченную сверху ординатой, соответствующей среднегодовому расходу кривой обеспеченности, и координатными осями [2]. Аналитически φ выражается соотношением $\varphi = \int_0^{\infty} p \, dk$, где p – повторяемость расходов воды в долях от единицы;

k – модульный коэффициент расходов.

Способ оценки φ по кривым обеспеченности суточных расходов также использовался в данной работе. Для этого были выбраны пять репрезентативных рек из различных районов МНР разного типа питания: Дэлгэрмурэн–Мурэн, Орхон–Орхон, Кобдо–Улгий, Хара–Хара, Тола–Улан-Батор. В обработку по каждой реке вошли четыре характерных года (два близкие к норме, один многоводный и один маловодный), для которых строились кривые обеспеченности суточных расходов. Значения φ, рассчитанные по кривым обеспеченности ежедневных расходов воды, сравнивались с расчетами за те же годы, произведенными аналитическим путем. Обнаруженные расхождения, не превышающие, как правило, 10%, могут быть объяснены весьма большой асимметричностью кривых обеспеченности суточных расходов воды, уменьшающей точность определения φ для конкретных условий рек МНР. Поэтому для них более целесообразен аналитический метод расчета φ за отдельные годы с последующим осреднением.

Задачей исследования было определение средних за многолетие значений коэффициента естественной зарегулированности

стока рек МНР. В связи с этим возникла необходимость решить вопрос о наличии (или отсутствии) зависимости между естественной зарегулированностью стока и водностью года. Указанная проблема исследовалась на пяти реках: Кобдо-Улгий, Дэлгэрмурэн, Орхон-Орхон, Керулен-Ундурхан и Тола-Улан-Батор. В результате изучения длительного ряда наблюдений (от 17 до 32 лет) оказалось, что на реках Монголии, как и Средней Азии [3], зависимость между естественной зарегулированностью стока и водностью года отсутствует. Это позволяет рассчитывать $\bar{\varphi}$ как центр распределения совокупности значений φ, вычисленных за отдельные годы.

Важно оценить погрешности арифметической середины, обусловливаемые периодом наблюдений и вариантностью φ в многолетии. В табл. I приведены погрешности во всем диапазоне значений φ в зависимости от коэффициента изменчивости C_v и числа лет наблюдений. Из нее видно, что даже в самых неблагоприятных случаях погрешности в оценке φ не превышают 10-12%. Это дало нам основание использовать при расчете $\bar{\varphi}$ короткие ряды наблюдений. Исследование $C_{v_ц}$ для рек с длительными рядами наблюдений показало, что оно варьирует в пределах от 0,11 до 0,2 (табл. I).

Таблица I

Погрешности $\Delta\varphi$ (%) определения коэффициента естественной зарегулированности φ в зависимости от числа членов ряда и коэффициента изменчивости C_v

C_v	φ	Число лет							
		3	5	10	15	20	25	30	35
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0,4	12,5	10	7,5	5	5	5	2,5	2,5
	0,5	12	8	6	6	4	4	4	4
	0,6	11,7	8,3	6,7	5	5	3,3	3,3	3,3
0,2	0,7	11,4	8,6	5,7	5,7	4,3	4,3	4,3	2,9
	0,8	11,3	8,8	6,3	5	5	3,8	3,8	3,8
	0,9	11,1	8,9	6,7	5,6	4,4	4,4	3,3	3,3

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
	0,4	7,5	7,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	0,5	8	6	4	4	4	2	2	2
	0,6	8,3	6,7	5	3,3	3,3	3,3	3,3	I,7
0,I4	0,7	8,6	5,7	4,3	4,3	2,9	2,9	2,9	2,9
	0,8	7,5	6,3	5	3,8	3,8	2,5	2,5	2,5
	0,9	7,8	6,7	4,4	3,3	3,3	3,3	3,2	2,2
	0,4	5	5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	0,5	8	6	4	4	2	2	2	2
0,I3	0,6	8,3	5	3,3	3,3	3,3	I,7	I,7	I,7
	0,7	7,I	5,7	4,3	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
	0,8	7,5	6,3	3,8	3,8	2,5	2,5	2,5	2,5
	0,9	7,8	5,6	4,4	3,3	3,3	2,2	2,2	2,2
	0,4	7,5	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	0,5	6	4	4	2	2	2	2	2
0,II	0,6	6,7	5	3,3	3,3	I,7	I,7	I,7	I,7
	0,7	5,7	4,3	2,9	2,9	2,9	2,9	I,4	I,4
	0,8	6,3	5	3,8	2,5	2,5	2,5	2,5	I,3
	0,9	6,7	4,4	3,3	3,3	2,2	2,2	2,2	2,2

При вычислении коэффициентов естественной зарегулированности для всех гидростворов МНР использовались среднемесячные расходы воды. Из табл. 2 видно, что на реках МНР коэффициент естественной зарегулированности изменяется от 0,5I до 0,87. Для сравнения укажем, что в Средней Азии, по данным Л.И.Шалатовой [4], коэффициент естественной зарегулированности изменяется от 0,4 до 0,8. Таким образом, хотя географическое положение и климатические условия этих двух горных регионов различны, значения естественной зарегулированности близки.

Была сделана попытка выявить степень влияния отдельных физико-географических факторов на естественную зарегулированность стока рек МНР. На величину естественной зарегулированности стока влияют многочисленные факторы и прежде всего морфометрические характеристики бассейна (площадь водосбора, сред-

няя высота, уклон поверхности и др.). Важнейшую роль в естественной зарегулированности стока играет и поверхность бассейна: наличие озер, лесов, ледников и вечной мерзлоты, характер почвенного покрова. На зарегулированность стока влияют геологическое строение бассейна и его геоморфологические особенности. Внутригодовое распределение и, следовательно, зарегулированность стока зависят также от климатических особенностей бассейна, типа питания и водоносности рек [5].

Таблица 2

Коэффициент естественной зарегулированности стока и определяющие его факторы

Река	Пункт	Зарегулированность стока φ	Площадь водосбора $lg(F+1)$	Коэффициент озерности $f_{оз}$, %	Средняя высота $H_{ср}$, км	Средний уклон i, ‰	Слой стока $У$, мм
I	2	3	4	5	6	7	8
I. Прихубсугульский район							
Дэлгэрмурэн	Бурэнтогтох	0,58	4,I60	0,00	2,02	6,06	5,05
Дэлгэрмурэн	Мурэн	0,5I	3,2I9	0,00	I,96	7,74	6,80
Бэлтэс	Баян-Зурх	0,6I	3,5I3	0,00	2,II	I4,8	44
Эг	Хатгал	0,87	3,890	33,7	I,83	3,67	99
Эг	Эрдэнэ-Булган	0,80	4,2I9	I5,8	I,78	2,98	4I
Эг	Хантай	0,63	4,626	6,26	I,63	2,80	7I
II. Хангайский район (ЮЗ склон)							
Заг	Заг	0,52	3,I40	0,00	2,59	(27,8)	66
Завхан	Дэлгэр	0,55	4,I99	0,I6	2,44	4,45	(26)
Байдраг	Бумбэгэр	0,62	4,I68	I,93	2,35	5,84	22
Туй	Баянхонгор	0,69	3,327	0,00	2,60	(I0,7)	6I
Туй	Богд	0,6I	4,05I	0,77	2,II	9,60	7,6
Таац	Нарийнтээл	0,6I	3,208	0,77	2,38	8,I7	20,7
Онги	Уянга	0,57	3,I24	0,00	2,30	I3,6	46
Онги	Сайхан-овоо	0,55	3,950	0,05	I,87	6,65	4,9

I	2	3	4	5	6	7	8
		Ш. Хангайский район (СВ склон)					
Тэс	Баян-уул	0,67	4,066	29,3	2,02	2,36	33
Орхон	Хар-хорин	0,68	3,803	0,00	2,I8	I0,4	6I
Орхон	Орхон	0,59	4,548	0,08	I,82	4,92	38
Орхон	Орхон-Тола	0,67	4,70I	0,06	I,26	5,36	53
Урдтамир	Цэцэрлэг	0,60	3,453	0,00	2,37	I0,7	II0
Хойттамир	Их тамир	0,54	3,484	0,00	2,3I	I4	76
Хануй	Эрдэнэмандал	0,59	3,674	0,I6	I,96	(8,82)	49
Бугсэй	Тумурбулаг	0,67	3,440	I,I6	I,9I	I,65	25
Сумэн	Тариат	0,66	3,970	0,83	2,36	2,67	40
Идэр	Тосонцэнгэл	0,66	4,04I	0,05	2,I8	(II,7)	5I
Идэр	Зурх	0,62	4,328	0,03	2,08	4,04	52
Сэлэнгэ	Ингэттолгой	0,72	5,I43	2,04	I,60	3,26	62,3
Сэлэнгэ	Хутаг	0,67	4,965	3,7I	I,99	3,59	47,8
Сэлэнгэ	Шурэн	0,62	5,I6I	I,95	0,96	3,06	54,2
		IУ. Алтайский район					
Ховд	Улгий	0,59	4,383	I,67	2,3I	5,48	79
Ховд	Баяннуур	0,57	4,582	I,87	2,I9	4,38	63
Ховд	Мянгад	0,56	4,767	4,39	2,I9	3,69	59
Согоо	Улэнхуус	0,66	3,623	0,00	2,42	(5,83)	22
Цагаангол	Цэнгэл	0,49	3,325	0,00	2,33	(I2,5)	56
Сагсай	Сагсай	0,53	3,645	0,57	2,4I	(II,9)	84
Буянт	Дэлуун	0,55	3,332	0,86	2,60	(I2,5)	23
Буянт	Ховд	0,65	3,885	0,47	2,49	I5,7	26
Шарга	Шарга	0,74	3,845	0,76	I,40	8,3I	3,89
Хархира	Тариалан	0,60	3,038	0,00	2,58	56,4	I38
		У. Хэнтэйский район					
Орхон	Сухэ-Батор	0,62	5,I2I	0,02	0,89	3,72	28
Сэлэнгэ	Зуунбурэн	0,60	5,I67	I,93	I,20	2,78	55,7
Сэлэнгэ	Сухэ-Батор	0,74	5,476	0,94	0,82	2,36	I5,6
Тола	Улан-Батор	0,53	3,83I	0,23	I,75	8,24	I24
Хара	Хара	0,67	4,062	0,00	I,28	I4	32

I	2	3	4	5	6	7	8
Ero	Ero	0,60	3,940	0,00	I,36	4,59	2I3
Онон	Биндэр	0,55	4,I5I	0,0I	I,36	3,40	58
Онон	Дадал	0,64	4,399	0,02	I,32	(I,24)	55
Улз	Эрэнцав	0,57	4,49I	0,24	0,87	I,33	4
Керулен	Хэрлэн	0,50	3,894	0,00	I,68	7,57	I08
Керулен	Ундурхан	0,60	4,583	0,0I	I,40	3,50	23
Керулен	Чойбасан	0,6I	4,977	0,02	I,I8	2,30	6,74

В качестве основных природных факторов, определяющих естественную зарегулированность стока рек МНР, нами рассмотрены площадь водосбора, коэффициент озерности, средняя высота водосбора, средний уклон реки и общая увлажненность бассейна, характеризуемая нормой стока. Данные об этих природных факторах приводятся в табл. 2. Что касается таких факторов, как вечная мерзлота, геологическое строение, коэффициент лесистости и др., то они не включены в обработку из-за недостаточности данных. Учет их невозможен и по формальным соображениям, так как количество предикторов не должно превышать число членов ряда, которыми мы располагаем; между тем для одного из районов оно составляет всего шесть рек.

Известно несколько объективных математико-статистических методов исследования многофакторных явлений: множественный регрессионный анализ, факторный анализ, компонентный анализ и др. [6] и [7] . Нами для изучения внутригодовой зарегулированности стока в зависимости от определяющих ее факторов использован метод множественной линейной корреляции , причем отыскивалось уравнение множественной регрессии, связывающее вышеуказанные факторы с естественной зарегулированностью стока рек МНР. Очевидно, достаточно высокие значения тесноты связи между естественной зарегулированностью φ и природными факторами можно ожидать лишь для относительно однородных по своим физико-географическим особенностям районов. Поэтому мы исходили из общего физико-географического районирования Монголии [8] , выбрав в качестве первого приближения при исследовании многофакторных связей пять районов: Алтайский, Хангайский (ЮЗ склон), Хангай-

ский (СВ склон), Прихубсугульский и Хэнтэйский. В обработку по каждому району вошли створы, указанные в табл. 2.

Расчеты велись на ЭВМ "Минск-22" по программе, составленной А.М.Овчинниковым. Значения полных коэффициентов корреляции для отдельных районов таковы: наибольшее получено для Прихубсугулья - 0,96; для ЮЗ склона Хангая оно составляет 0,73; для СВ склона Хангая - 0,56; для Алтайского района - 0,68 и для Хэнтэйского района - 0,78.

Примечательно, что в Прихубсугульском районе всего шесть рек, между тем полный коэффициент корреляции оказался самым высоким. Здесь на естественную зарегулированность стока оказывает большое влияние площадь озер. На северо-восточном склоне Хангая полный коэффициент корреляции равен 0,556, хотя в расчет входят I4 рек. На Алтае полный коэффициент корреляции равен 0,683 при числе рек I0.

В табл. 3 помещены парные коэффициенты корреляции для отдельных районов. На основании этого было определено влияние различных факторов на естественную зарегулированность стока.

Таблица 3

Парные коэффициенты корреляции между коэффициентом внутригодовой зарегулированности стока и природными факторами по отдельным районам

Район	Фактор	φ	$lg(F+1)$	$f_{оз}$ %	$H_{ср}$ км	i ‰	$y_{мм}$
I	2	3	4	5	6	7	8
Прихубсугулье	φ	I					
	$lg(F+1)$	0,34	I				
	$f_{оз}$	0,94	0,2I	I			
	$H_{ср}$	-0,43	-0,72	-0,45	I		
	i	-0,49	-0,68	-0,54	0,84	I	
	$y_{мм}$	0,36	-0,00I	0,65	-0,38	0,40	I

I	2	3	4	5	6	7	8
Хангай (ЮЗ склон) φ	I						
$eg(F+1)$	+0,03	I					
$f_{oз}$	0,3I	0,47	I				
$H_{ср}$	-0,22	-0,46	-0,08	I			
i	-0,38	-0,66	-0,39	0,44	I		
$y_{мм}$	-0,06	-0,70	-0,44	0,82	0,72	I	
Хангай (СВ склон) φ	I						
$eg(F+1)$	0,39	I					
$f_{oз}$	0,24	0,03	I				
$H_{ср}$	-0,2I	-0,73	0,02	I			
i	0,5I	-0,52	-0,35	0,46	I		
$y_{мм}$	-0,35	-0,I9	-0,32	0,23	0,64	I	
Алтай φ	I						
$eg(F+1)$	0,06	I					
$f_{oз}$	-0,I6	0,84	I				
$H_{ср}$	-0,57	-0,34	0,02	I			
i	0,00	-0,63	-0,35	0,37	I		
$y_{мм}$	-0,46	-0,I2	-0,32	0,43	0,67	I	
Хэнтэй φ	I						
$eg(F+1)$	0,5I	I					
$f_{oз}$	0,2I	0,57	I				
$H_{ср}$	-0,36	-0,78	-0,2I	I			
i	0,05	-0,56	-0,43	0,47	I		
$y_{мм}$	-0,20	-0,63	0,0I	0,60	0,25	I	

Парные коэффициенты корреляции между коэффициентом зарегулированности стока и площадью бассейна колеблются от 0,03 до 0,5I. В Хэнтэйском районе, характеризуемом высокой проницаемостью почв, площадь водосбора особенно явственно выступает как ведущий фактор, увеличивающий естественную зарегулированность стока. На северо-восточном склоне Хангая площадь водосбора также является основным моментом, определяющим естественную зарегулированность стока.

Парные коэффициенты корреляции между коэффициентом внутригодовой зарегулированности стока и площадью озерности изменяются от -0,16 до 0,94. В Прихубсугульском районе, где озера занимают значительную площадь, озерность является основным предиктором, влияющим на естественную зарегулированность стока. Для юго-западного склона Хангая озерность - также ведущий определитель естественной зарегулированности стока.

Фактором, уменьшающим естественную зарегулированность стока, как видно из табл. 3, служит средний уклон бассейна, для которого парные коэффициенты корреляции составляют 0,51 (северо-восточный склон Хангая), - 0,49 (Прихубсугулье), -0,38 (юго-западный склон Хангая). Для двух других районов $R_{i\varphi}$ равно нулю или имеет малую положительную величину (0,05).

Парные коэффициенты корреляции R со средней взвешенной высотой во всех случаях отрицательные (от -0,21 до -0,57). Это указывает на уменьшение естественной зарегулированности стока с высотой.

Увеличение нормы стока в пределах МНР в основном ведет к увеличению его неравномерности, что отражено в табл. 3. Во всех районах, кроме Прихубсугульского, парные коэффициенты корреляции со стоком имеют отрицательные значения. В Прихубсугулье же он положительный и равен 0,36.

После оценки влияния отдельных факторов было установлено, что для Прихубсугулья эффективный вклад дают площадь озер и площадь бассейнов, для Хангая (ЮЗ склон) - озерность, средняя высота водосбора и незначительное влияние оказывает сток, для северо-восточного склона Хангая - уклон, площадь бассейнов, озерность, для Алтая - средняя высота, озерность, сток и площадь бассейнов, для Хэнтэя - площадь бассейнов, уклон и озерность. Вклады для каждого района (в процентах) отражены в табл. 4.

Уравнения множественной регрессии и их эффективность для отдельных районов представлены в табл. 5. Уравнения могут быть использованы в расчетных целях в пределах тех значений параметров, которые положены в основу их расчетов.

Таблица 4

Абсолютные вклады (%)

Район	Абсолютный вклад				
	$Д_1$ $eg(F+1)$	$Д_2$ $f_{oз}$	$Д_3$ $H_{ср}$ км	$Д_4$ i ‰	$У$ мм
Прихубсугулье	5,8	94,2	-	-	-
Хангай (ЮЗ)	2,I	23,8	-	66,5	7,6
Хангай (СВ)	27,5	8,I	-	57	7,4
Алтай	-	9	67,5	-	23,3
Хэнтэй	-	-	92,7	-	7,3
По всей территории Монголии	2,I	23,8	-	66,5	7,6

Таблица 5

Оценка эффективности уравнений множественной регрессии и полного коэффициента корреляции

Район	Уравнение множественной регрессии	Эффективность уравнения	Полный коэффициент корреляции
I	2	3	4
Прихубсугулье	$\varphi = 0{,}009 f_{oз} + 0{,}04 eg(F+1) +$ $+0{,}62$	0,04I	0,959
Хангай (ЮЗ склон)	$\varphi = 0{,}00I y - 0{,}007 i +$ $+0{,}032 f_{oз} - 0{,}042 eg(F+I) +$ $+0{,}756$	0,039	0,730
Хангай (СВ склон)	$\varphi = -0{,}004 i + 0{,}0I7$ $eg(F+I) + 0{,}00I f_{oз} + 0{,}623$	0,042	0,556

I	2	3	4
Алтай	$\varphi = -0,I03Hcp - 0,027 f_{oz} +$ $+0,038 eg(F+I) + 0,06$	0,05I	0,683
Хэнтэй	$\varphi = 0,I02 eg(F+I) + 0,0I i +$ $+0,48$	0,053	0,78

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- коэффициент естественной зарегулированности стока рек Монголии, определенный за многолетний период, варьирует от 0,5I до 0,87;

- коэффициент естественной зарегулированности стока не зависит от водности года;

- основными факторами, влияющими на естественную зарегулированность стока рек Монголии, являются площадь водосбора, коэффициент озерности, средняя высота водосбора, средний уклон реки и общая увлажненность территории.

Такие факторы, как вечная мерзлота, геологическое строение, коэффициент лесистости, и ряд других в данной работе не учтены из-за отсутствия сведений;

- общий коэффициент корреляции, который определялся методом множественной линейной корреляции по уравнению многофакторной зависимости между коэффициентом зарегулированности и основными факторами для пяти природных районов МНР, колеблется от 0,56 до 0,96;

- парные коэффициенты корреляции отражают влияние отдельных природных факторов на естественную зарегулированность стока разных районов. Наивысший парный коэффициент, равный 0,94, получен для площади озерности в Прихубсугульском районе;

- оценена эффективность вкладов отдельных природных факторов в зарегулированность стока. Получены уравнения множественной регрессии коэффициента естественной зарегулированности рек разных районов МНР, зависящего от природных факторов.

Литература

I. Бабкин В.И. Исследование внутригодовой зарегулированности стока рек Белорусской ССР и Верхнего Поднепровья в зависимости от физико-географических факторов методом множественной корреляции. - "Сборник работ по гидрологии", № 9. Л., Гидрометеоиздат, 1970.

2. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л., Гидрометеоиздат, 1959.

3. Шульц В.Л. Реки Средней Азии. Ч.I и П. Л., Гидрометеоиздат, 1965.

4. Шалатова Л.И. Некоторые данные о естественной зарегулированности стока рек Средней Азии. - "Труды ТашГУ", вып. 193. Ташкент, 1962.

5. Давыдов Л.К. Водоносность рек СССР, ее колебания и влияние на нее физико-географических факторов. Л., Гидрометеоиздат, 1947.

6. Езекиэл М., Фокс К. Методы анализа корреляции и регрессии. М., "Статика", 1966.

7. Лоули Д.Н., Максвел А.Е. Факторный анализ как статистический метод. М., "Мир", 1967.

8. Цэгмид Ш. Физическая география МНР. Улан-Батор, Институт географии и мерзлотоведения АН МНР, 1969.

9. Бабкин В.И. Метод множественной линейной корреляции и его применение в гидрологических исследованиях. - "Сборник работ по гидрологии", № 9. Л., Гидрометеоиздат, 1970.

УДК 631.61:633.511

И.Х.Халиков, канд.ист.наук,
доц.
(Минпрос УзССР)

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ КРУПНЫХ ЦЕЛИННЫХ МАССИВОВ УЗБЕКИСТАНА - ОСНОВА ШИРОКОГО РАЗВИТИЯ ХЛОПКОВОДСТВА

В исторических документах XXУ съезда КПСС, в последующих докладах и выступлениях тов. Л.И.Брежнева получила дальнейшее творческое развитие марксистско-ленинская аграрная политика партии в соответствии с требованиями современного этапа коммунистического строительства. Претворение в жизнь этой программы, в частности, предусматривает проведение комплексных мер по дальнейшему развитию мелиорации, для чего выделяются большие ассигнования, материально-технические средства, рабочая сила, высококвалифицированные специалисты.

Ввод в эксплуатацию 6,4 млн.орошаемых и свыше 8 млн.га осушенных земель служит одним из ярких доказательств огромных потенциальных возможностей социалистического строя, особенно на этапе развитого социализма, когда созданы могучие производительные силы, передовая наука, техника, все полнее раскрываются созидательная сила социализма и его преимущества.

Новым проявлением заботы КПСС и Советского государства о динамичном развитии сельского хозяйства стала широкая программа, определенная XXУ съездом партии в области мелиорации земель. За годы X пятилетки намечается ввести в сельскохозяйственный оборот более 9 млн.га новых земель, создать крупные оросительные системы на юге и юго-востоке Европейской части страны, в Средней Азии и Казахстане.

Согласно принятым XXУ съездом КПСС основным направлениям развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 гг. в Узбекской ССР предстоит увеличить среднегодовой объем валовой продукции сельского хозяйства на 21-24%, довести в 1980 г. производство хлопка-сырца до 5,8 млн.т, создать новый крупный район по выращиванию тонковолокнистого хлопчатника в Каршинской степи и развернуть работы по освоению Джизакской степи.

Претворение в жизнь курса майского (I966 г.) Пленума ЦК КПСС потребовало развития водохозяйственного строительства в крупных масштабах во всех важнейших земледельческих районах, в том числе в республиках Средней Азии, на базе достижений современной науки и техники.

В результате осуществления решений майского Пленума ЦК КПСС в строй введено свыше I4 млн.га орошаемых и осушенных земель.

Трудящиеся Узбекистана за последние годы добились больших успехов в освоении новых крупных целинных массивов и в улучшении мелиоративного состояния староорошаемых земель. Капиталовложения на орошение за I959-I965 гг. увеличились в 4 раза. За этот период было освоено 247 тыс.га орошаемых земель. Проделана огромная работа по освоению целинных земель Центральной Ферганы и Сурхандарьинской области. Только в Кашкадарьинской области за указанное время орошаемая площадь увеличилась в 2 раза.

За I949-I965 гг. объем водохранилищ возрос в I,8 раза. Было забетонировано 454 км каналов, расширены действующие ирригационные системы. К I965 г. в республике работало более 22 тыс. гидротехнических сооружений. За семилетку проложено 7 тыс.км коллекторов и линий дренажа. Протяженность коллекторно-дренажной сети республики в конце семилетки достигла 37 тыс. км. Осуществление водохозяйственных мероприятий способствовало повышению водообеспеченности более 500 тыс.га земель, улучшению мелиоративного состояния 240 тыс.га, что позволило увеличить производство хлопка и другой сельскохозяйственной продукции. За годы семилетки хлопкоробы Узбекистана продали государству 23 млн.673 тыс.т хлопка-сырца. Это на 4 млн.459 тыс.т больше, чем за предыдущие 7 лет. Ежегодный прирост производства хлопка составил 637 тыс.т. Около 240 хозяйств республики добились высокой урожайности хлопчатника - собрали по 30 ц/га. Укрепилась материально-техническая база хлопковых хозяйств. В колхозах и совхозах работало I20 тыс. тракторов, 20 тыс. хлопкоуборочных машин, 450 тыс. других сельскохозяйственных машин, большое количество землеройной техники.

Если в I958 г. машинами собрано всего лишь 65 тыс.т хлопка, то в I965 г. машинный сбор хлопка составил 9I0 тыс.т, т.е.

увеличился в I4 раз.

Валовая продукция сельского хозяйства за годы восьмой пятилетки выросла на 24,6%, основные фонды колхозов и совхозов – на 75%. Окрепла экономика хозяйств, повысились материальное благосостояние и культурно-технический уровень тружеников села.

Колхозы и совхозы за годы УШ пятилетки продали государству 20 млн. 668 тыс.т хлопка-сырца – на 3 млн. 244 тыс.т больше, чем в предыдущей пятилетке, и на I млн. I68 тыс.т больше, чем предусматривалось народнохозяйственным планом. При этом важно отметить, что 75% прироста достигнуто за счет повышения урожайности, которая выросла на 2,I ц/га и составила 26,2 ц/га. Это – наивысшая урожайность хлопчатника в мире на такой площади.

В I970 г. сдано государству 4 млн.668 тыс.т хлопка – на 668 тыс.т сверх плана. В полтора раза превышен план заготовки тонковолокнистых сортов.

За годы УШ пятилетки мелиораторы и работники водного хозяйства Узбекистана выполнили на I,5 млрд.руб. строительных и на I,2 млрд.руб. строительно-монтажных работ. За I966-I970 гг. улучшено мелиоративное состояние 436 тыс.га засоленных земель, повышена водообеспеченность полей на площади 650 тыс.га, выполнены большие объемы бетонирования каналов, что резко уменьшило потери воды на фильтрацию, за счет государственных капитальных вложений орошено 240 тыс.га новых земель.

Большую роль в увеличении производства хлопка-сырца играет освоение крупных массивов целинных земель. Нарастающими темпами продолжались работы по освоению Голодной и Каршинской степей, Сурхан-Шерабадской долины и низовьев Амударьи. Здесь созданы десятки новых совхозов с благоустроенными жилыми поселками и культурно-бытовыми комплексами.

Грандиозные задачи по развитию орошения и освоению земель стояли в IX пятилетке перед трудящимися Узбекистана.

С I97I по I975 г. в республике за счет государственных средств предстояло освоить 465 тыс.га новых земель, что вдвое превышает площадь, освоенную в УШ пятилетке. Наряду с этим колхозы за счет своих средств должны были освоить не менее 50 тыс. га.

За пятилетие было намечено улучшить мелиоративное состояние 610 тыс.га, оросить 230 тыс.га, реконструировать оросительные системы и повысить водообеспеченность 750 тыс.га, для чего необходимо было завершить строительство Тахиаташского гидроузла, Андижанского водохранилища, Большого Наманганского и второй очереди Аму-Бухарского каналов, ускорить работы на Туямуюнском водохранилище и начать сооружение Ахангаранского, Гавасайского, Гиссарского водохранилищ и многих других гидротехнических объектов. Общий объем капитальных вложений в водное хозяйство республики за годы IX пятилетки было предусмотрено довести до 3 млрд.700 млн.руб. Колоссальные масштабы работ требовали быстрого развития производственно-строительной базы водохозяйственных организаций. Это - одно из основных и решающих условий успешного выполнения намеченной грандиозной программы развития сельского хозяйства в целом и хлопководства - в частности.

Узбекская ССР, занимая по территории пятое и по населению четвертое место в стране, по площади орошаемых земель стоит на втором, после Российской Федерации, месте.

В настоящее время прирост орошаемых земель в республике лишь за один год составляет почти столько, сколько было орошено за весь дореволюционный период в Средней Азии.

Крупномасштабность водохозяйственных мероприятий, комплексный подход к решению вопросов мелиорации, переход к строительству ирригационных и осушительных систем высокого инженерного класса с внедрением индустриальных методов строительства и новейших достижений науки и техники - характерные черты современного этапа развития водного хозяйства.

В водохозяйственное строительство Узбекистана за IX пятилетку было вложено более 5,2 млрд.руб. Задание пятилетки было выполнено. Вошли в строй все намеченные водохозяйственные объекты.

Впервые в нашей стране была создана система закрытого горизонтального дренажа в новой зоне орошения Голодной степи на площади около 300 тыс.га, позволившая на принципиально новой основе решить проблему максимального использования земельных ресурсов, перевода эксплуатации оросительных систем на научно-техническую базу при одновременном снижении текущих затрат,

увеличить надежность дренирования земель, уменьшить расход оросительной воды на промывку и вегетационные поливы. Были разработаны научно-технические основы внедрения наиболее прогрессивного - вертикального дренажа и решены многие важные проблемы технического прогресса в водном хозяйстве.

В связи с быстрым ростом фондооснащенности водохозяйственных организаций были разработаны и внедрены в производство принципиально новые формы и методы эксплуатации оросительных систем, такие как диспетчеризация управления, создание специальных организаций по эксплуатации мелиоративных систем, контролю за состоянием мелиорации земель.

За годы УШ-Х пятилеток водохозяйственное строительство республики достигло такого уровня развития, которое обеспечивает успешное ведение сельскохозяйственного производства даже в неблагоприятные годы. Так, несмотря на острейшее маловодье 1974 и 1975 гг., труженики сельского хозяйства республики получили в 1974 г. рекордный урожай хлопка-сырца, а в 1975 г. значительно перевыполнили план заготовки.

В общесоюзном разделении труда Узбекистану как основной хлопковой базе страны отведена почетная роль - обеспечивать всевозрастающие потребности в хлопке, особо ценном виде сырья: сегодня нет ни одной отрасли, которая не пользовалась бы продукцией из хлопка. Сейчас, в век научно-технической революции, без хлопководства не могут успешно развиваться не только легкая и пищевая, но и тяжелая промышленность, автомобильная, авиационная, электротехническая и химическая. По своему значению в экономике страны хлопок занимает одно из ведущих мест. Он стоит в одном ряду с металлом, нефтью, хлебом.

В решении этой задачи большую роль играет освоение огромных целинных массивов и мелиорация земель.

Претворяя в жизнь решения XXУ съезда партии, июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС, труженики полей Узбекистана в сложнейших условиях 1979 г. добились большой победы. Государству продано 5 млн.720 тыс.т хлопка-сырца, 80% урожая сдано первыми сортами. Впервые в республике заготовлено 320 тыс.т тонковолокнистого хлопка.

Решающую роль в достижении такого успеха сыграли помощь и постоянная забота ЦК КПСС и советского правительства, созданная

мощная материально-техническая база сельского хозяйства республики, мастерство наших замечательных хлопкоробов, продуманные действия партийных и советских органов. В 1979 г. получена рекордная урожайность хлопчатника - 31,3 ц/га, 62% урожая собрано машинами. Вырощено 453 тыс.т риса и более I млн.т кукурузы, а всего Узбекистан в 1979 г. произвел 2 млн742 тыс.т зерновых. Собрано почти 4,6 млн.т овощей, картофеля, бахчевых, фруктов и винограда.

За четыре года X пятилетки в республике расширены посевные площади более чем на I70 тыс.га. Хлопкоробы Узбекистана за 1976-1979 гг. продали стране 22232 тыс.т хлопка-сырца.

В 1980 г. перед тружениками сельского хозяйства стоят еще более ответственные задачи: произвести и продать государству 5,850 млн.т хлопка, поднять урожайность, освоить и ввести в сельскохозяйственный оборот не менее I30 тыс.га новых земель, улучшить мелиоративное состояние I08 тыс.га, произвести капитальную планировку 80 тыс.га старопахотных земель.

Выполнение взятых повышенных соцобязательств на 1980 г. будет достойным вкладом республики в претворение в жизнь решений XXУ съезда КПСС по развитию сельского хозяйства.

УДК 556.324:628.II

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

Б.Ж.Жуманов, канд.техн.наук, гл.геолог объекта

(Средазгипроводхлопок)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕСНЫХ ЛИНЗ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ

Проблема хозяйственно-питьевого водоснабжения целинных совхозов на землях I очереди орошения Каршинской степи весьма актуальна. Ограниченность запасов подземных вод Китабо-Шахрисябзской котловины требует изыскания местных источников водоснабжения. Одним из них могут оказаться пресные линзы грунтовых вод, формирующиеся в зонах влияния крупных магистральных каналов, в частности Каршинского и Ульяновского.

В орошаемых районах Средней Азии известны два вида пресных линз грунтовой воды в приканальных зонах: I) линзы вдоль каналов, проходящих по старицам рек, где сохранились реликтовые пресные воды, 2) линзы вдоль каналов, распространенные среди соленых грунтовых вод; их формирование начинается только после ввода в эксплуатацию канала - за счет инфильтрации.

Первый вид более благоприятен для создания запасов пресных грунтовых вод. Он распространен во многих приканальных зонах в дельтах Амударьи, Сырдарьи и Зеравшана, где действуют десятки водозаборных узлов.

Второй вид требует некоторого времени для опреснения (замещения) соленых грунтовых вод. Скорость формирования пресных линз зависит от размера канала, режима его работы, а также геофильтрационного строения разреза. Этот вид пресных линз освещен в работе С.Ш.Мирзаева [I], в которой в зависимости от положения горизонта воды в канале относительно уровня грунтовых вод в прилегающей к нему зоне выделены следующие четыре типовые схемы:

I) водоток занимает командное положение по отношению к уровню грунтовых вод;

2) уровень грунтовых вод вблизи канала выше паводкового уреза воды в нем;

3) уровень грунтовых вод в рассматриваемой зоне находится на уровне дна водотока или выше, но ниже паводкового уреза воды в нем;

4) уровень грунтовых вод в полосе вдоль водотока у одного берега выше уреза воды в нем, а у другого - ниже.

Для эксплуатации пресных линз самой благоприятной является первая схема.

На рассматриваемой территории каналы проходят по предгорным равнинам и древней дельте Кашкадарьи, где (за исключением Мугланской линзы) распространены солоноватые и соленые грунтовые воды с минерализацией от 3 до I5 г/л.

С целью изучения процесса формирования пресных линз объединение "Узбекгидрогеология" ведет режимные исследования по створам, расположенным вдоль Каршинского магистрального канала (КМК). Результаты этих исследований показали, что процесс распространения фронта пресных вод, формирующихся за счет фильтрационных потерь из канала, очень длительный.

Наиболее благоприятным для создания пресных линз является створ, расположенный на ПК 520 КМК (рис.I), где за два года эксплуатации канала минерализация грунтовых вод уменьшилась с 4-7 г/л до 3 г/л (табл.I).

Таблица I

Минерализация грунтовых вод в зоне КМК

Расстояние от канала до наблюдательной скважины, м	Минерализация, г/л		Уменьшение минерализации, г/л
	исходная (май 1974 г.)	1976 г.	
	Правый берег		
25	4,5	2,4	2,I
200	7	2,7	4,3
	Левый берег		
25	5,7	3,I	2,6
200	6,3	2,6	3,7

Как видно из табл.I, минерализация грунтовых вод, несмотря на значительное опреснение их, пока не достигла допустимой для хозяйственно-питьевого водоснабжения. На остальных гидрорежимных створах этот процесс протекает еще медленнее.

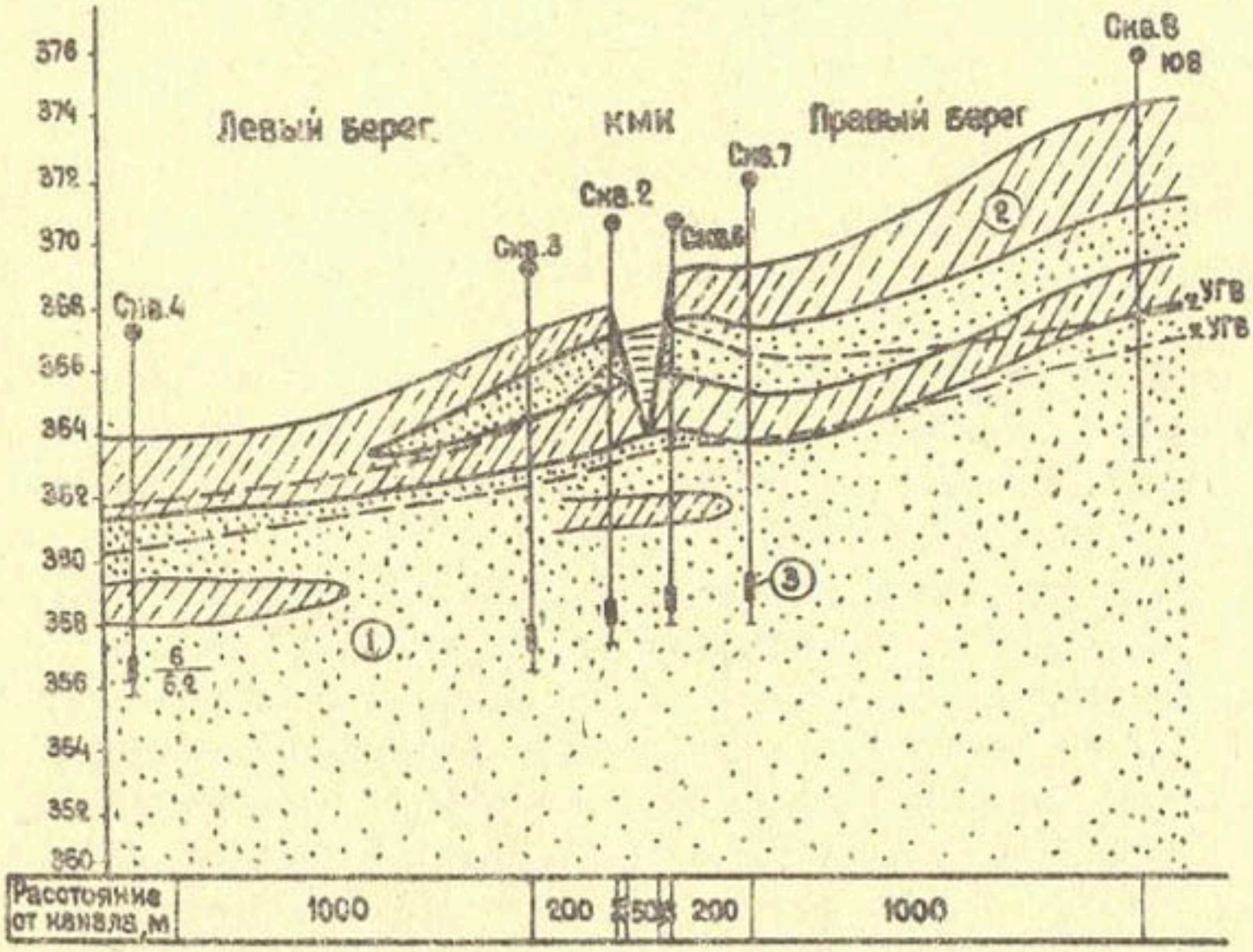


Рис.I. Гидрогеологический профиль режимного створа на ПК 520 КМК:

I - пески; 2 - суглинки; 3 - фильтр наблюдательной скважины

С такой же целью институтом "Средазгипроводхлопок" совместно с кафедрой гидрогеологии ТИИИМСХ в 1976 г. оборудованы три створа (рис.2) и проведены режимные исследования по ним в условиях, наиболее благоприятных для формирования пресных линз грунтовых вод, - вдоль Ульяновского канала, в пределах совхозов № 24, 26 и 30, где под дном канала распространены песчаные грунты (рис.3).

Исследования 1976-1979 гг. показали, что естественный процесс формирования пресных линз грунтовых вод в зоне Ульяновского канала, так же как и в зоне КМК, протекает очень медленно (табл.2).

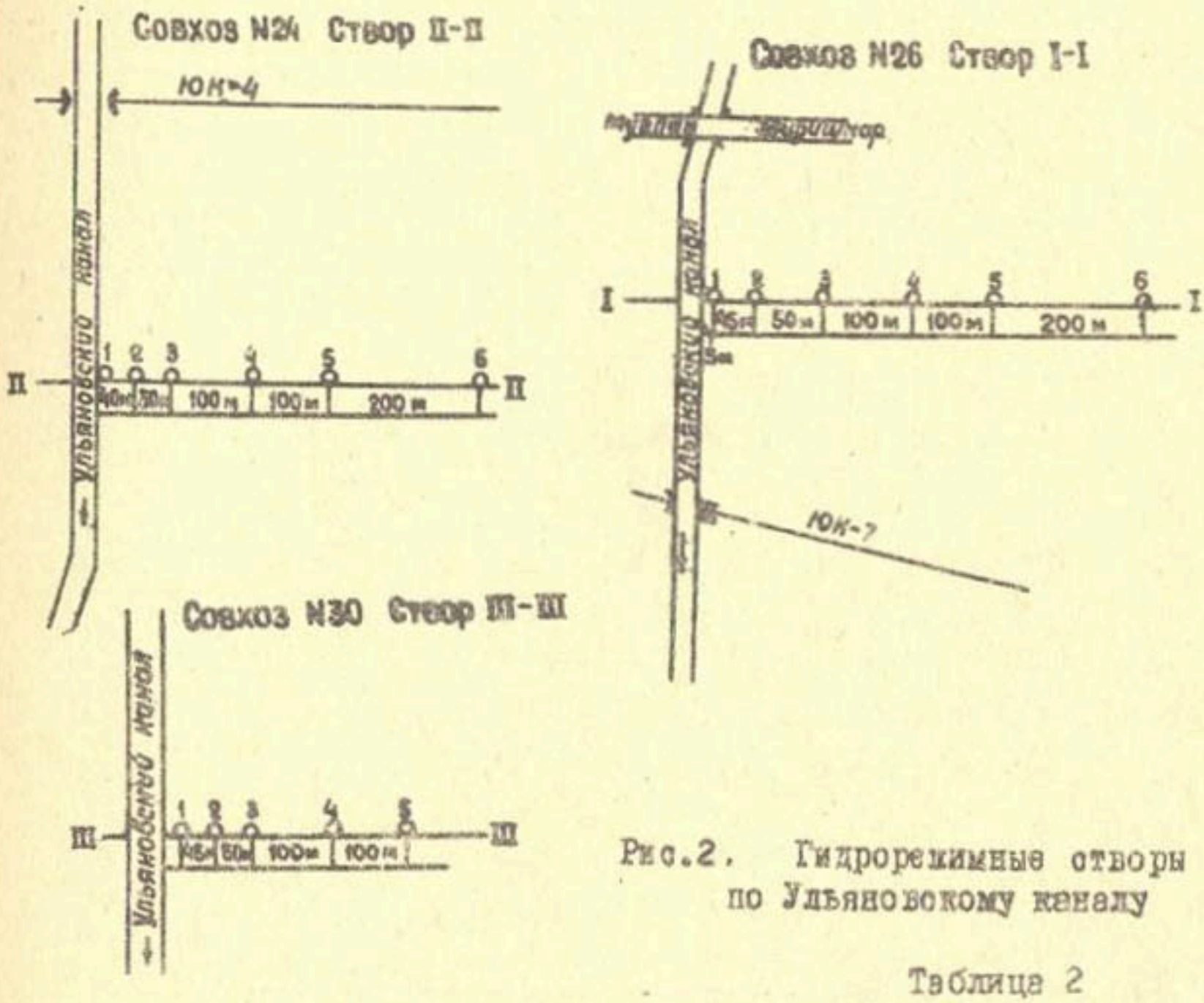


Рис.2. Гидрорежимные створы по Ульяновскому каналу

Таблица 2

Минерализация грунтовых вод в зоне Ульяновского канала (совхоз № 26)

Номер скважины	Глубина отбора проб, м	Расстояние от канала до наблюдательной скважины, м	Минерализация, г/л		Уменьшение минерализации, г/л
			исходная (1976 г.)	1979 г.	
I	10	5	6	3	3
2	20	50	6	4,7	1,3
3	10	100	4,4	3,8	0,6
3	20	100	6,4	5	1,4
4	10	200	7,3	2,9	4,4
4	20	200	6,2	3,5	2,7
6	10	500	4,1	2,5	1,6
6	20	500	5,5	4	1,5

Данные табл.2 свидетельствуют о том, что минерализация воды уменьшается примерно на 0,5 г/л в год.

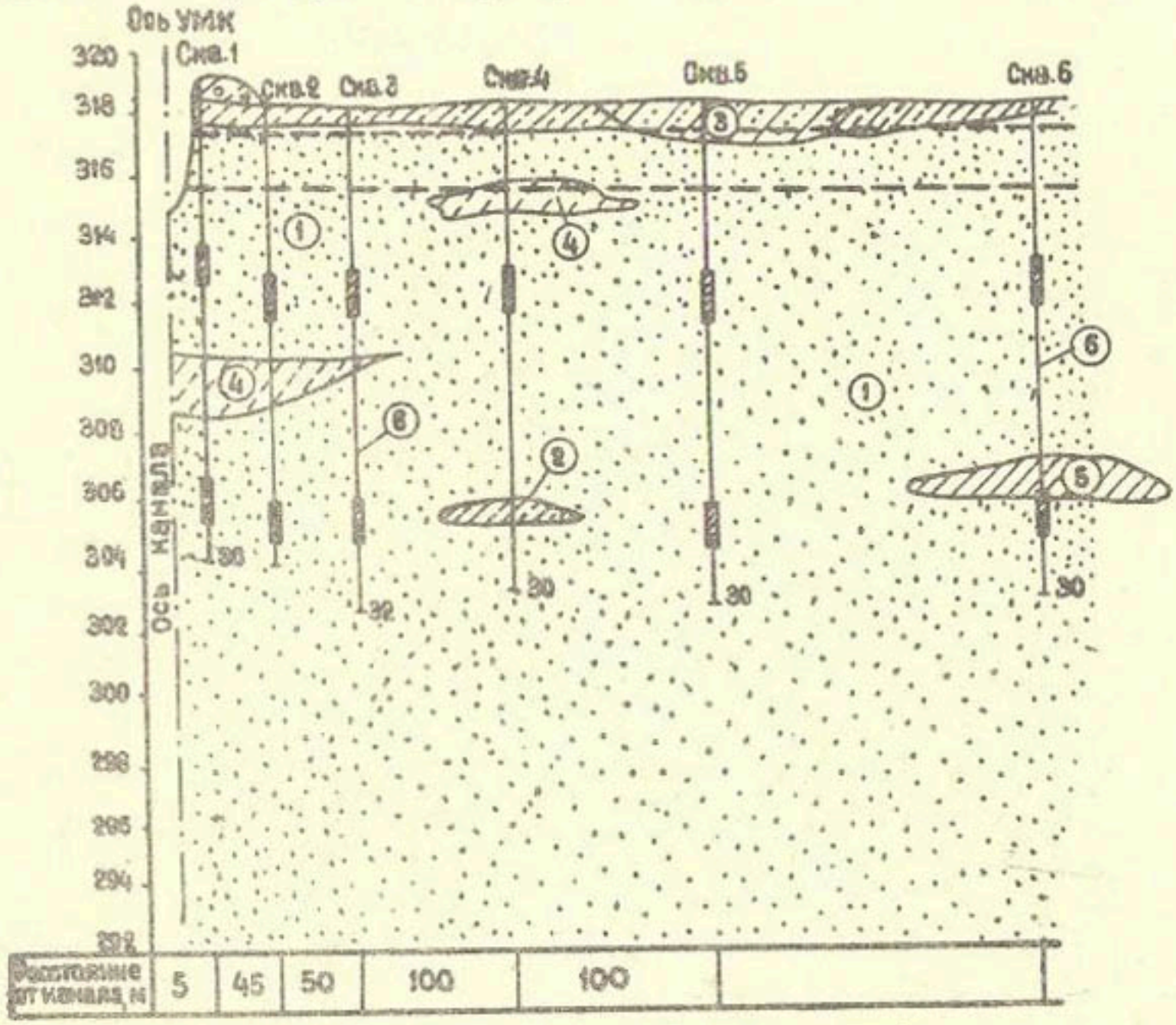


Рис.3. Гидрогеологический профиль режимного створа I-I в совхозе № 26:

1 - пески; 2 - суглинки средние; 3 - суглинки легкие; 4 - супеси; 5 - суглинки тяжелые; 6 - парные пьезометры

Нам представляется, что при строительстве скважин вдоль канала и интенсивной откачке воды из них процесс опреснения грунтовой воды значительно ускорится. Рекомендуется постановка эксперимента.

Из трех изученных на Ульяновском канале гидрорежимных створов наиболее благоприятным для искусственного восполнения запасов воды является створ I-I, расположенный в совхозе № 26, где дном канала вскрываются песчаные отложения древней дельты Кашкадарьи (см.рис.3).

В настоящее время на землях совхоза № 17 вдоль Ульяновского канала построены скважины систематического вертикального дренажа для мелиорации земель и для снятия подпора, создаваемого каналом.

Действие этих скважин, безусловно, ускорит процесс формирования пресных линз грунтовых вод в результате сработки емкостных запасов соленых вод и замещения их пресными инфильтрационными водами. Начатые в 1980 г. институтом "Средазгипроводхлопок" натурные исследования позволят установить скорость формирования этой линзы и запасы воды в ней.

Литература

1. Мирзаев С.Ш. Формирование и размещение запасов подземных вод Узбекистана, вопросы методики их изучения и проблемы хозяйственного использования. Ташкент, "Фан" УзССР, 1974.

2. Плотников Н.И., Плотников Н.А., Сычев К.И. Гидрогеологические основы искусственного восполнения запасов подземных вод. М., "Недра", 1978.

УДК 622.233:008:627.8

Р.А.Давидьянц, зам.нач.отд.
В.А.Боровинский, руководсектора
(Средазгипроводхлопок)
Л.А.Думаревский, канд.техн.наук, доц.
(ТашПИ)

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В БУРЕНИИ СКВАЖИН ПО БЕТОНУ ПЛОТИНЫ АНДИЖАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Для высоких плотин, каковой является бетонная плотина Андижанского водохранилища, в условиях больших объемов воды, накопленной в водохранилищах, вопрос надежности и прочности сооружения имеет чрезвычайно важное значение. В связи с этим еще в 1972 г. начаты буровые работы в теле плотины с целью проверки качества бетона по керну скважин. В соответствии с ГОСТом 18105-72 "Бетоны. Контроль и оценка однородности и прочности" и ГОСТом 10180-74 "Бетон тяжелый. Методы определения прочности" диаметр керна для условий строительства плотины должен быть не менее 150 мм. Для выбуривания керна такого диаметра необходимо, чтобы буровая коронка имела наружный диаметр не менее 160 мм.

Как показывает опыт, бурение скважин по бетону плотины Андижанского водохранилища характеризуется рядом особенностей.

Глубина скважин не превышает 20-30 м, хотя в последние годы она благодаря внедрению новых прогрессивных методов бурения алмазными коронками и долотами бескернового бурения ДДА диаметром 76 мм возросла до 70-80 м. Подавляющее большинство скважин пробурено вертикально вниз, часть их (алмазными коронками и долотами ДДА-76) пробурена наклонными до 80^0.

Бурение производится по бетону с неоднородными физико-механическими свойствами составляющих компонентов - растворной части и заполнителя. При бурении встречаются заложенная в бетон стальная арматура диаметром 18-36 мм и охладительные водопроводные трубы диаметром 1/2 дюйма. В связи с этим резцы коронок должны обладать большой стойкостью, хорошо удерживаться

в корпусе коронки, одинаково успешно бурить заполнитель, растворную часть бетона, металл арматуры и труб.

Поскольку бурение производится по бетону, исключающему в соответствии с требованиями прочности всего сооружения трещины, каверны и пустоты, в процессе бурения и испытания стенки скважин устойчивы и не требуют крепления. Это позволяет использовать в качестве промывочной жидкости техническую воду. Применение других видов промывочных жидкостей и добавка в техническую воду поверхностно-активных или иных веществ нежелательны, так как они могут повлиять на прочностные качества бетона.

Монтаж бурового оборудования производится на площадках секций плотины, когда размеры площадок ограничены. Поверхность площадок ровная, и потому рамы бурового станка и насоса крепятся непосредственно к бетонному основанию при помощи анкерных болтов с зажимным устройством. Для этой цели на месте установки бурового оборудования перфораторами бурятся шпуры.

В связи с незначительной глубиной скважин и ограниченными размерами площадок для размещения оборудования использование стандартных буровых вышек и мачт нерационально, поэтому применяются треноги легкого типа высотой 6-7 м, рассчитанные на спуск-подъем одной бурильной трубы длиной 4,5 м и оборудованные однострунной талевой оснасткой. По тем же причинам нерационально применение полуавтоматических элеваторов и механизмов разворота штанг. Спуск и подъем бурового снаряда и разворот штанг с укладкой их на невысокие стеллажи рядом с буровым станком выполняются вручную.

Бурение скважин производится буровым оборудованием и инструментом, применяемым в геологоразведочном бурении: буровые станки ЗИФ-300М, ЗИФ-650А, а с 1976 г. - СБА-500Э с насосами ЗИФ-250/50, бурильные трубы диаметром 50 мм с замковыми соединениями.

Снабжение электроэнергией и технической водой осуществляется по строительным коммуникациям; для монтажа, демонтажа и переноса станка и насоса используется строительное подъемное оборудование.

Буровая бригада из двух человек проводит бурение скважин, гидравлические испытания в них и ликвидационный тампонаж скважин при помощи цементного раствора.

На первом этапе буровых работ на плотине (1972-1973 гг.) бурение проводилось в основном твердосплавными коронками типа СМ и СТ диаметром 151 мм, которые обеспечивали получение образца керна диаметром 130 мм. Механическая скорость была 0,48 м/ч при проходке на коронку 0,3-0,5 м. Следует иметь в виду, что при встрече арматурной стали и охладительных труб механическая скорость резко падала и расход коронок возрастал. При бурении твердосплавными коронками диаметр керна бетона не соответствовал наибольшей крупности заполнителя, а поэтому испытания кернов диаметром 130 мм не отвечали требованиям ГОСТов. Кроме того, поверхность керна оставалась неровной, нарушался контакт заполнителя и растворной части, что отрицательно сказывалось на результатах испытания керна на сжатие, сдвиг, морозостойкость и водопроницаемость.

Одновременно с бурением серийными твердосплавными коронками диаметром 151 мм проводились работы по конструированию и изготовлению в механических мастерских института и непосредственно в партии коронок диаметром 168 мм с использованием резцов из твердого сплава типа ВК-8 формы Г-53 (24-40 на коронку), резцов из сверхтвердого материала на основе кубического нитрида бора - эльбора Р весом 0,8 карата каждый (8-12 шт.) и резцов из твердого сплава типа ВК-8 формы Г-53 (24-30 на коронку).

В обоих случаях коронки изготовлялись из труб 168х8 мм с резьбой под колонковую трубу. Коронки имели высоту 200-250 мм и были разбиты на 10 секторов с промывочными каналами прямоугольной формы глубиной 2-3 мм. Под каждый резец просверливалось отверстие, пайка резцов производилась латунью газосваркой вручную при температуре 600-650^{0}С, выход резцов из торца короночного кольца составлял для эльбора 3,5-4 мм, для твердого сплава ВК-8 - 2,5-3 мм.

При бурении этими типами коронок были получены невысокие результаты: механическая скорость 0,4-0,6 м/ч при проходке на коронку 0,5-0,6 м, что примерно соответствует показателям бурения серийными твердосплавными коронками диаметром 151 мм.

Если учесть стоимость изготовления коронок диаметром 168 мм (она превышала в 4–4,5 раза цену серийных коронок), а также дефицит эльбора Р и твердого сплава ВК-8, станет понятно, почему бурение этими коронками не нашло широкого применения (табл.1). Зачастую в последние годы эти коронки использовались при отсутствии алмазных наконечников и в основном для добуривания скважин.

Второй этап развития буровых работ на плотине (1974–1978 гг.) связан с разработкой коронок диаметром 168 мм Институтом сверхтвердых материалов Академии наук Украинской ССР (ИСМ), которые оснащались синтетическими алмазами. Несколько ранее коронки ИСМа нашли применение при отборе образцов бетона на строительстве плотин Братской, Красноярской и Токтогульской ГЭС.

Коронки конструкции ИСМа оснащены сегментами, изготовленными из порошка твердого сплава с синтетическими алмазами АСС 160/220 и АСС 200/60. Соответствующей установкой сегментов во фрезерованных пазах торца коронки обеспечиваются необходимые для нормального бурения зазоры. Эти коронки позволяют получать образцы керна диаметром 150 мм.

Технологические особенности бурения алмазными коронками ИСМа в бетоне плотины состоят в следующем:

– при встрече арматурной стали механическая скорость резко падает, возникают характерные стуки бурового снаряда, появляется опасность отрыва от торца коронки отдельных алмазосодержащих сегментов; в этом случае рекомендуется понизить частоту вращения снаряда (I–II скорость вращения станка), а осевую нагрузку снизить до 400–600 кгс;

– в случае поглощения охладительных труб наблюдается полная или частичная потеря промывочной жидкости; бурение следует продолжать после ликвидации полного ухода жидкости по трубе с помощью заливки этого интервала скважины цементным раствором;

– бурение скважин чередуется с проведением гидравлических испытаний (опытных нагнетаний), в результате чего сокращается производительное время бурения;

– заклинка и удержание керна в колонковой трубе производится заклиночным материалом; технология работ по его применению не отличается от принятой в геологоразведочном бурении.

Таблица I

Изменение объемов буровых работ (м) по годам с учетом вида наконечников и производительность бурения по бетону в теле плотины Андижанского водохранилища

Год	Твердосплавное					Алмазное			Бескерновое долотами ДДА-76	Итого, м	Производительность, м и м/бригада. месяц (м/бр.мес)
	⌀168мм	⌀151мм	⌀132мм	⌀93мм	⌀76мм	⌀325мм	⌀168мм	⌀76мм			
1972		24,5								24,5	20
1973	23,1	212,2				1,2	13,5			250	25
1974	3	122,4				1,95	115,88			243,23	25
1975	46,7	13,9	159,6				191,9			412,1	30,7
1976	116,11	93,9	100,8				174,3			485,1	56,3
1977	35,93	210					111,25			357,2	53,7
1978	18,4		75,15	22,9	29,86		92,8	288,7	92,25	620	56,3
1979					79,06		16,2	271,2	1292	1658,5	121,8
Проект 1980							100	300	200	600	125-130
Итого										4716,4	

Примечание: Бурение твердосплавными коронками диаметром 132-76 мм носило вспомогательный характер. Снижение объемов алмазного бурения коронками диаметром 168 мм в 1979 г. объясняется отсутствием коронок.

Методами планирования эксперимента авторы данной работы определили рациональные параметры режима бурения алмазными коронками диаметром 168 мм:

- осевая нагрузка 1000-1200 кгс;
- частота вращения - не менее 300 об/мин;
- количество промывочной жидкости - 80-100 л/мин.

Алмазные коронки ИСМа изготавливаются из труб 168х8 мм, колонковые трубы изготавливались из таких же труб. Для получения необходимых зазоров между стенкой скважины и керном наружная и внутренняя поверхность их растачивалась на трубонарезном станке таким образом, чтобы толщина стенки составляла около 5 мм. В связи с этим длина колонковых труб не превышала 0,9-1 м.

Применение алмазных коронок ИСМа диаметром 168 мм при бурении в бетоне плотины Андижанского водохранилища позволило увеличить механическую скорость до 0,97 м/ч, проходка на коронку составила 10,66 м, т.е. по сравнению с твердосплавным бурением скорость возросла в 2 раза, а стойкость наконечников - более чем в 20 раз. Получен значительный экономический эффект от внедрения алмазного бурения взамен твердосплавного.

Наряду с повышением технико-экономических показателей алмазное бурение коронками ИСМа позволило повысить качество и надежность испытаний образцов керна из бетона, поскольку значительно увеличилась длина плашки керна. Так, если при твердосплавном бурении плашки керна длиной от 11 до 40 см составляют 85%, длиной свыше 41 см - 10,8%, то при алмазном бурении первые составляют 52,4%, вторые - 45,7%, имеет место выход плашек длиной около 1 м - 2,8%.

Единственный отрицательный момент внедрения алмазного бурения коронками диаметром 168 мм - нерегулярная поставка их ИСМом из-за возросшей потребности крупных народнохозяйственных строек в наконечниках.

Третий, современный этап развития буровых работ на плотине Андижанского водохранилище (начиная с 1978 г.) обусловлен двумя факторами:

1. Главный инженер проекта плотины Андижанского водохранилища Г.Н.Кулешов обосновал возможность перехода на бурение скважин диаметром 76 мм и менее с последующим ультразвуковым карота-

жем (УЗК), поскольку стенки скважин гораздо меньше, чем керн, подвергаются разрушению от воздействия бурового наконечника. При этом следует иметь в виду, что данные ультразвукового каротажа скважин в отдельных случаях могут быть более эффективны, особенно на участках бетона низкого качества, где, как правило, низок выход керна при бурении коронками диаметром 168 мм.

Предложение Г.Н.Кулешова предусматривало применение 90% от общего объема бурения диаметром 76 мм и 10% от объема - диаметром 168 мм для подтверждения данных ультразвукового каротажа лабораторными испытаниями кернов бетона большого диаметра.

Это предложение позволило вплотную приступить к применению алмазного и бескернового бурения диаметром 76 мм, поскольку дальнейшее уменьшение диаметра пока невозможно из-за наружного размера скважинного прибора УЗК.

2. В области техники и технологии сооружения скважин основным направлением научно-технического прогресса стало алмазное бурение, которое нашло широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

В настоящее время отработаны и выпускаются отечественной промышленностью высокоэффективные типы алмазных коронок, появился достаточный опыт этого вида бурения.

Одновременно с развитием алмазного бурения совершенствовались долота бескернового бурения и его технология, в частности, в Средней Азии нашли применение долота ДЛА-76, обладающие высокой стойкостью и обеспечивающие высокие скорости бурения и значительное снижение его стоимости.

Вышеизложенное определило пути развития алмазного и бескернового бурения на плотине, внедрение которых позволило уже в 1979 г. увеличить годовой объем бурения в 2,5 раза без увеличения числа работающих станков.

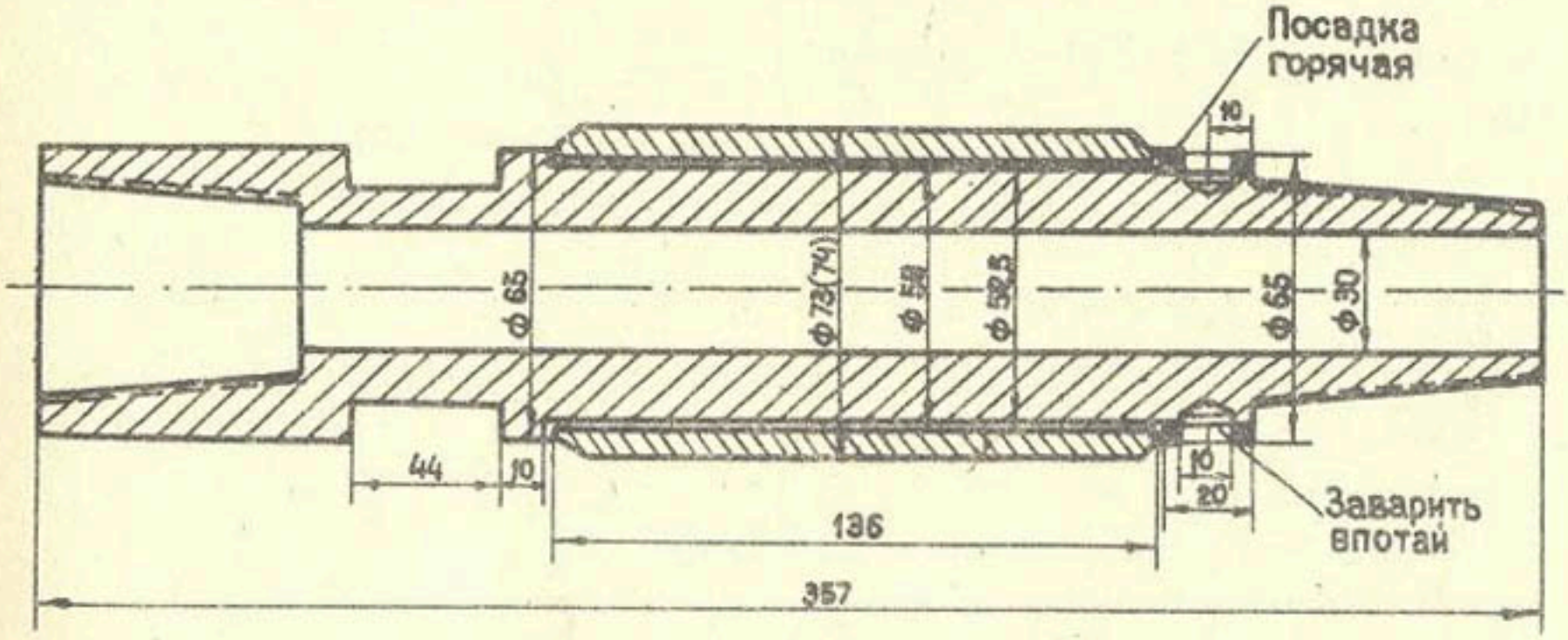
В качестве алмазных наконечников диаметром 76 мм применялись однослойные и импрегнированные коронки с природными и синтетическими алмазами типов 01А3, 01А4, 02И3 и 07А3. Бурение проводилось однослойными коронками на режимах: осевая нагрузка - 450-600 кгс, частота вращения - 380-700 об/мин, количество промывочной жидкости - 40-50 л/мин. Бурение импрегнированными коронками осуществлялось при осевой нагрузке 600-800 кгс, час-

тоте вращения 480-700 об/мин и том же количестве промывочной жидкости. При этом механическая скорость бурения однослойными коронками составила I,3-I,6 м/ч, импрегнированными коронками - I,2-I,24 м/ч, средняя проходка на коронку при бурении однослойными коронками была I6,9-24,3 м, импрегнированными коронками - I6,2-23,6 м.

Исследование удельной износостойкости показало, что для всех типов алмазных коронок имеет место повышенный износ по внутреннему диаметру в сравнении с наружным. Удельная износостойкость по высоте матрицы возрастает в направлении 07А3 — 0IA3K45K 35 (0IA3Д40 К40, 02И3СВК I20/60)-02И3Д200К60.

Переход на бурение алмазными коронками малого диаметра обеспечил рост механической скорости бурения и стойкости коронок примерно в 2 раза по сравнению с алмазными коронками диаметром I68 мм. Еще внушительнее сравнение с данными твердосплавного бурения диаметром I5I мм: механическая скорость возросла в 3 раза, а стойкость коронок более чем в 30 раз.

При переходе на повышенную частоту вращения бурового снаряда возникают вибрационные колебания, которые были практически ликвидированы жестким креплением бурового станка к бетону площадки при помощи анкерных болтов с зажимным устройством, применением укороченных рабочих замеров и включением в буровой снаряд стабилизаторов - центраторов плавающего типа, предложенных техническим руководителем буровых работ партии Л.М.Сафиным.



Общий вид центратора плавающего типа для алмазного бурения

Центратор представляет собой переходник плавающего типа со свободно посаженной обоймой диаметром 73 мм; стойкость центраторов - около 70 м. Устанавливаются они через I2-I4 м (на каждой третьей бурильной трубе) и постоянно участвуют в бурении скважин. Изготовление и восстановление центраторов не представляют сложности в любых механических мастерских.

Внедрение в практику бурения долот ДДА-76 позволило увеличить механическую скорость до 4,7 м/ч и довести стойкость долота до 39,5 м.

Внедрение алмазного и бескернового бурения диаметром 76 мм взамен алмазного бурения диаметром I68 мм позволило получить значительный экономический эффект.

В табл.2 приведены сравнительные данные по всем видам наконечников.

Таблица 2

Механическая скорость, проходка на один наконечник при бурении по бетону в теле плотины Андижанского водохранилища

Вид и диаметр наконечника	Механическая скорость бурения, м/ч	Проходка на один наконечник, м
Серийная твердосплавная коронка диаметром I5I мм	0,48	0,3-0,5
Опытная твердосплавная коронка с использованием резцов формы Г-53 и из сверхтвердого материала эльбора Р	0,4-0,6	0,5-0,6
Алмазная коронка ИСМа АН УССР диаметром I68 мм	0,97	I0,66
Серийная алмазная коронка диаметром 76 мм:		
однослойная	I,3-I,6	I6,9-24,3
импрегнированная	I,2-I,24	I6,2-23,6
Долото бескернового бурения ДДА-76	4,7	39,5

Все вышеизложенные мероприятия по совершенствованию буровых работ по бетону в теле плотины Андижанского водохранилища

дали возможность увеличить скорость на одну буровую бригаду в месяц (станко-месяц) с 20-25 м в 1972-1974 гг. до 121,8 м в 1979 г. (см.табл.1) и резко снизить стоимость бурения, при этом качество изучения сооружения не снизилось, а в отдельных случаях (при недостаточном выходе керна, имеющем место в бетоне низкого качества) существенно повысилось.

Таким образом, техника и технология бурения скважин в теле бетонной плотины Андижанского водохранилища претерпели большие изменения, введен новый способ определения прочности бетона в строительных блоках сооружения, в результате чего значительно выросли механическая скорость и производительность бурения.

Литература

1. Абразивная и алмазная обработка материалов. Под ред. А.Н.Резникова. М., "Машиностроение", 1977.

2. Козловский Е.А. Оптимизация процесса разведочного бурения. М., "Недра", 1975.

3. Корнилов Н.М., Блинов Г.А., Курочкин П.Н. Технология бурения скважин алмазным инструментом при высоких скоростях. М., "Недра", 1978.

4. Пешалов Ю.А. Оптимизация применения технических средств и технологии бурения разведочных скважин. М., "Недра", 1979.

5. Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении. Под ред. В.Н.Бакуна. Киев, "Наукова думка", 1978.

УДК 627.8:666.9:534-8
Г.Н.Кулешов, гл.инж.проекта
(Средазгипроводхлопок)

КОМПЛЕКСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАССИВНЫХ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОМ И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

В практике строительства массивных бетонных сооружений ультразвуковые методы контроля прочности бетона имеют ограниченное применение. Между тем их широкое внедрение позволило бы осуществлять не только оперативный контроль прочности и однородности бетона, но и при необходимости регулировать режим организационно-технологических мероприятий, обеспечивающих нормативные прочностные показатели бетона.

При испытании ультразвуком тонкостенных бетонных изделий и конструкций наибольшее распространение получил способ сквозного соосного прозвучивания, но для массивных сооружений возможности этого способа ограничены. Во-первых, из-за больших размеров поперечных сечений часто бывает недостаточной мощность ультразвуковой аппаратуры. Во-вторых, при прозвучивании бетона на больших базах, во много раз превышающих размеры лабораторных контрольных образцов, происходит осреднение значений скорости ультразвука и искажение фактической неоднородности материала. Поэтому для достоверной оценки не только прочности, но и однородности бетона необходимо производить измерения скорости ультразвука на базах 15-30 см.

Прочность бетона в объеме массива может распределяться неравномерно, что вызвано многими технологическими факторами. По этой причине испытание бетонной кладки сооружений необходимо производить как в плане (по площади строительных блоков), так и по высоте конструкции, используя комплекс способов измерений. Например, испытания бетона с поверхности блока можно вести способом продольного профилирования (УПП), который, в отличие от способа поверхностного прозвучивания, обеспечивает не только определение скорости ультразвука, но и позволяет оценить состояние бетона в поверхностном слое. А это, как будет показано ниже, имеет существенное значение. Определение однородности прочностных свойств бетона по высоте конструкции можно вести путем испытания

бетона в скважинах способом ультразвукового каротажа (УКС). Разные способы измерения скорости ультразвука должны быть равнозначными или между ними и способом сквозного прозвучивания должна быть установлена корреляционная связь.

При комплексных испытаниях бетонных массивных сооружений ультразвуком исследуемый бетон, как правило, имеет разный возраст, отличающийся от нормативного (180 сут). Например, для скважины глубиной 50 м при интенсивности возведения сооружения 5 м/мес разница в возрасте бетона верхних строительных блоков и нижних составит 10 мес и исследуемый бетон будет иметь возраст как больше, так и меньше нормативного. Испытания бетона ультразвуком в плане сооружения возможны лишь в раннем возрасте, так как горизонтальная поверхность строительных блоков бывает открытой лишь ограниченное время. После укладки бетона в расположенный выше блок доступ к перекрытому блоку будет затруднен и для испытания его ультразвуком потребуется выполнить большой объем дополнительных дорогостоящих и трудоемких работ. Следовательно, применительно к массивным конструкциям для оценки прочности и однородности бетона необходимо знать закономерности изменения прочности бетона и скорости распространения ультразвука в зависимости от срока твердения.

Оценка прочности бетона ультразвуком производится с использованием корреляционной зависимости "скорость-прочность", которая устанавливается экспериментально по результатам механических и ультразвуковых испытаний образцов бетона, изготовленных в лабораторных условиях, или кернов, выбуренных из бетонной кладки сооружения.

Керны, в отличие от лабораторных образцов, несут в себе информацию о влиянии технологических факторов на прочность бетона и поэтому должны быть более достоверны. Однако на их прочностные показатели и величину скорости распространения ультразвука влияют: размер образца и крупность заполнителя, вид бурового оборудования и режим бурения, марка бетона и многие другие факторы. Влияние указанных факторов можно значительно снизить, если бурить керны диаметром 300 мм и более. Но в этом случае заметно усложняются бурение, обработка и испытание образцов, увеличивается стоимость работ. Кроме того, мощность бурового и лабораторного оборудования часто бывает недостаточной для получения и испытания кернов больших диамет-

ров. Далеко не совершенна и методика определения кубиковой прочности бетона по данным механических испытаний кернов. Поэтому целесообразно экспериментальные работы на лабораторных образцах и кернах проводить одновременно и на основе обобщенных данных испытаний устанавливать корреляционную связь между скоростью ультразвука и прочностью бетона.

Известно, что на прочность бетона оказывает заметное влияние температурный режим твердения [1]-[3] . Особенно это характерно для бетона в раннем возрасте. Кроме того, температура твердения бетона, согласно исследованиям [2], [3] и ГОСТу 17264-78, может влиять на характер корреляционной зависимости "скорость-прочность" и приводить к искажению результатов оценки прочности бетона.

В работе [3] приведены зависимости изменения скорости ультразвука от возраста и температуры бетона, а также для определения величины поправки к скорости ультразвука на нестандартные условия твердения бетона при оценке его прочности по зависимости "скорость-прочность". Основные из них:

$$V_n = V_o + [1{,}15 - 0{,}6\lg(t\sqrt{\lg T_n})]\lg T_n \qquad (1)$$

$$V_o = V_T - [1{,}15 - 0{,}6\lg(t\sqrt{\lg T})]\lg T \qquad (2)$$

$$V_p = V_o K_o + [1{,}15 - 0{,}6\lg(t\sqrt{\lg T_n})]\lg T_n \qquad (3)$$

$$K_o = 1{,}32 + 0{,}25\lg t - 0{,}15 V_o , \qquad (4)$$

где V_n - прогнозируемая скорость ультразвука, км/с;
V_o - скорость ультразвука в бетоне в начальный момент твердения (конец первых суток), км/с;
t - расчетная температура твердения бетона, град;
T_n - расчетный возраст бетона, сут;
V_T - скорость ультразвука, измеренная в бетоне в возрасте Т, км/с;
T - возраст бетона в момент измерений V_T, км/с;

V_p - расчетная скорость ультразвука для вычисления прочности бетона по зависимости "скорость-прочность", км/с;

K_o - поправочный коэффициент к V_o, учитывающий нестандартные условия твердения бетона.

По данным работы [3], зависимости (3) и (4) могут быть также представлены уравнениями:

$$V_p = K_o V_n, \tag{5}$$

$$K = 1{,}32 + 0{,}17 \lg T_n + (0{,}25 - 0{,}10 \lg T_n) \lg t - 0{,}15 V_n. \tag{6}$$

Изложенная в исследовании [3] методика прогнозирования скорости ультразвука составлена на основе испытаний, выполненных способом сквозного соосного прозвучивания (ССП). Но как было отмечено выше, ССП из-за ограниченных возможностей не может быть применен в массивных сооружениях. Для испытания крупных конструкций целесообразно применять в комплексе способы УПП и УКС, как то имело место на строительстве плотины Андижанского водохранилища, где оба эти способа освоены и внедрены в производство. Были изготовлены специальные снаряды, состоящие из пяти преобразователей: трех приемников и двух излучателей, - которые располагаются нормально к поверхности блока или стволу скважин на расстоянии 20 см друг от друга. Методика измерения способом УПП изложена в работе [4]. Измерение скорости ультразвука способом УКС аналогично УПП.

В связи с тем, что при измерении скорости ультразвука способами УПП и УКС излучатель и приемник располагаются не соосно (как при способе ССП), а параллельно друг другу, условия распространения ультразвуковых волн в бетоне, очевидно, будут неодинаковы, в частности, из-за возможного влияния граничных условий, и потому значения измеренных скоростей могут быть неравнозначны.

Для установления корреляционной связи между численными значениями скоростей ультразвука, измеренных вышеуказанными способами, в производственных условиях были проведены специальные исследования. На поверхности строительных блоков назначалось по 10-30 участков для испытаний. На каждом из них, на расстоянии 40 см друг от друга на всю высоту блока бурились два шпура диаметром 42 мм. Способом ССП измерялась скорость ультразвука через

каждые IO см по глубине шпура, начиная с поверхности. Затем между шпурами с поверхности блока производилось прозвучивание бетона способом УПП. Всего было исследовано I90 участков на IO блоках. Исследования выполнялись в разное время года, в разных температурно-влажностных условиях, при возрасте бетона 3-55 сут. Некоторые блоки испытывались на одних и тех же участках, но в разное время по 2-3 раза.

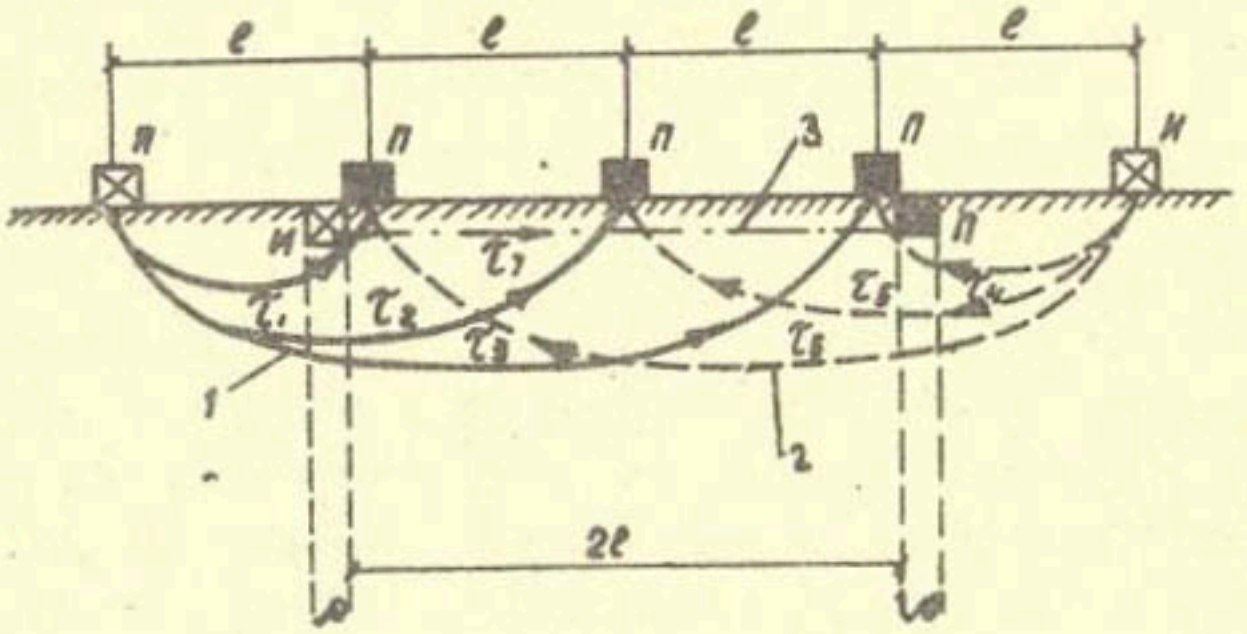


Рис.I. Схема измерения скорости ультразвука:

I - ———— прямое направление прозвучивания;
2 - — — — обратное направление; 3 - —·—· направление сквозного соосного прозвучивания; П - приемник; И - излучатель; τ - время движения ультразвуковой волны от излучателя до приемника

На рис.I показана схема расположения преобразователей при испытании бетона ультразвуком. Скорость ультразвука на исследуемых участках поверхности блока вычисляется по формулам:

$$V_1 = \frac{l}{\tau_2 - \tau_1}; \quad V_2 = \frac{l}{\tau_3 - \tau_2}; \quad V_3 = \frac{l}{\tau_5 - \tau_4}; \quad V_4 = \frac{l}{\tau_6 - \tau_5};$$

$$V_i = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}{4}; \qquad V_c = \frac{2l}{\tau_7}.$$

В результате выполненных исследований было установлено, что численные значения скоростей V_i, полученные способом УПП, не совпадают с результатами сквозного соосного прозвучивания - V_c, то есть $V_i \neq V_c$. На одних участках в пределах одного и того же блока $V_i > V_c$ (первая группа профилей), на других, наоборот, $V_i < V_c$ (вторая группа профилей). Тот или иной результат зависит от состояния бетона в поверхностном слое.

Как правило, у поверхности блока имеется слой с пониженной прочностью. Причина такого явления, очевидно, заключается в том, что из-за воздействия на бетон механизмов, производящих снятие цементной пленки, разных температурных условий твердения в центре и на поверхности бетон по высоте блока набирает неодинаковую прочность. С увеличением возраста неравномерность прочности бетона по высоте блока может выравниваться. Это отмечено при повторных измерениях, проведенных с интервалом I-2 сут на одних и тех же участках блока. Но когда имеет место расслоение бетонной смеси или неравномерное ее уплотнение, то неоднородная структура сохраняется более длительное время или постоянно.

Анализ материалов исследований показал: если ослабленная зона у поверхности имеет мощность не более 2-3 см, то $V_i < V_c$. Для участков, где ослабление распространяется на глубину IO-20 см, $V_i > V_c$.

По результатам УПП, не производя сквозного прозвучивания бетона через скважины, можно качественно достаточно точно оценить размеры ослабленной зоны у поверхности блока и отнести исследуемый участок к первой или второй группе профилей. Это важно в связи с тем, что зависимость $V_c = f(V_i)$ для каждой группы будет разной, так как одна должна всегда удовлетворять условию $V_c < V_i$ а другая, наоборот, $V_c > V_i$. Как видно из рис. I, с увеличением расстояния между излучателем и приемником ультразвуковая волна может захватывать более глубокие слои бетона,

поэтому должны иметь место неравенства $V_1 \neq V_2$ и $V_3 \neq V_4$. Если $V_1 \geqslant V_2$, а $V_3 \geqslant V_4$, то скорость ультразвука, а следовательно и прочность бетона, с удалением от поверхности не увеличиваются и исследуемый участок имеет профиль с $V_i < V_c$. Если получены результаты, при которых $V_1 < V_2$, а $V_3 < V_4$, причем разность между скоростями достигает 3-5%, то исследуемый участок имеет профиль с $V_i > V_c$.

При выполнении измерений в блоках не менее чем на 20-30 участках встречаются профили как с $V_i > V_c$, так и с $V_i < V_c$. Обе группы имеют близкие значения средней скорости ультразвука при продольном профилировании ($\bar{V}_{i_1} \simeq \bar{V}_{i_2}$) и близкие значения их коэффициентов вариации. Чтобы разделить результаты измерений скорости ультразвука способом УПП на две группы, надо определить среднюю скорость и коэффициент вариации в целом для всего блока. В первом приближении участки, для которых $V_i > \bar{V}_i$, относятся к первой группе профилей с $V_i > V_c$, остальные - ко второй. Затем, анализируя значения V_1 и V_2, V_3 и V_4, из каждой группы исключают участки с явными признаками противоположной группы. Поместив исключенные участки в родственные им группы, определяют для каждой из них среднюю скорость и коэффициент вариации и сравнивают их. Если средняя скорость и коэффициент вариации участков первой группы отличаются от аналогичных характеристик второй группы более чем на ±10%, анализ значений V_1, V_2, V_3 и V_4 повторяется и состав каждой группы уточняется.

В результате обработки материалов исследований по двум группам профилей было установлено, что между скоростями ультразвука, измеренными способами ССП и УПП, имеется связь, выраженная зависимостями:

$$V_{c_1} = 9{,}3 - \frac{21{,}8}{V_i} \qquad (7)$$

$$V_{c_2} = 0{,}35 + 0{,}95 V_i, \qquad (8)$$

где V_{c_1} - скорость ультразвука, измеренная способом ССП у поверхности блока, на участке, имеющем ослабленную зону значительных размеров, км/с;

V_{c_2} - то же, но ослабленная зона практически отсутствует, км/с;

V_i - скорость ультразвука, измеренная способом УШ на поверхности блока, км/с.

Погрешность определения V_c по зависимостям (7) и (8) не превышает 2,5%.

Результаты исследования бетона способом ССП в шпурах позволили также выявить некоторые особенности изменения скорости ультразвука по высоте блока. Эпюра скоростей по глубине шпуров неравномерна: в центре блока, как правило, наблюдаются наибольшие ее значения, ближе к обнаженной горизонтальной поверхности - наименьшие. В целом эпюра скоростей ультразвука по высоте блока повторяет эпюру температур бетона с отклонениями как в большую, так и в меньшую сторону на отдельных участках, имеющих неодинаковую степень уплотнения бетонной смеси, что показано на рис.2.

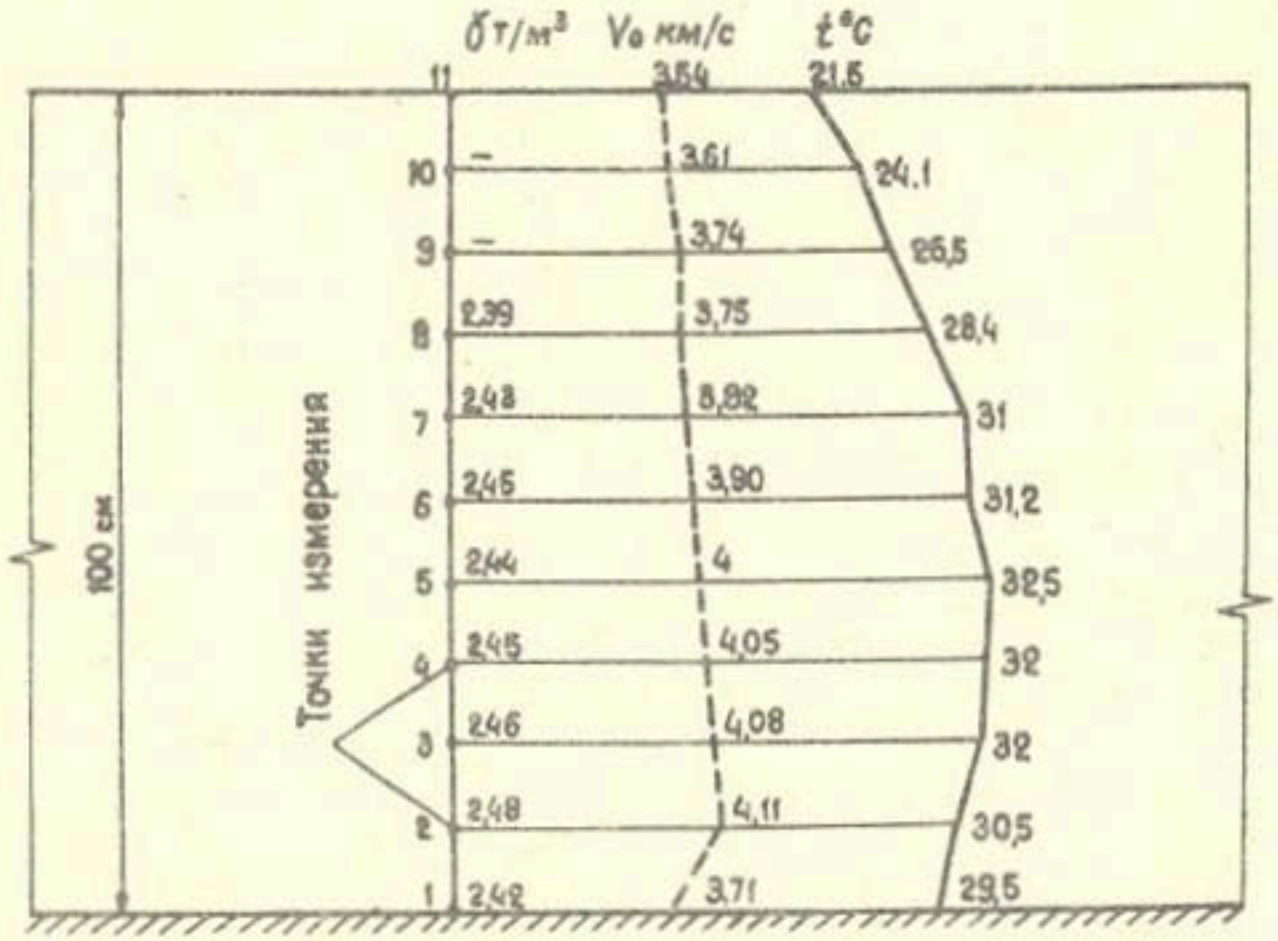


Рис.2. Эпюры начальной скорости ультразвука, плотности и температуры бетона по высоте опытного блока

Согласно работе [5] скорость ультразвука в начальный момент твердения бетона для одного и того же состава зависит от степени уплотнения бетонной смеси. Чем плотнее бетон, тем выше скорость ультразвука и наоборот. С учетом этого для вычисления изменения скорости ультразвука по высоте блока может быть использована зависимость (5), заимствованная из исследо-

вания [3] . Например, по известным: скорости ультразвука в поверхностном слое V_c , измеренной способом ССП, температуре бетона на поверхности блока t_n и ее среднему значению по высоте блока t - можно определить среднюю скорость ультразвука по высоте блока $V_c + \Delta V$ в возрасте бетона Т :

$$(V_c + \Delta V) = V_c + (V_{o_1} - V_{o_2}) - 0{,}6(lgt - lgt_n)\,lgT .$$

Разделив левую и правую части на V_c , получим

$$K_1 = 1 + \frac{V_{o_1} - V_{o_2}}{V_c} - \frac{0{,}6(lgt - lgt_n)\,lgT}{V_c} , \qquad (9)$$

где K_1 - коэффициент перехода от скорости ультразвука в поверхностном слое к среднему ее значению по высоте блока;

V_{o_1}, V_{o_2} - начальная скорость ультразвука, соответственно средняя по блоку и в поверхностном слое, км/с.

В уравнении (9) неизвестным является только отношение $\frac{V_{o_1} - V_{o_2}}{V_c}$. Все остальные величины могут быть получены по результатам непосредственных измерений в блоке.

Анализ данных сквозного соосного прозвучивания бетона в шпурах показал, что отношение $\frac{V_{o_1} - V_{o_2}}{V_c}$ имеет корреляционную связь со скоростью ультразвука на поверхности блока V_c , т.е. можно принять, что $\frac{V_{o_1} - V_{o_2}}{V_c} = 0{,}07\,(V_c - 5{,}2)^2$. Тогда уравнение (9) в целом для блока можно записать в виде

$$K_1 = 1 + 0{,}07\,(V_c - 5{,}2)^2 - \frac{0{,}6(lgt - lgt_n)lgT}{V_c} , \qquad (10)$$

где V_c - скорость ультразвука на поверхности блока, измеренная способом ССП, км/с;

t - расчетная температура бетона для блока , град;

t_n - температура бетона на поверхности блока, соответствующая значению t , град;

T - возраст бетона в момент испытаний, сут.

На основании результатов измерения скорости ультразвука в строительных блоках способом УПП по зависимостям (7), (8) и

(IO) были вычислены средние по высоте блока скорости $V'_{ср}$ и проведено сравнение их с фактическими, полученными прямыми измерениями в шпурах способом ССП. Результаты сведены в табл.I, из которой видно, что погрешность определения скорости ультразвука, средней по высоте блока на участке испытаний, не превышает 2,8%, а значения коэффициентов вариации фактической средней скорости и вычисленной практически совпадают. С учетом уравнений (7), (8) и (IO) начальная скорость ультразвука, средняя по высоте блока на участке измерений, по аналогии с формулой (2) будет следующей:

$$V_0 = V_c K_1 - \left[1{,}15 - 0{,}6 \lg \left(t\sqrt{\lg T}\right)\right] \lg T. \qquad (11)$$

Таким образом, по данным ультразвукового продольного профилирования поверхности строительных блоков, зная возраст и температурный режим твердения бетона, по зависимостям (7) и (8) можно определить скорость ультразвука при сквозном соосном прозвучивании бетона на поверхности блока. Затем по зависимостям (I), (IO) и (II) для каждой точки измерения вычислить среднюю скорость ультразвука по высоте блока на заданную дату прогноза. По формулам (5) и (6) определяется расчетная скорость ультразвука и по зависимости "скорость-прочность" - ожидаемая средняя прочность бетона в точке блока, где производились измерения скорости ультразвука способом УПП.

Для аналогичной оценки бетона по высоте сооружения бурятся скважины и отбираются образцы-керны для механических испытаний. Как было отмечено выше, на прочностные показатели бетона кернов и скорость распространения в них ультразвука могут оказывать влияние многие факторы. Для изучения их воздействия при строительстве плотины Андижанского водохранилища бурились скважины, из которых извлекались керны диаметром II0,I30 и I50 мм. При бурении применялись твердосплавные и алмазные коронки. После отбора образцов производился ультразвуковой каротаж бетона. Керны перед испытаниями на прессе прозвучивались ультразвуком способом ССП. В табл.2 приведены данные статистической обработки результатов механических и ультразвуковых испытаний кернов и измерений скорости ультразвука в скважинах в местах отбора образцов.

Таблица I

Результаты определения средней по блоку скорости ультразвука

Шифр блока	Возраст бетона Т, сут	Расчетная температура бетона, град		Скорость ультразвука (км/с), измеренная в блоках способом			Вычисленная по блоку скорость $V'_{ср}$, км/с	Погрешность вычисления $V_{ср}$, %	Коэффициент вариации скорости ультразвука, %	
		средняя по высоте блока t	на поверхности $t_п$	УПП V_i	ССП V_c	ССП $V_{ср}$			для $V_{ср}$	для $V'_{ср}$
2-Ш-II2	4	I6	8	3,70	3,32	4,06	4,03	2,3	I0,2	9,6
2-Ш-II2	6	I6	8	3,85	3,88	4,23	4,2I	I,7	3,5	4,I
2-Ш-II2	7	I6	8	4,48	4,45	4,47	4,5I	2,8	4	3,6
33-Ш-II9	5	I5	6	3,86	3,98	4,26	4,23	I,7	I0	II,2
2-I-III,2	4	I5,5	5,5	3,27	2,69	3,68	3,68	2,3	2,8	4
2-I-I27,5	3	27	I4	3,70	3,43	4,06	4,09	I,9	4,3	5,2
3-I-I09,5	5	I9	I6	4	4,06	4,42	4,39	I,4	3,7	4
8-I-I28,2	3	26,5	I0,5	3,49	3,I2	3,77	3,79	I,3	7,8	7,9
3I-I-I25,5	I8	I2	8	4,42	4,48	4,58	4,57	I,4	3,7	3,8
32-I-I23,5	55	I2	II	4,58	4,60	4,72	4,7I	I,4	I,5	2,2
32-I-I32	6	23	I4,5	4,07	3,95	4,23	4,24	I,9	3,9	4,5
32-I-I32	7	23	I4,5	4,I6	4,I2	4,35	4,36	I,2	4,8	4,8
32-I-I32	8	23	I4,5	4,I3	4,I7	4,4I	4,42	I,4	3,2	2,8
33-I-I28,2	7	26	I5	4,08	4,03	4,25	4,26	2,I	6,2	5,5
33-I-I28,2	9	26	I5	4,28	4,27	4,40	4,42	I,5	3,5	3,3

Таблица 2

Данные механических испытаний кернов и измерений скорости ультразвука способом ССП в кернах и способом УКС в скважинах

Диаметр керна, мм	Кол-во образцов, шт.	Средняя прочность бетона кернов, мПа	Коэффициент вариации прочности бетона, %	Средняя скорость ультразвука, км/с		Коэффициент вариации скорости ультразвука, %	
				в кернах	в скважинах	в кернах	в скважинах
150	70	29,5	26,4	4,79	4,70	4,6	4,4
130	100	28,7	27,1	4,69	4,64	8,2	5,1
110	30	30,4	24,8	4,31	4,70	14,1	4,8
Общее	200	29,2	26,6	4,67	4,67	8,9	4,9

Из табл.2 видно, что керны разных диаметров имеют близкие значения средней прочности и однородности бетона, но значительно отличаются данными ультразвуковых испытаний. С уменьшением диаметра кернов уменьшается средняя скорость ультразвука и в 2-3 раза возрастает ее изменчивость. Очевидно, с уменьшением поперечного сечения чаще нарушается монолитность кернов, увеличивается влияние крупного заполнителя, а также оказывает свое действие геометрическая дисперсия при прозвучивании на малых базах. Заметного нарушения монолитности бетона вдоль скважин, полученных вращательным бурением с применением твердосплавных и алмазных коронок, не отмечено. Скорость ультразвука вдоль стенок скважин и ее изменчивость не зависят от диаметра скважины и вида бурового инструмента. Поэтому для установления корреляционной зависимости "скорость-прочность" целесообразно использовать данные ультразвуковых испытаний бетона в скважинах, а не в кернах. При этом для определения скорости ультразвука, соответствующей скорости, измеренной способом ССП, и по данным ультразвукового каротажа скважин можно использовать зависимости (7) и (8).

Рассмотренные выше способы измерения скорости ультразвука в бетоне и методы ее приведения к величинам, соответствующим сквозному соосному прозвучиванию, позволяют при наличии корреляционной зависимости "скорость-прочность" производить оценку прочности и однородности бетона в сооружении.

В работе [3] приведена корреляционная зависимость "скорость-прочность" для бетона М-250 Андижанской плотины, которая выражена формулой

$$lg R = 0{,}77 V_p - 2{,}3, \qquad (12)$$

где R - прочность бетона на сжатие, мПа.

Зависимость (12) установлена на основе совместных механических и ультразвуковых испытаний лабораторных образцов бетона, твердевших при температуре 20°С.

При использовании уравнения (12) для бетона, который выдерживался в других, не стандартных условиях, расчетную величину скорости ультразвука следует определять по зависимостям (5) и (6).

Кроме того, согласно ГОСТу 17624-78 зависимость "скорость-прочность" необходимо устанавливать по образцам, которые хранились бы в условиях естественного твердения бетона в конструкции. Такими образцами являются керны, взятые из сооружения.

Керны при бурении скважин, как правило, получаются разной длины, поэтому изготовление образцов одного размера очень затруднительно и без значительного снижения выхода кернов невозможно. В настоящее время принято считать цилиндры стандартными, если их высота в два раза больше диаметра, т.е. $\frac{h}{d} = 2$. Если это условие не соблюдается, то вводится поправка, которая учитывает завышение прочности бетона для образцов, имеющих $\frac{h}{d} < 2$, и занижение - при $\frac{h}{d} > 2$. Рекомендации по определению поправочных коэффициентов на высоту образца приведены в работах [6]-[8]. Все они дают приблизительно одинаковые численные значения в диапазоне $\frac{h}{d}$ от 1 до 4 при условии, что за эталон принято отношение $\frac{h}{d} = 2$.

Для кернов, включенных в табл.2, влияние размера образца на прочность бетона можно установить по табл.3.

Таблица 3

Данные о размерах образцов и прочности бетона
Андижанской плотины

Керн d = 150 мм			Керн d = 130 мм			Керн d = 110 мм			Общее		
среднее значение $\frac{h}{d}$	средняя прочность, мПа	коэффициент прочности a	среднее значение $\frac{h}{d}$	средняя прочность, мПа	коэффициент прочности a	среднее значение $\frac{h}{d}$	средняя прочность, мПа	коэффициент прочности a	среднее значение $\frac{h}{d}$	средняя прочность, мПа	коэффициент прочности a
I,I4	25,3	0,843	I,22	26,2	0,882	-	-	-	I,I8	25,8	0,866
I,64	28,3	0,943	I,6I	27,5	0,926	I,62	24,5	0,828	I,62	27,4	0,9I9
I,98	30	I	I,98	29,7	I	I,97	29,6	I	I,98	29,8	I
2,39	30,I	I	2,40	30,2	I,0I7	2,38	33,9	I,I45	2,39	3I	I,040
2,93	32,8	I,093	2,84	34	I,I45	-	-	-	2,87	33,6	I,I28

Данные табл.3 показывают хорошее совпадение результатов по кернам диаметром I50 и I30 мм, хотя первые бурились алмазными, а вторые - твердосплавными коронками. Результаты по кернам диаметром II0 мм несколько отличаются от данных по кернам диаметром 150 и 130 мм. Возможно, это различие связано с ограниченным количеством образцов диаметром II0 мм или более значительным нарушением их монолитности при бурении скважин. Коэффициент прочности a, отражающий степень влияния отношения $\frac{h}{d}$ образца на прочность бетона, можно определять по данным табл.3 по зависимости

$$a = 0{,}7 + 0{,}15\left(\frac{h}{d}\right). \qquad (13)$$

Сравнение результатов вычисления a по формуле (I3) с данными о влиянии размеров на прочность бетона, приведенными в работах [6]-[8], показывает их хорошее совпадение.

Для установления зависимости "скорость-прочность" по кернам необходимо также привести прочность цилиндров (кернов) к прочности кубов. Существует много методик [6]-[8] приведения прочности цилиндров к прочности кубов, однако результаты определения прочности бетона по ним значительно отличаются друг от друга. Так, приведение прочности кернов к кубиковой и сравнение ее с прочностью бетона контрольных образцов тех же блоков, из которых выбурены керны, ведет к завышению средней прочности по работе [6] на 32%, по [7] - на 20% и по [8] - на 7%. А.М. Невиль [8] указывает, что отношение прочности цилиндра к прочности куба зависит от прочности бетона и оно тем выше, чем выше прочность бетона. По данным табл.8.2 работы [8] можно установить, что отношение прочности куба к прочности цилиндра связано с прочностью цилиндра зависимостью

$$K_2 = 1{,}73 - 0{,}4 \lg R.$$

С учетом формулы(I3) можно записать:

$$K_2 = 1{,}73 - 0{,}4 \lg R\left[0.7 + 0{,}15\left(\frac{h}{d}\right)\right], \qquad (14)$$

где K_2 - коэффициент приведения прочности керна к кубиковой прочности;

R - прочность бетона при испытании образцов на прессе, мПа.

По результатам ультразвукового каротажа в скважинах в местах отбора кернов и результатам механических испытаний самих кернов была произведена оценка погрешности зависимости (I2), установленной по испытаниям лабораторных образцов. Для этого скорость ультразвука, измеренная способом УКС, по формулам (7) и (8) приводилась к скорости при сквозном соосном прозвучивании монолитного бетона и по формулам (5) и (6) определялась ее расчетная величина. Прочность кернов после испытания на прессе приводилась к кубиковой по зависимости (I4). Затем, вычисляя по формуле (I2) прочность бетона и сравнивая ее с кубиковой, была установлена среднеквадратичная погрешность. Она получилась равной I3,5%.

Изложенная в статье методика определения прочности бетона по данным ультразвукового продольного профилирования строительных блоков в комплексе с ультразвуковым каротажем скважин была использована для оперативного контроля прочности и однородности бетона секций в процессе возведения гидроузла.

Исследование бетонных сооружений посредством ультразвукового каротажа скважин увеличивает объем информации о прочности бетона и ее распределении по высоте сооружения, позволяет снизить стоимость работ за счет использования скважин малого диаметра.

Применение ультразвукового продольного профилирования строительных блоков в комплексе с ультразвуковым каротажем скважин открывает возможность исследования бетона в объеме всей конструкции в процессе ее возведения.

Литература

I. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. М., Стройиздат, I975.

2. Джонс Р., Фэкэоару И. Неразрушающие методы испытания бетонов. М., Стройиздат, I974.

3. Кулешов Г.Н. Прогнозирование прочности массивного бетона по результатам его испытаний ультразвуком в раннем возрасте. - "Гидротехническое строительство", I980.

4. ГОСТ I7624-72. Бетоны тяжелые и легкие. Ультразвуковой метод определения прочности.

5. Дзенис В.В., Лапса В.Х. Ультразвуковой контроль твердеющего бетона. Л., Стройиздат, 1971.

6. ВСН-008-67. Рекомендации по оценке качества бетона гидротехнических сооружений по кернам.

7. ГОСТ 10180-67. Бетон тяжелый. Методы испытания прочности.

8. Невиль А.М. Свойства бетона. М., Стройиздат, 1972.

УДК 627.8.07

В.А. Кудинов, инж.
С.Н. Назаренко, нач.партии
(Средазгипроводхлопок)

О РАБОТЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ МЕЖСЕКЦИОННЫХ ШВОВ БЕТОННЫХ ПЛОТИН ПРИ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДКАХ СЕКЦИЙ

Конструкции металлических уплотнений межсекционных швов в виде листа нержавеющей стали или латуни широко применялись и применяются практически во всех типах высоких бетонных плотин на скальном основании. Они относительно недороги, надежны и не требуют дополнительных затрат в процессе эксплуатации сооружения. Однако следует сказать, что это справедливо, если основание достаточно однородно и нет опасений значительной неравномерности осадок соседних секций, угрожающих целостности шпонки-уплотнения. В противном случае могут иметь место следующие виды разрушений уплотнения:

- нарушение контакта между металлом шпонки и бетоном секции плотины с появлением сосредоточенной фильтрации в обход уплотнения;

- срез металла шпонки при больших неравномерных осадках секций;

- разрушение металла шпонки при знакопеременных перемещениях соседних секций, обусловленное усталостными явлениями.

Последний случай возможен при большой геологической неоднородности основания и расположении соседних секций на пачках

пород, резко различных по своим деформативным свойствам. При этом секция плотины, расположенная на сравнительно податливом основании, в условиях значительной сработки водохранилища будет иметь знакопеременные перемещения относительно секции, расположенной на основании более жестком.

Для выявления действительного характера разрушения межсекционного уплотнения в условиях значительных неравномерных осадок соседних секций строительной лабораторией управления "Андижангидрострой" совместно с ОРП Андижанского водохранилища института "Средазгипроводхлопок" при научной консультации МГМИ были выполнены специальные исследования. Исследовался фрагмент конструкции межсекционного уплотнения Андижанской плотины (рис.I), для которой принималось преимущественно вертикальное перемещение секций. Разрушением межсекционного уплотнения считалось либо потеря контакта между бетоном фрагмента и металлом шпонки, либо разрыв (срез) самого уплотнения.

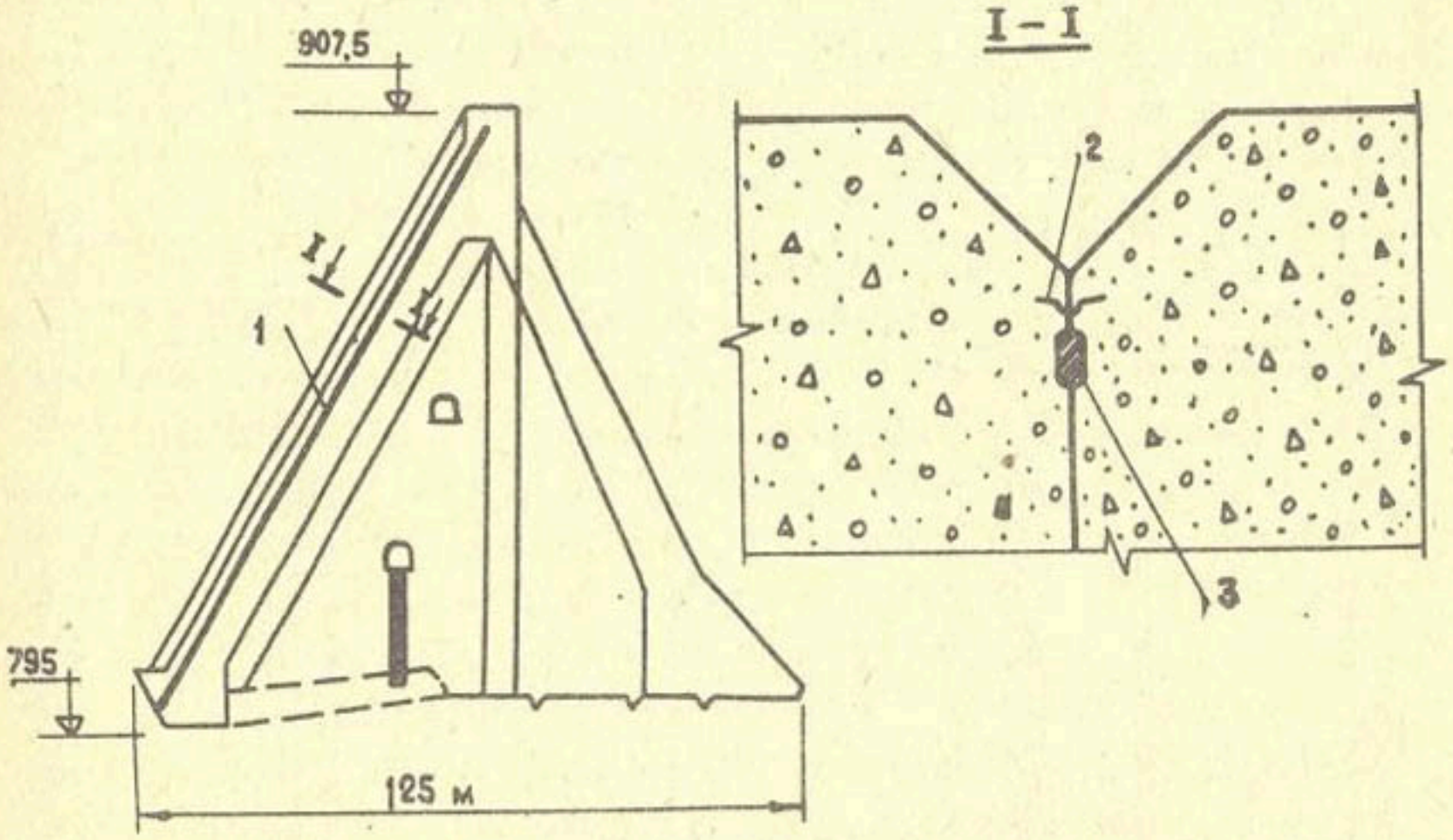


Рис.I. Межсекционное уплотнение Андижанской плотины:

I - уплотнительный межсекционный шов плотины;
2 - основное уплотнение - металлическая шпонка;
3 - дублирующее уплотнение - асфальтовая шпонка

Для исследования была принята схема экспериментальной установки, представленная на рис.2. На жесткой станине I забетонированы два бетонных блока 2 и 3. Фрагмент шпонки 4, выполненной из нержавеющей стали марки Х18Н9Т, толщиной 4 мм и высотой I00 см забетонирован в проектном положении с заложением 0,495. С целью максимального приближения к натурным условиям он изготовлен из трех листов, соединенных между собой сплошными горизонтальными сварными швами. Перед бетонированием шпонки была проверена ее водонепроницаемость методом "мел-керосин". Для обеспечения свободных деформаций компенсатора шпонки при неравномерных осадках секций по всей его длине устанавливалась накладка из листовой стали, которая защищала зазор между пластиной и компенсатором от попадания бетона. Зазор заполнялся шлаковатой.

Оба блока имели мощные армокаркасы, предназначенные для восприятия концентрации напряжений у верхнего и нижнего концов шпонки и препятствующие разрушению бетона в этих зонах. Каркас блока 3 жестко связан со станиной I, а блока 2 - со стальным листом 5, свободно лежащим на станине. Таким образом, блок 3 был неподвижный, а блок 2 - подвижной относительно станины.

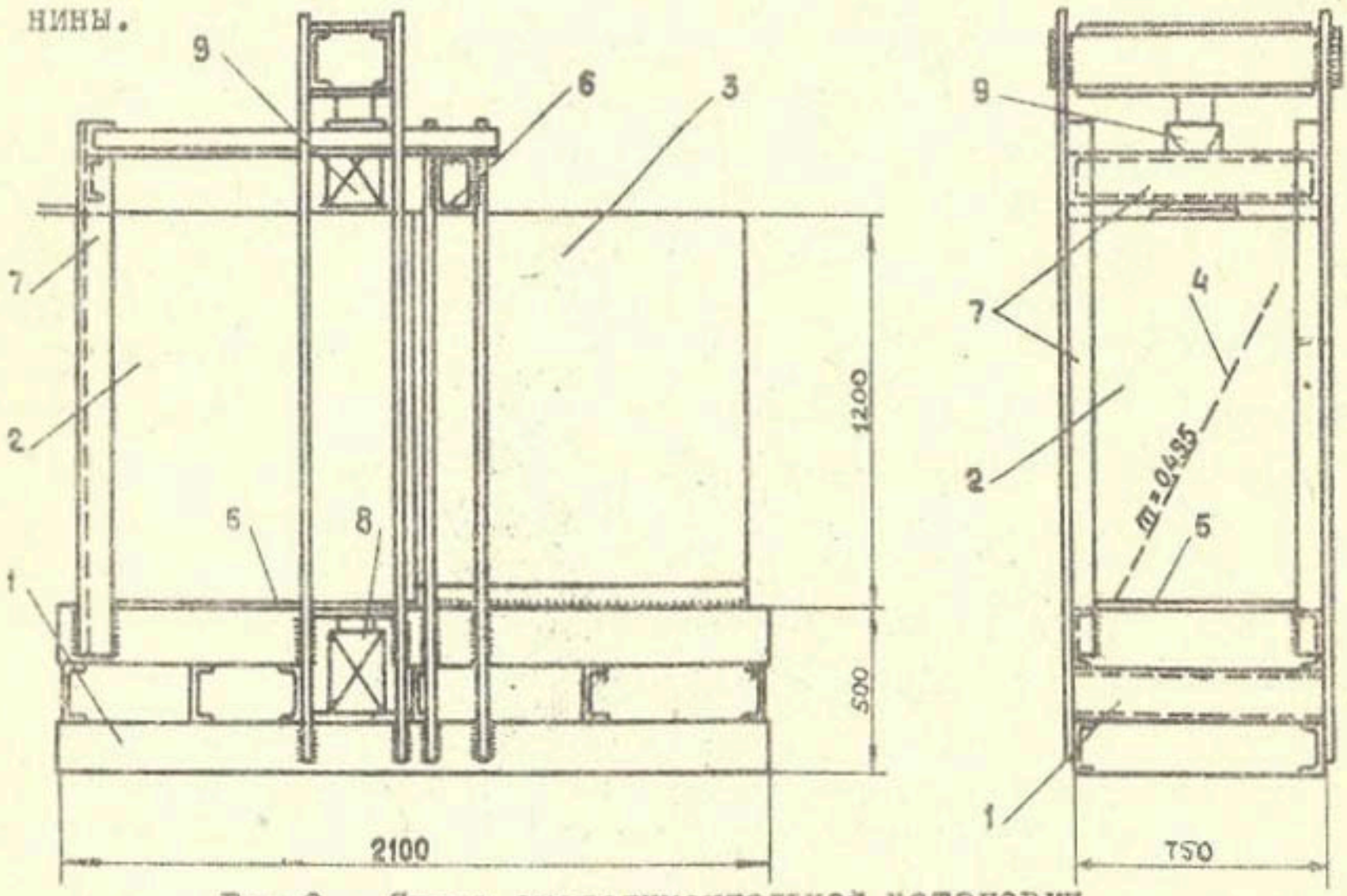


Рис.2. Схема экспериментальной установки

Для уменьшения трения на контактную поверхность неподвижного блока был нанесен слой штукатурки толщиной 10 мм. Учитывая, что усилия, необходимые для перемещения блока 2 и воспринимаемые блоком 3, могли достигать 300 тс, блок 3 дополнительно был скреплен со станиной хомутом 6. Для обеспечения поступательного движения блока 2 по вертикали со стороны свободного его торца выполнена направляющая обойма 7, верхний конец которой ограничивал перемещение свободного торца блока величиной 35 мм. Подъем и опускание блока осуществлялись при помощи гидродомкратов 8 и 9.

Схема испытания фрагмента шпонки была принята следующей. Подвижной блок поднималоя ступенями в 5 мм до величины относительного смещения, т.е. до 35 мм. После каждой ступени снималася отсчет по манометру гидродомкрата, что позволило определить усилие, необходимое для деформации шпонки. Считалось: если на каждом этапе нагрузки усилия остаются постоянными, металл шпонки и контакт между шпонкой и бетоном работают в упругой стадии. Проверка плотности контакта "металл-бетон" после каждого этапа загружения осуществлялась прозвучиванием фрагмента с помощью ультразвукового прибора УКБ-1М в направлении, перпендикулярном боковым поверхностям блоков. Принималось, что изменение скорости прохождения ультразвука между двумя фиксированными точками на поверхности блока не более чем на 5% свидетельствует о сохранности плотности контакта.

По этой схеме были испытаны два фрагмента: А и Б. Фрагмент Б отличался от фрагмента А отсутствием направляющей обоймы 7, что вызвало заметные перекосы подвижного блока при его подъеме. На рис.3 показана картина раскрытия межблочного шва при испытании фрагментов А и Б. Из рисунка видно, что раскрытие шва при испытании фрагмента Б примерно в 2,5 раза больше, чем для фрагмента А, т.е. шпонка здесь в меньшей мере работала на срез. Об этом свидетельствует и вдвое меньшее усилие, необходимое для подъема подвижного блока фрагмента Б на равную с блоком фрагмента А высоту (рис.4).

Различие характера работы этих фрагментов обусловило существенные отличия полей изменения скоростей ультразвука в процессе проведения опыта. Так, для фрагмента Б первое заметное уменьшение скорости прохождения ультразвука было зафиксировано

в неподвижном блоке в точках I4,I5,I7,I8, т.е. вблизи концов шпонки, при перемещении его уже на 5 мм. С ростом перемещения скорость в этих точках продолжала уменьшаться, и при передвиже-

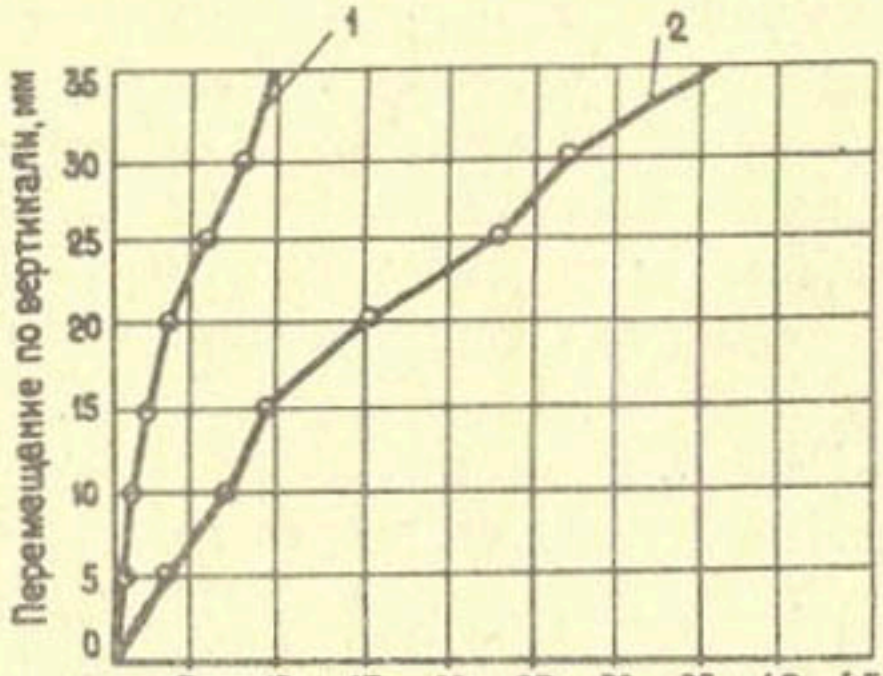


Рис.3. Раскрытие межсекционных швов фрагментов при поэтапном вертикальном перемещении подвижного блока:
I - для фрагмента А; 2 - для фрагмента Б

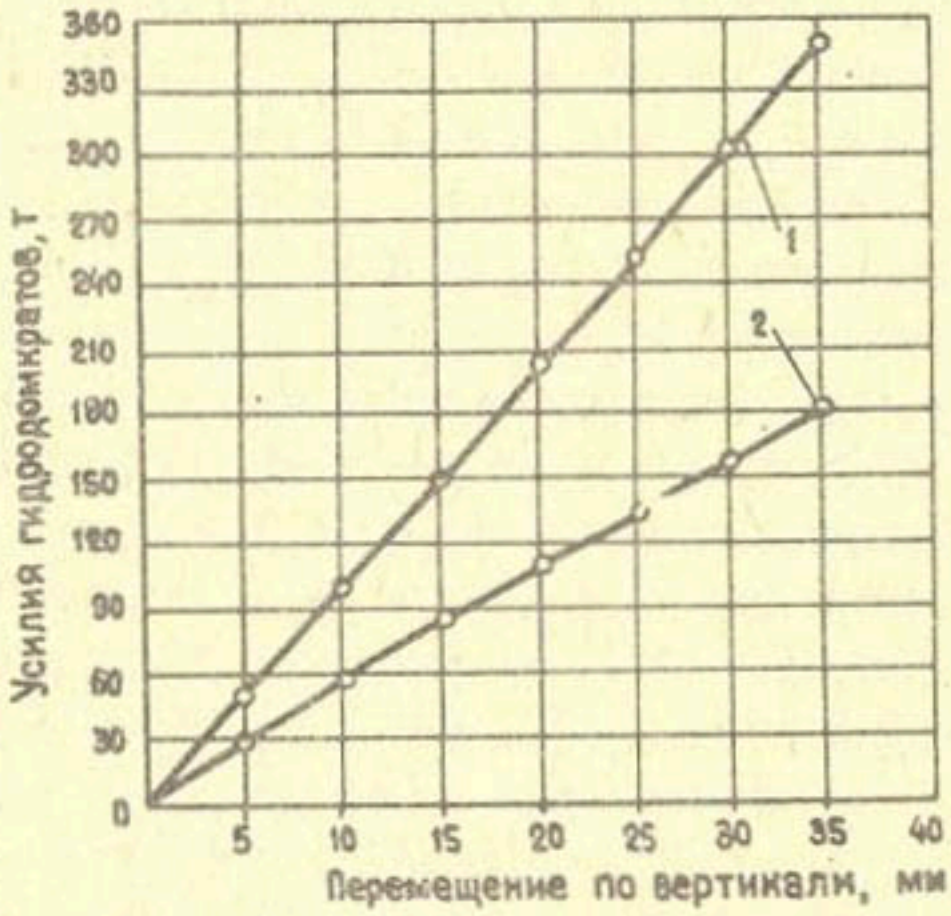


Рис.4. Зависимость между вертикальным перемещением подвижного блока и усилиями гидродомкратов (без учета релаксации усилий гидродомкратов по этапам перемещения):

I - для фрагмента А; 2 - для фрагмента Б

нии на 10 мм изменение составило примерно 15%, а зона уменьшения скоростей распространялась к центральной части фрагмента (точка 16). Аналогичная картина наблюдалась и при прозвучивании подвижного блока(рис.5).

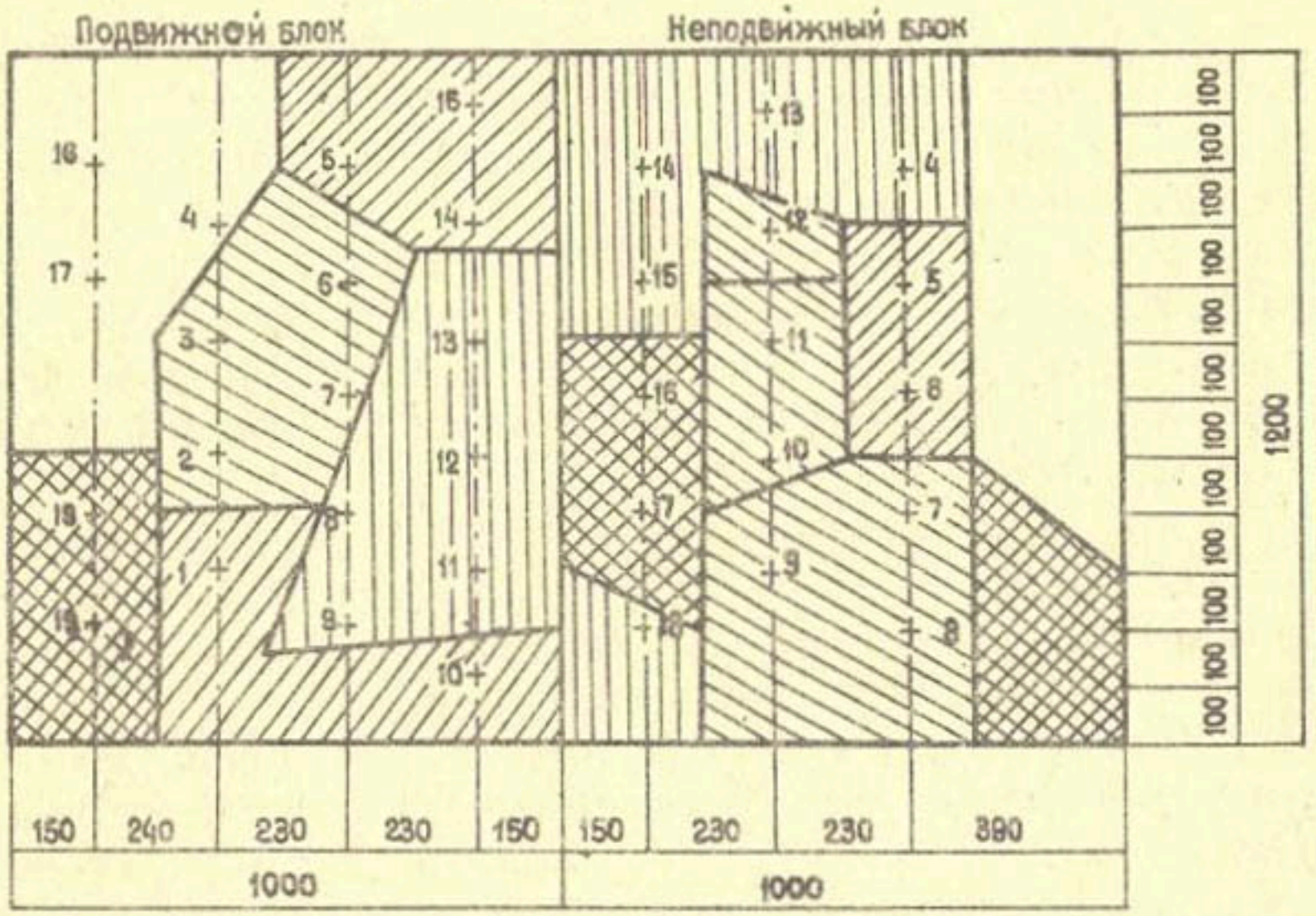


Рис.5. Схема разрушения контакта "металл шпонки-бетон блоков фрагмента" при поэтапном перемещении подвижного блока (для фрагмента А):

- область разрушения контакта при подъеме подвижного блока на 20 мм
- то же, при подъеме подвижного блока на 35 мм
- то же, после первого цикла перемещения подвижного блока
- то же, после второго цикла
- место и порядковый номер точек на боковых гранях фрагмента для прозвучивания контакта ультразвуком

Несколько иное положение отмечено при испытании фрагмента А. Здесь, в силу ограниченности перемещения заднего торца подвижного блока, концентрация напряжений у свободных концов шпонки была значительно меньше, чем в случае фрагмента Б. По-

этому первое нарушение контакта между металлом шпонки и бетоном наблюдалось не в периферийной зоне фрагмента, а в центральной - в точке 13 - подвижного блока при его перемещении на 10 мм.

Таким образом, и в том и в другом фрагменте начало разрушения контакта в центральной зоне, в наибольшей мере отражающее характер работы шпонки плотины, произошло при одном и том же относительном передвижении блоков - на 10 мм. С нарастанием перемещения зона нарушения контакта расширялась, но лишь при передвижении на 20 мм развились достаточно обширные зоны, где скорость ультразвука уменьшилась на 5 и более процентов. Площади этих зон для обоих фрагментов составили около 25% от всей площади шпонки.

Итак, можно полагать, что при взаимных смещениях соседних секций, не превышающих 15 мм, работа металлической шпонки будет надежной. При больших относительных смещениях секций не исключена фильтрация в обход шпонки.

При перемещении подвижного блока на 35 мм значительная часть зоны контакта (45% площади шпонки) получила повреждения (рис.5). Характер работы шпонки оставался упругим, о чем свидетельствовала линейность характеристики "подъемное усилие-перемещение" (см.рис.4).

По достижении предельной величины относительного смещения оба фрагмента были испытаны при циклических подвижках, причем после первого подъема блок был опущен только на 25 мм. Таким образом, второй и все последующие циклы нагружения осуществлялись на фоне заданного начального смещения 10 мм. Эта схема испытаний основывается на том, что соседние секции плотины единожды в процессе строительства претерпевают неравномерные осадки, на фоне которых на каждом цикле "наполнение-опорожнение" водохранилища возникают взаимные циклические смещения соседних секций, вызванные неоднородностью основания.

В наших опытах на фрагменте А было проведено 25 циклов загружения, а на фрагменте Б - 100 циклов. Результаты экспериментов показали, что уже после первого цикла площадь контакта с измененными свойствами составила примерно 70% от всей площади шпонки для обоих блоков. После второго цикла загружения контакт оказался нарушенным практически в пределах всей площади шпонки. Изменение скорости прохождения ультразвука во времени приобрело пилообразный характер, резко уменьшаясь при подъеме

блока и увеличиваясь до величин, зарегистрированных в конце первого цикла, при опускании его в первоначальное положение. Эти результаты свидетельствуют о том, что в заданном диапазоне взаимных смещений соседних секций плотины шпонка способна, видимо, выдержать без потерь противофильтрационных свойств лишь один цикл перемещений. Если ожидается большее количество циклов, целесообразно предусмотреть мероприятия по усилению контакта "шпонка-бетон", такие, например, как закладка в зоне шпонки цементационной арматуры либо дополнительная анкеровка шпонки в бетоне.

Как видно из рис.6, уже после первых пяти циклов загружения усилие, необходимое для подъема и опускания подвижного блока, начинает снижаться и резко падает после 22-25 циклов, что

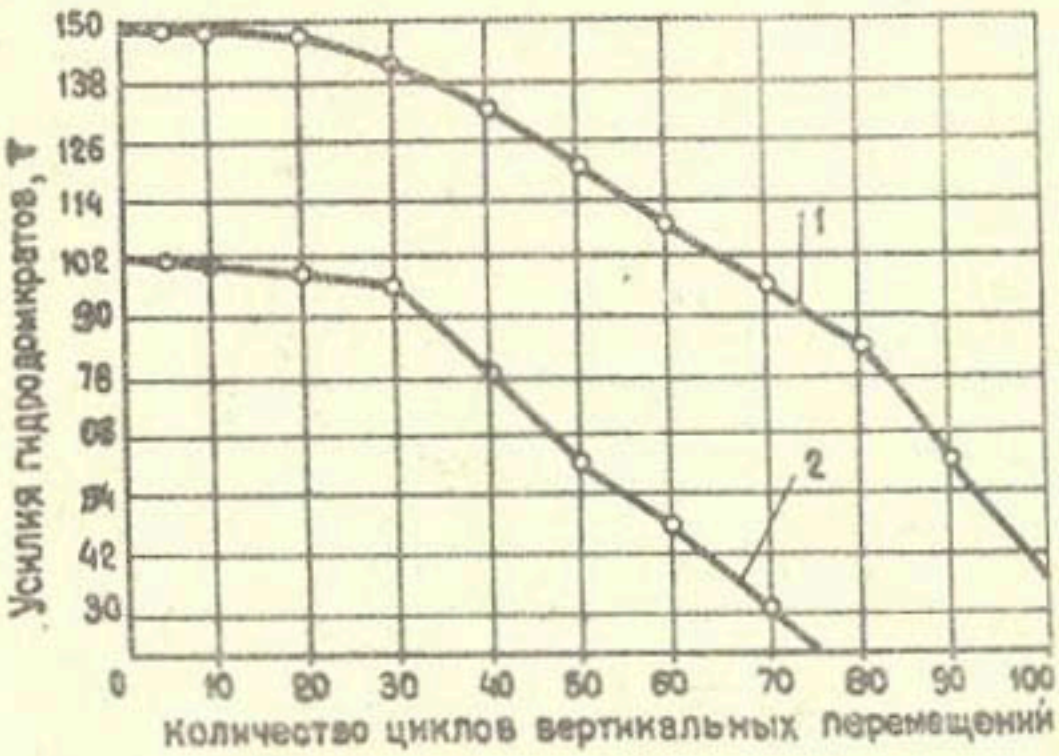


Рис.6. Изменение усилий гидродомкратов (I-поднимающего, 2-опускающего) при циклических перемещениях подвижного блока

свидетельствует о прогрессирующем уменьшении трения между металлом шпонки и бетоном. Видимо, нарушение контакта здесь уже настолько велико, что силы трения по контакту перестают играть сколько-нибудь заметную роль. Именно поэтому количество циклов для испытания фрагмента А было ограничено 25. Шпонка фрагмента Б и после 25 циклов продолжала деформироваться, так как армокаркас по периметру ее предотвращал раскалывание блока и свободное проскальзывание шпонки в бетоне. Лишь после 70-80 цик-

лов деформации шпонки стали весьма малыми, о чем свидетельствует падение усилий гидродомкратов.

По завершении испытаний обоих фрагментов шпонки были извлечены из бетона. При проверке их на водонепроницаемость установлено, что ни металл шпонок, ни сварные швы не получили разрушений. Испытание образцов, вырезанных из шпонки фрагмента А, показало, что произошло некоторое изменение временного сопротивления металла на разрыв в зоне компенсатора по сравнению с периферийными зонами шпонки. Однако это изменение оказалось настолько незначительным (4,2% для сварных швов и 2,5% для собственно металла шпонки), что говорить об усталостном разрушении шпонки нет оснований.

Таким образом, проведенные исследования, являясь в значительной степени предварительными, показали, что наиболее вероятным типом разрушения межсекционного уплотнения бетонных плотин в виде металлического листа является нарушение контакта между металлом шпонки и бетоном плотины, тогда как срез шпонки в зоне компенсатора маловероятен. Если шпонка будет работать в условиях больших неравномерных смещений соседних секций плотины, необходимо проектировать ее таким образом, чтобы обеспечить допустимые градиенты при возможной сосредоточенной фильтрации, либо закладывать дополнительные конструктивные мероприятия для восстановления противофильтрационных свойств шпонки.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

I. Наиболее вероятным видом разрушения межсекционного уплотнения плотин рассматриваемого типа при неравномерных осадках соседних секций является нарушение контакта "бетон-металл" с возможным образованием путей сосредоточенной фильтрации в обход шпонки.

2. Наибольшая величина взаимных смещений соседних секций плотины, при которых еще не происходит заметного нарушения

контакта, лежит в диапазоне 15-20 мм.

3. При работе плотины в условиях значительных взаимных смещений соседних секций целесообразно предусматривать дополнительные устройства для восстановления противофильтрационных свойств шпонки либо дублирующие уплотнения.

4. Вопрос надежности работы металлических шпонок в условиях значительных знакопеременных смещений соседних секций требует дополнительного внимательного изучения.

УДК 626.823.3:532.5.001.24

В.С. Попов, нач.отд.
Л.В. Шеховцева, ст.инж.
(Средазгипроводхлопок)

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СОПРЯГАЮЩЕГО СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ОБЩЕГО ПОНИЖЕНИЯ РЕЧНОГО РУСЛА

В практике проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений на естественных водотоках в предгорной и горной зонах орошения часто возникает необходимость решать задачи, связанные с сопряжением бьефов в условиях интенсивного общего понижения русла за сооружением.

Общий размыв, как правило, вызывается двумя основными причинами:

- нарушением режимов жидкого и твердого стоков, вызываемым подпором горизонтов воды выше гидроузла, отбором части воды в ирригационные каналы и связанным с этим процессом переформированием речного русла в верхнем бьефе сооружения;

- отбором гравийно-песчаного материала из русловой и пойменной частей в бьефах сооружения.

Интенсивность и величина общего размыва за сооружением зависят от расхода воды, наносов, продольных уклонов, механического состава грунтов, слагающих русло реки, величины подпора, объема зарегулированного верхнего бьефа, объема изымаемого грунта, способа разработки карьера и других факторов.

Величина размыва достигает в отдельных случаях нескольких метров в глубину и десятков километров в длину. В этих условиях вопрос сопряжения бьефов носит особо острый характер.

Как показала практика, применение традиционных способов сопряжения бьефов в таких случаях малоэффективно, так как они не отвечают требованиям создания оптимальных условий гашения энергии потока в нижних бьефах, и гидротехнические сооружения подвергаются разрушению.

Наилучшим типом сооружения при значительном изменении горизонта воды в нижнем бьефе можно считать транзитный быстроток-перепад с носком-трамплином, выполненным с обратным уклоном по отношению к быстроточной части сооружения и сопрягающимся с последней по циркульной кривой. Подобный тип сооружения создает условия для образования устойчивого поверхностного сопряжения потока при понижении горизонтов воды в нижнем бьефе до 4-5 м. При прохождении потока по водоскату и носку-трамплину образуются две водоворотные зоны с горизонтальной осью вращения: поверхностная, в пределах сооружения, типа надвинутого прыжка и придонная - за сооружением (рис.1), - в значительной мере способствующие интенсивному перемешиванию и гашению избыточной энергии потока.

Идея применения трамплина, отбрасывающего поток, в качестве гасителя избыточной его энергии была выдвинута А.А. Сабанеевым [1] применительно к водосливным плотинам практичес-

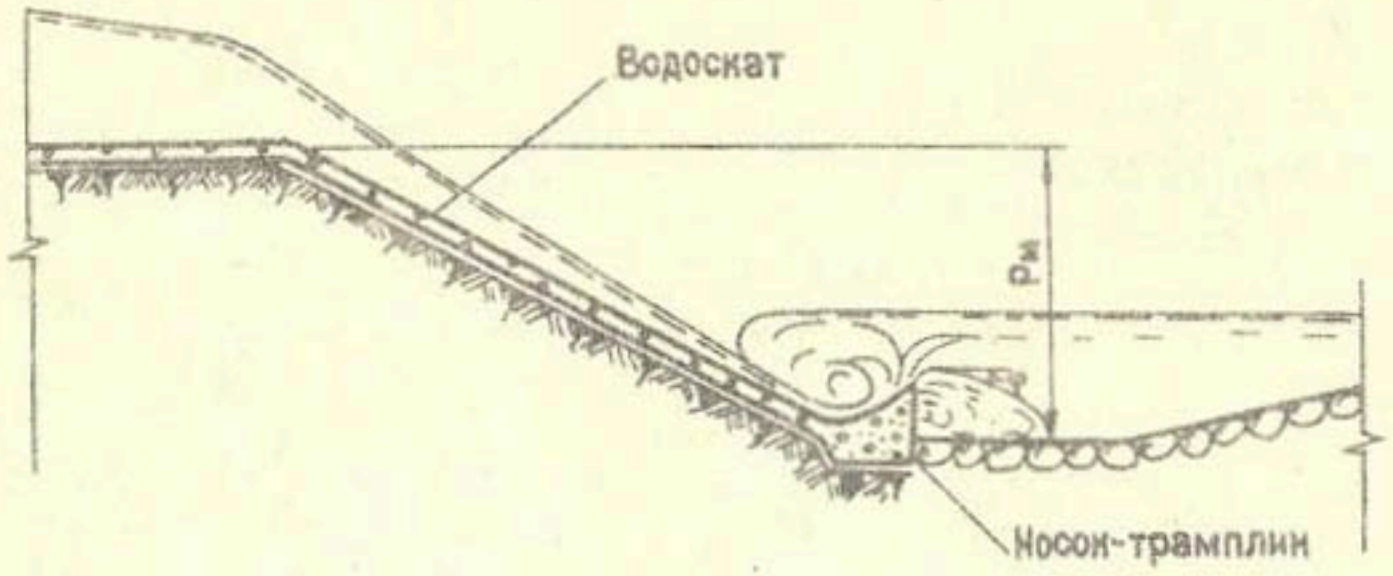


Рис.I. Продольный профиль перепадного сооружения с носком-трамплином

кого профиля. Наиболее распространенной является конструкция гасителя в виде уступа с несколько приподнятым или горизонтальным носком. Основная цель ее - создание поверхностного режима в нижнем бьефе сооружения, поэтому изучение ее работы проводилось, главным образом, в направлении исследования сопряжения бьефов поверхностным прыжком [2]-[7], который, по мнению ряда исследователей [3],[4] и [8], способствует уменьшению местных размывов за сооружением.

Для расчетов плотины с низким уступом, поверхность которого расположена ниже горизонта воды нижнего бьефа, предложен ряд формул, позволяющих проектировать плотину таким образом, чтобы за сооружением устанавливался нужный режим. Глубина воды в нижнем бьефе при поверхностном режиме должна быть равна или больше первой критической (первой предельной) глубины h_I.

Наиболее простой и применяемой для определения h_I является формула, предложенная для водосливных плотин с горизонтальным уступом:

$$q^2 = g h_c h_I \frac{[(h_c+a)^2+(2a+h_c)(0{,}31h_I-0{,}5a)-h_I^2}{2(h_c-h_I)}, \quad (1)$$

где q - расход, $м^2/с$;

g - ускорение свободного падения, $м/с^2$;

h_c - глубина потока на сходе с носка, м;

a - высота носка от дна нижнего бьефа, м.

По этой формуле h_I определяется подбором при заданных гидравлических элементах: q, h_c, a.

Конструкция трамплина с горизонтальным сходом потока за водоскатом чаще всего применяется на сооружениях с достаточно

большим перепадом между бьефами.

Модельные исследования, проведенные в гидравлической лаборатории института "Средазгипроводхлопок", показали, что для сооружений с малым перепадом следует отдать предпочтение конструкции с поднятым носком (рис.2). Подобные устройства были разработаны и применены при строительстве сбросных сооружений Самаркандского гидроузла на реке Зарафшан [9] и концевого сооружения отводного канала р.Ахангаран из зоны Атчинских оползней.

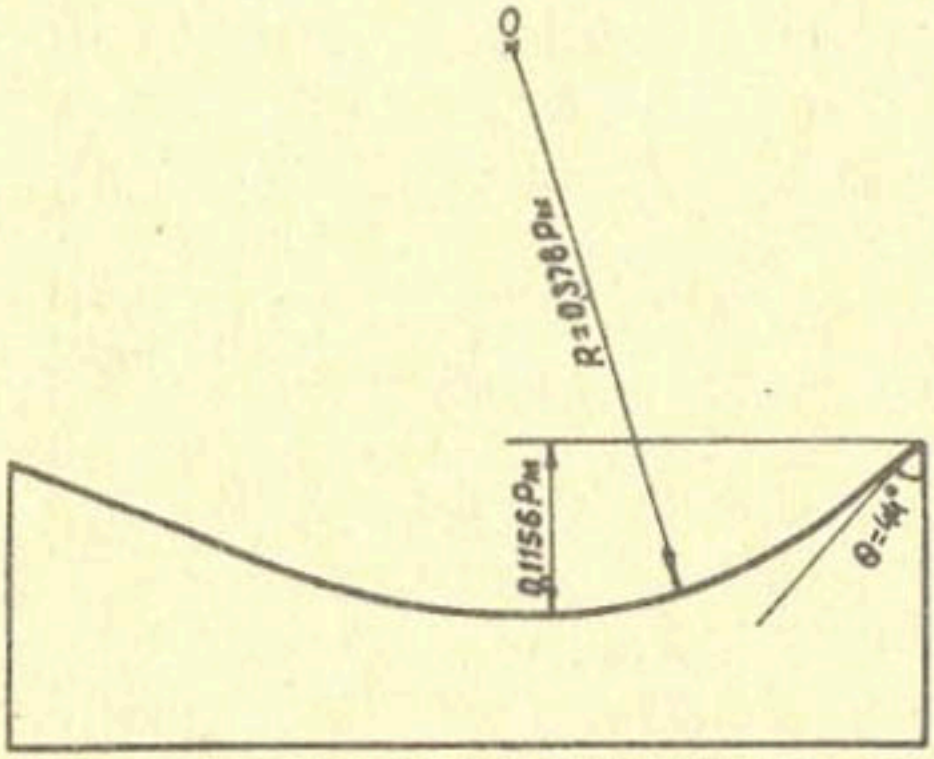


Рис.2. Схема рекомендуемой конструкции носка и его сопряжения с водоскатом сооружения

Конструкция носка, его наклон к горизонту, радиус сопряжения уступа с водоскатом были выбраны в результате модельных исследований, выявивших следующие особенности гидравлики предлагаемого устройства:

- поверхностный валец располагается в пределах сооружения (до створа схода струи с уступа);

- значительный угол наклона ($\theta=44^{\circ}$) приводит к "подбрасыванию" струи при выходе ее в нижний бьеф, что способствует образованию наиболее устойчивого поверхностного режима за сооружением;

- симметричное двухстороннее расширение транзитного потока в вертикальной плоскости за уступом, наблюдающееся при работе горизонтального носка, в рассматриваемом случае (рис.I) становится асимметричным. Усиливается расширение струи книзу, сопровождающееся увеличением угла расширения потока φ. Расширение потока вверх от носка незначительно;

- донный валец в рассматриваемом случае имеет бо́льшие размеры, чем при горизонтальном носке, что вызывает подтягивание

к сооружению влекомых наносов.

Таким образом, гидравлические свойства рекомендуемой конструкции трамплина способствуют наиболее полному гашению избыточной энергии потока и уменьшению зоны активного гашения, что позволяет значительно сократить длину крепления за сооружением.

Применение описанного устройства уступа за сбросным сооружением требует внесения некоторых изменений в методику гидравлических расчетов. Нами были проведены поисковые теоретические и модельные исследования с целью установления корректирующих параметров к формуле (I) для перехода к сооружению с трамплином, имеющим угол наклона $\theta = 44°$.

Результаты проделанной работы отражены на графиках (рис.3 и 4), которые рекомендуются к использованию при проектировании подобных сооружений.

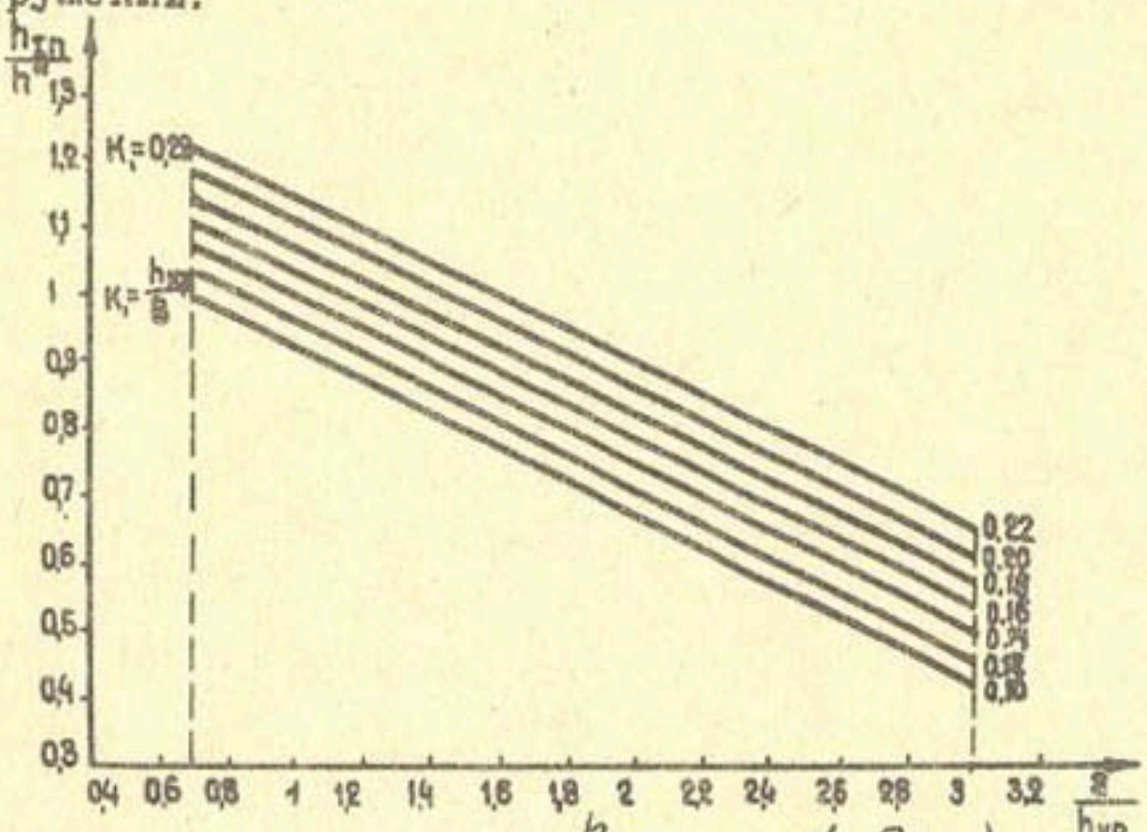


Рис.3. График зависимости $\frac{h_{1п}}{h''} = f\left(\frac{a}{h_{кр}}\right)$

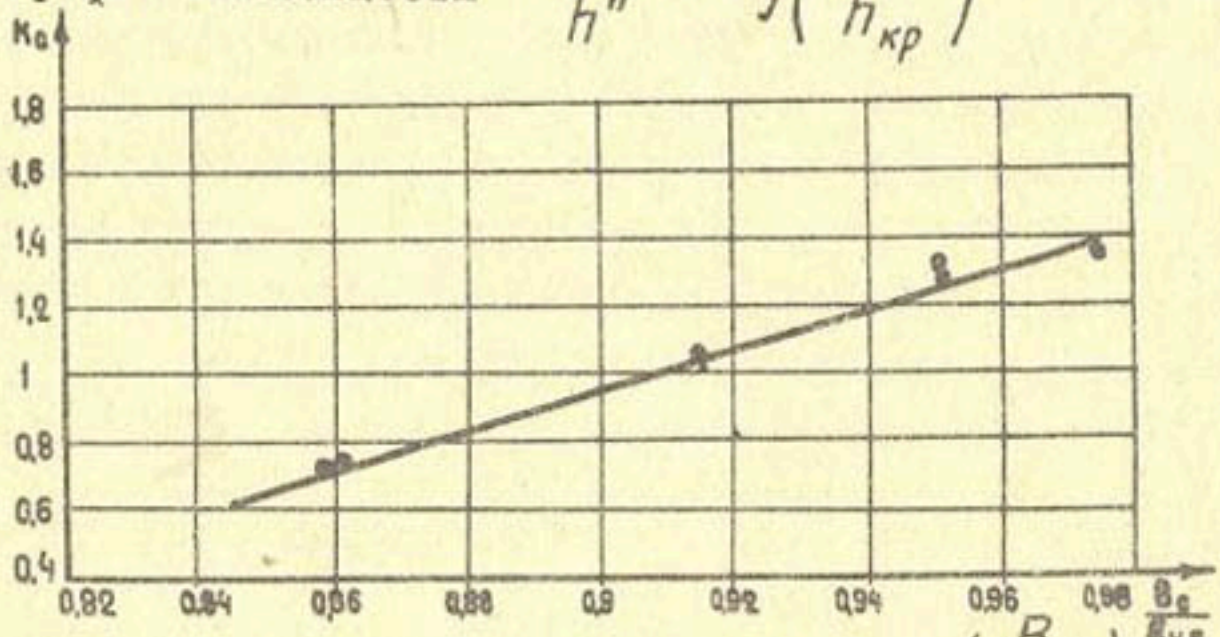


Рис.4. График зависимости $K_c = f\left(\frac{B_c}{B_{н.б.}}\right)$

Порядок расчета. Даны: расход Q, предельно возможный перепад сооружения $P_м$, величина которого определяется расчетами общего понижения русл за гидросооружениями. Расчеты выполняются по методикам, изложенным в работах [10]-[13].

Задаемся отношением критической глубины быстротока к его ширине по дну $K_1 = \frac{h_{кр}}{в}$ в пределах 0,1-0,2.

Находим ширину по дну и критическую глубину для прямоугольного русла:

$$в = \sqrt[5]{\frac{\alpha \cdot Q^2}{g \cdot R_1^3}}, \qquad h_{кр.пр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot Q^2}{g в^2}}, \qquad (2)$$

где $\alpha \approx 1{,}1$; $g = 9{,}81$ м/с^2.

Определяем критическую глубину в быстротоке трапецеидального сечения:

$$h_{кр} = h_{кр.пр} \cdot f(б_п) \qquad б_п = \frac{m \cdot h_{кр.пр}}{в}. \qquad (3)$$

$f(б_п)$ находим по табл.9 [14].

Вычисляется глубина транзитной струи, сходящей с уступа:

$$h_c = \frac{q}{\sqrt{2g(P + H_o)}}, \qquad (4)$$

где $H_o = \sqrt[3]{\frac{q}{2g m_p^2}}$ - напор на пороге водослива;

m - откос боковых стенок быстротока.

Глубина h'', сопряженная с h_c, определяется по графику Рахманова [14].

По графику $\frac{h_{т.п}}{h''} = f\left(\frac{a}{h_{кр}}\right)$ (рис.3) подбираются приемлемые в нашем случае значения высоты уступа a, или подтопления носка со стороны нижнего бьефа.

Показателем работы носка-гасителя в наших опытах служит размер местного размыва за сооружением. В проведенных экспериментах замерялись глубины размыва за сооружениями с носком различной высоты, разными соотношениями ширины русла нижнего бьефа к ширине дна водоската, при пропуске ряда расходов. Результатом обработки экспериментальных данных явилась формула, выражающая связь между названными параметрами и глубиной максимального размыва за сооружением:

$$H_p = \frac{Q}{V_{н.р} \cdot в_{н.б}} - K_c h_I, \qquad (5)$$

где $V_{н.р}$ - средняя неразмывающая скорость для грунта нижнего бьефа [14], м/с;

$B_{н.б.}$ - ширина русла нижнего бьефа, м;

K_c - коэффициент, определяемый по графику $K_c = f\left(\frac{B_c}{B_{н.б.}}\right)$, рис.4;

B_c - ширина струи, сходящей с носка, м.

Следует отметить, что формула (5) применяется в случаях, когда глубина воды в нижнем бьефе равна первой критической глубине h_I.

Пример расчета. Даны: раоход Q = 600 м^3/с; перепад $P_м$ = = 9 м; глубина нижнего бьефа $h_{н.б.}$ = 4 м.

Определяем ширину быстротока, приняв отношение $K_1 = \frac{h_{кр}}{B} = 0{,}1$:

$$B = \sqrt[5]{\frac{\alpha Q^2}{g K_1^3}} = \sqrt[5]{\frac{1{,}1 \cdot 360000}{9{,}81 \cdot 0{,}001}} = 33{,}2 \approx 33\ м.$$

Находим значение критической глубины при откосе боковых стенок быстротока $m = 2$:

$$h_{кр.пр} = \sqrt[3]{\frac{\alpha Q^2}{g B^2}} = \sqrt[3]{\frac{1{,}1 \cdot 360000}{9{,}81 \cdot 1089}} = 3{,}29$$

$$б_п = \frac{m h_{кр.пр}}{B} = \frac{2 \cdot 3{,}29}{33} = 0{,}199 \qquad f(б) = 0{,}937$$

$$h_{кр} = h_{кр.пр} f(б) = 3{,}29 \cdot 0{,}937 = 3{,}1.$$

Устанавливаем величину сжатой глубины струи, сходящей с носка, вычислив предварительно напор на пороге быстротока:

$$H_0 = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{2 g m_p^2 B^2}} = \sqrt[3]{\frac{360000}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}35^2 \cdot 33^2}} = 5{,}1\ м$$

m_p - коэффициент расхода, $m \approx 0{,}35$

$$h_c = \frac{Q}{B\sqrt{2g(P + H_0)}} = \frac{600}{33\sqrt{9{,}81 \cdot 2(9 + 5)}} = 1{,}1\ м.$$

Определяем глубину, сопряженную сжатой:

$$\frac{m h_{кр}}{B} = \frac{2 \cdot 3{,}1}{33} = 0{,}19 \qquad \xi = \frac{h_c}{h_{кр}} = \frac{1{,}1}{3{,}1} = 0{,}35$$

$$\xi = 2{,}1 \qquad h'' = 2{,}1 \cdot 3{,}1 = 6{,}5.$$

Задаваясь значениями высоты носка, находим необходимую глубину нижнего бьефа. Наименьшая высота носка a = I,6 м, отношение величины которой к вычисленной ранее критической глубине лежит в рекомендованных нами пределах (вертикальные штриховые линии на графике рис.3):

$\frac{a}{h_{кр}} = \frac{1,6}{3,1} = 0,52$. Этому значению соответствует величина $\frac{h_{Iп}}{h''} = 0,99$, найденная из графика, приведенного на рис.3. Отсюда необходимое подтопление носка со стороны нижнего бьефа $h_{Iп} = 0,99 \quad h'' = 0,99 \cdot 6,5 = 6,4$ м.

Глубина воды ниже носка должна быть назначена равной 8 м:
$h_I = h_{Iп} + a = 6,4 + 1,6 = 8$ м.

Выясним, какой тип крепления нижнего бьефа следует запроектировать, чтобы размыв за сооружением $H_р$ не превышал 0,2 м.

Ширина нижнего бьефа $B_{н.б.}$ равна 40 м (по конструктивным условиям). Ширина сходящей с носка струи по верху:

$$B_c = 2mh_c + B = 2 \cdot 2 \cdot 1,1 + 33 = 37,4 \text{ м}$$

$$K_c = f\left(\frac{B_c}{B_{н.б.}}\right) = f\left(\frac{37.4}{40}\right) = f(0,935) \qquad K_c = 1,16 \text{ (рис.4)}$$

$$K_c h_I B_{н.б.} = 1,16 \cdot 8 \cdot 40 = 371 \text{ м}^2$$

$$H_р B_{н.б.} = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ м}^2.$$

Скорость в нижнем бьефе при этих условиях равна (из формулы 5):

$$V_{н.б.} = \frac{Q}{H_р B_{н.б.} + K_c h_I B_{н.б.}} = \frac{600 \text{ м}^3/\text{с}}{379 \text{ м}^2} = 1,58 \text{ м/с}.$$

Такая скорость допустима для галечника диаметром 10 см [14].

При усиленном, по сравнению с расчетным, креплении нижнего бьефа [$V \approx (2,5\text{-}3)\, V_{доп.\,расч}$ на длине более (3-4) $h_{н.б.}$] можно уменьшить подтопление носка на 25% от расчетного значения.

Литература

1. Сабанеев А.А. О форме сопряжения водосливной поверхности плотины с дном нижнего бьефа. - Труды МИИТ, вып.XI. М., 1929.
2. Беляшевский И.Н. Сопряжение бьефов за водосливными плотинами с носком. Ташкент, изд-во АН УзССР, 1953.

3. Преображенский Н.А. Пульсация давления на дне потока при сопряжении бьефов и расчет толщины крепления в нижнем бьефе.-"Изв. ВНИИГ", т.XXXXУI. М., I95I.
4. Леви И.И. Движение речных потоков в нижних бьефах гидротехнических сооружений. М.-Л., Госэнергоиздат, I955.
5. Кумин Д.И. Сопряжение при поверхностном режиме. М., Госэнергоиздат, I948.
6. Чертоусов М.Д. Гидравлика. Спецкурс. М., Госэнергоиздат, I957.
7. Складнев М.Ф. О длине водоворотного участка поверхностного и поверхностно-донного гидравлических прыжков.-"Изв.ВНИИГиМ", т.55. М., I956.
8. Абрамов М.З. Определение сопряженных глубин при гидравлическом прыжке в пространственных условиях.-"Изв.ВНИИГ", т.ХХУI. М., I939.
9. Толстов В.Ф. Ак-Карадарьинский гидроузел на р.Зарафшан.-Информационный листок № 62, март I969 (Средазгипроводхлопок, Ташкент).
I0. Попов В.С. К расчету переформирования русла в нижних бьефах гидроузлов с учетом влияния карьеров.-Труды института "Средазгипроводхлопок",вып.3. Ташкент, I972.
II. Попов В.С. Результаты натурных наблюдений за влиянием карьеров на общее понижение горизонта воды и дна в нижних бьефах гидроузлов.-Экспресс-информация, сер.I, вып.I0. М., I972. (ЦБНТИ Минводхоза СССР)
I2. Попов В.С. Влияние карьерного хозяйства на общие размывы нижних бьефов гидроузлов.-Сборник докладов Всесоюзного совещания по водозаборным сооружениям и русловым процессам. Ташкент, I974.
I3. Попов В.С., Гордеев А.А. Перепадное сооружение с носком-трамплином в конце водоската.-Труды института "Средазгипроводхлопок", вып.7. Ташкент, I976.
I4. Киселев П.Г. Справочник по гидравлическим расчетам. М., Госэнергоиздат, I977.
I5. Чугаев Р.Р. Гидравлика. М., "Энергия", I975.

УДК 621.643.51:627.83:532.5

А.А. Туманов, канд.техн.наук, ст.
науч.сотр.
(Таш.филиал ВНИИ ВОДГЕО)

С.Е. Мирецкий, гл.инж. проекта
(Средазгипроводхлопок)

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАПАНОВ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ В КАЧЕСТВЕ ВОДОВЫПУСКНОЙ АРМАТУРЫ

В перспективе освоения земель Каршинской и особенно Джизакской степей общей площадью около 500 тыс.га на 60% территории может быть применена самотечная закрытая оросительная сеть, а на остальной - закрытая сеть с подкачкой воды насосными станциями. Как в том, так и в другом случае наиболее распространенными сооружениями на ирригационной сети являются водовыпуски из напорного трубопровода в поливной шланг - плотность их составляет 0,2-0,25 шт./га.

В самотечной сети напор в участковом оросителе, на котором располагаются гидранты-водовыпуски, обычно не превышает 10 м, в то время как в сети с механической подачей воды доходит до 30 м. Таким образом, диапазон напоров, при которых работают водовыпуски, очень широк. В связи с этим возникла необходимость создания конструкции, способной гасить избыточный напор и одновременно обеспечивать постоянство расхода, подаваемого в поливной рукав, независимо от колебания напора в сети. С этой целью в институте "Средазгипроводхлопок" был разработан и экспериментально проверен в диапазоне напоров 3-15 м принципиально новый тип гидранта-водовыпуска, выполненного в виде клапана непрямого действия с гидроприводом.

Водовыпуск, схематично изображенный на рисунке, представляет собой систему из двух клапанов: главного и управляющего.

Система клапанов устанавливается на отводе I напорного трубопровода с помощью фланца, находящегося в нижней части корпуса главного клапана 2. Поливной шланг при помощи хомутов

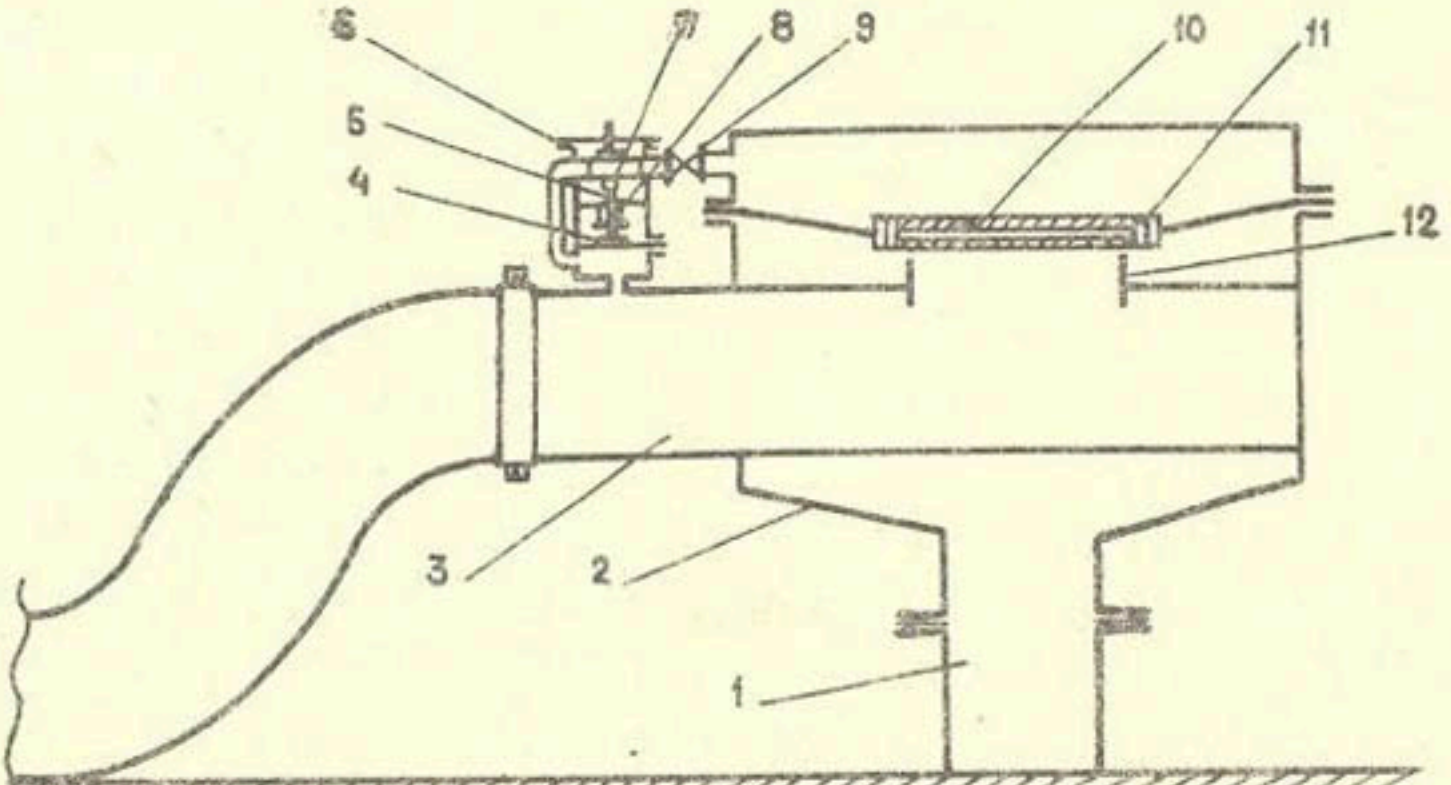


Схема водовыпуска, стабилизирующего выходной напор

соединяется с выпускным патрубком 3, на котором сверху размещен управляющий клапан (УК), включающий резиновую мембрану с жестким центром 4 и шток с пережимной траверсой 5, расположенные в цилиндрическом корпусе 6, который разделен по высоте на три части. Нижняя часть, образованная мембраной и корпусом, представляет собой рабочую камеру, средняя имеет окна для изменения уставки и в ее верхнюю перегородку упирается пружина 8, стремящаяся сдвинуть шток вниз. В верхней части корпуса УК расположен резиновый шланг импульсной линии 7, на нем установлен вентиль 9, с помощью которого производится включение клапана в работу.

Запорный элемент главного клапана предотавляет собой двухслойную резиновую мембрану IO с жестким центром, по краям его расположены два калиброванных отверстия II, соединяющие полости над мембраной и под ней. В закрытом положении запорный элемент опирается на седло I2, выполненное из отрезка трубы. Для обеспечения герметичности при посадке к жесткому центру прикреплено резиновое уплотнение, прижимаемое по краю фланцем. Соотношение площадей заделки мембраны и жесткого центра в опытном экземпляре водовыпуска 2,9; мембраны и седла - 5; величина хода, отсчитываемая по обе стороны от среднего положения мембраны, - 0,068 диаметра заделки. Размер отверстий II, сообщающих полости корпуса, определяется рабочим напором в сети и принима-

етоя равным 4 мм для диапазона 2,5-15 м и 2,8-3 мм для больших напоров. При изготовлении импульсной линии из водопроводной трубы 1/2" отверстия такого размера обеспечивают срабатывание гидропривода главного клапана в течение 70-100 с, что исключает опасность возникновения гидроудара.

Работает водовыпуск следующим образом. При наличии воды в участковом трубопроводе обе полости корпуса 2, разделенные мембраной 10, заполнены водой и давление в них благодаря отверстиям 11 одинаковое. Кольцевая эластичная часть мембраны главного клапана разгружена, и прижимное усилие создается за счет перепада давлений по обе стороны жесткого центра, поскольку патрубок 3 свободен от воды. Вся односторонняя нагрузка воспринимается металлическим центром, опирающимся на седло.

Для проведения полива поливной шланг хомутами прикрепляется к патрубку 3, открывается вентиль 9, и вода из рабочей камеры, образуемой крышкой главного клапана и мембраной, по импульсной линии 7 сбрасывается в рабочую камеру УК, находящуюся между нижней частью корпуса и мембраной, и далее в патрубок 3. Поскольку проходное сечение импульсной линии больше суммарной площади отверстий 11, поступление воды из внутренней полости корпуса 2 в рабочую камеру главного клапана меньше величины сброса. Это приводит к понижению давления в рабочей камере главного клапана и возникновению подъемного усилия на запорном элементе, благодаря чему запорный элемент поднимается, обеспечивая поступление воды из полости корпуса в патрубок 3.

При балансе расходов: поступающего в рабочую камеру главного клапана и отводимого из нее - запорный элемент зависает в положении, отвечающем установившемуся перепаду давлений между стояком и поливным шлангом.

Повышение давления в сети, например, из-за прекращения подачи воды соседними гидрантами приведет к возрастанию давления и соответственно расхода в поливном шланге. Это вызовет прогиб мембраны 4, которая, преодолевая сопротивление пружины 8, толкнет шток 5 вверх. Последний траверсой пережимает шланг импульсной линии 7, что приводит к нарушению установившегося баланса поступающего и сбрасываемого расходов. Поскольку давление в корпусе по обе стороны мембраны главного клапана стремится выравняться, уменьшение сбрасываемого расхода являет-

ся причиной нарастания давления в рабочей камере, действующего по всей площади мембраны. В то же время давление под мембраной значительно меньше за счет постоянного отвода воды из полости корпуса. Возникающий перепад давлений по обе стороны мембраны создает усилие, направленное вниз, и мембрана жестким центром уменьшает величину кольцевого зазора до значения, обеспечивающего восстановление начального давления в поливном шланге.

По окончании полива вентиль 9 перекрывается, происходит выравнивание давления по обе стороны мембраны главного клапана, и жесткий центр садится на седло, прекращая подачу воды в поливной шланг.

Гидравлический расчет водовыпуска сводится к определению его пропускной способности, исходя из следующих положений. Перепад давлений в главном клапане изменяется обратно пропорционально расходу, регулирование которого происходит путем дросселирования кольцевого зазора между седлом и жестким центром. Поэтому в расчетную зависимость следует подставлять значение минимального рабочего перепада между давлением в стояке и выпускном патрубке. Расчет осложняется тем, что три основных параметра: диаметр заделки мембраны $Д_м$, диаметр выпускного патрубка d, размер хода мембраны t - неизвестны и расчет необходимо вести подбором. Для этого, задавшись рядом значений d, находим

$$Д_м = 2{,}3\,d \quad и \quad n = \frac{Д_м^2}{d^2}.$$

Затем определяем μ по таблице и расход по формуле

$$Q = \mu\omega\sqrt{2g\Delta P}. \qquad (1)$$

Здесь $\Delta P = P_1 - P_2$ (P_1 - давление в стояке водовыпуска при установившемся режиме работы, м; P_2 - давление в выпускном патрубке, м).

Зависимость коэффициента расхода водовыпуска от соотношения размеров корпуса и выпускного патрубка

$n = \frac{Д_м^2}{d^2}$	4	5	6	8	I0	I2
μ	0,56	0,43	0,43	0,24	0,I8	0,I4

Построив кривую $Q = F(d)$, находим на ней диаметр выпускного патрубка d, отвечающий значению расчетного расхода. Он округляется до ближайшего обусловленного ГОСТом размера трубы, после чего находятся расчетные значения μ и $Д_м$.

Для обеспечения заданной пропускной способности подъем жесткого центра должен быть равным

$$t = \frac{Q}{\mu \pi d \sqrt{2 g \Delta P}}. \qquad (2)$$

Потери напора в водовыпуске находятся по известной зависимости Вейсбаха

$$h_п = \frac{\zeta Q^2}{2 g \omega^2}, \qquad (3)$$

где $\zeta = 1 / \mu^2$.

Для исследованного экземпляра водовыпуска с величиной хода тарельчатой мембраны t = 25 мм коэффициент μ равен 0,43. Зависимость для определения диаметра выпускного патрубка запишется в виде

$$d = 0{,}83 \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{\Delta h}}}. \qquad (4)$$

При работе водовыпуска наиболее неблагоприятна подача требуемого расхода при отсутствии водозабора соседними водовыпусками, когда давление в сети приближается к статическому. Правильность подбора диаметра мембраны в этом случае проверяется неравенством

$$Q_1 < Q_2 \quad или \quad \omega_к P_{max} + P \omega < 0{,}9 P_{max} \Omega + G, \qquad (5)$$

где $\omega_к = 0{,}785 (Д_м^2 - d^2)$ - площадь мембраны между корпусом и жестким центром, $см^2$;

P_{max} - максимальное давление в участковом оросителе, МПа;

Ω - площадь мембраны по заделке, $см^2$;

G - масса мембраны и жесткого центра, кг.

Проверка мембраны на разрыв проводится по зависимости:

$$Q_2 - Q_1 < \pi Д_м \delta \tau_{доп}, \qquad (6)$$

где δ - общая толщина резины, см;

$\tau_{доп}$ - допускаемое напряжение на срез резины, МПа;

$\tau_{доп}$ - 2,5 МПа при δ = 0,3÷0,5 мм.

Расчет пропускной способности импульсной линии необходим для предотвращения самозапирания водовыпуска. Производится он из условия обеспечения свободного отвода воды из рабочей камеры в расчетном режиме работы. С этой целью составляется уравнение Бернулли для сечения, проходящего по жесткому центру, и сечения в месте врезки импульсной линии в выпускной патрубок. Отнеся потери напора ко второму сечению и выразив скорость в этом сечении через скорость входа, имеем

$$v_и = \frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon\zeta}} \qquad v_{др} = \sqrt{2g(z+\Delta h)}.$$

Подставив ее в уравнение неразрывности, получим:

$$v_{др}\,\omega_{др} = \frac{v_{др}\sqrt{2g(z+\Delta h)}}{\sqrt{1+\varepsilon\zeta}}\,\omega_и,$$

откуда находится искомая площадь сечения импульсной линии:

$$\omega_и = \frac{\omega_{др}}{\mu\sqrt{2g(z+\Delta h_{min})}}, \qquad (7)$$

где $\omega_{др}$ - суммарная площадь отверстий в жестком центре, м;

z - расстояние между точкой врезки импульсной линии в выпускной патрубок и жестким центром в крайнем верхнем положении, м;

$\mu = \frac{1}{\sqrt{1+\varepsilon\zeta}} \approx 0{,}7$ - коэффициент расхода;

$\varepsilon\zeta$ - суммарный коэффициент сопротивления линий (вход, повороты, вентиль и т.д.).

Диаметр труб импульсной линии находится по формуле

$$d_и = \frac{\sqrt{\omega_и}}{0{,}885} \qquad (8)$$

и округляется до значения, обусловленного ГОСТом, в большую сторону.

Расчет мембраны управляющего клапана должен производиться из условия статического равновесия пережимной траверсы в установившемся режиме работы. Однако в этом случае необходимо учесть реакцию шланга, которая изменяется довольно существенно в зависимости от марки применяемой резины, ее толщины и защемления шланга. Проведенные исследования показали, что при площади мембраны, обеспечивающей величину хода $t=(1,2-1,4)d_n$, развиваемое пережимное усилие оказывается достаточным для пережима шланга с толщиной стенок от I,5 до 2,5 мм при давлении в нем 0,I5-0,2 МПа. Материал мембраны - техническая резина δ = 2 мм, соотношение хода к диаметру заделки I:I8. Жесткость пружины находится из уравнения

$$C=\frac{\Delta PF}{t}, \qquad (9)$$

где ΔP - перепад давлений в системе "корпус-выпускной патрубок", МПа;

F - площадь заделки мембраны, $см^2$;

t - ход мембраны, мм.

Обычно используют пружину, имеющуюся в наличии, диаметр которой $d_{ср}$ и жесткость одного витка С известны. Необходимое число витков $n=\frac{C_1}{C}$ округляется до 0,5 витка и находится требуемое число витков $n_o=n+2$.

Эксплуатация опытного образца водовыпуска показала надежность работы с водой, содержащей взвешенные наносы, и высокую герметичность неработающего водовыпуска. В течение почти 300 ч работы не было отмечено ни одного случая разрыва мембраны, а также засорения отверстий в жестком центре и импульсной линии, несмотря на содержание в воде взвешенных наносов и нитчатых водорослей. Последнее происходит благодаря подходу частиц наносов по касательной к жесткому центру и самопромыву отверстий, находящихся в сжатом сечении потока, в зоне высоких скоростей.

Использование шлангового клапана в качестве управляющего показало достаточную для практики точность поддержания заданного давления $\pm$0,05 МПа при изменении входного давления в главном клапане на 0,05 МПа. При эксплуатации отсутствует вибрация, ха-

рактерная для управляющих тарельчатых клапанов. Это благоприятно сказывается на работе водовыпуска в целом, поскольку любая пульсация давления в управляющем клапане усиливается и передается на главный. При необходимости рекомендуемая конструкция шлангового клапана может располагаться в любой плоскости и выноситься на расстояние.

Запуск водовыпуска требует минимальных усилий со стороны обслуживающего персонала, конструкция проста в изготовлении, масса водовыпуска в сборе 75 кг, себестоимость 65 руб. Ожидаемая экономия воды за счет равномерности подачи составит 8-12 $м^3$/га.

Литература

1. Гуревич Д.Р. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры. М., "Машиностроение", 1969.

2. Курганов А.М., Федоров Н.Р. Справочник по гидравлическим расчетам систем водоснабжения и канализации. Л., Стройиздат, 1973.

3. Туманов А.А. Водовыпуск - стабилизатор напора для оросительной сети.-"Механизация хлопководства", № 1,1978. (УзИНТИ, Ташкент)

УДК 626.83:624.014

Ю.А. Ибрагимов, гл.инж.
проекта
(Средазгипроводхлопок)

КОМПОНОВКА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НИЖНЕГО БЬЕФА ДЖИЗАКСКОЙ ГОЛОВНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Приемные камеры крупных насосных станций, как правило, имеют две линии заграждений, включающие сороудерживающие решетки для предохранения агрегатов от плавающих тел и плоские аварийно-ремонтные затворы для перекрытия отверстий при проведении ремонтных работ.

Эксплуатация приемных камер насосных станций Шерабадской и Дальверзин-IA показала, что наиболее трудоемкие процессы - очистка сороудерживающих решеток и установка аварийно-ремонтных затворов на порог.

На этих станциях установлены наклонные сороудерживающие решетки, которые очищаются самоходными решеткоочистными машинами типа Р-2000-70 .

Решеткоочистная машина снабжена ковшом, свободно подвешенным на тросе. Ковш при движении по решетке не закрепляется и смещается в зависимости от движения потока воды. Очистка решетки производится при движении ковша вверх под действием только его собственного веса. Этот способ очистки не лишен недостатков. Большие пролеты решеток очищаются за несколько проходов, что практически не позволяет совместить шаг решетки с шагом гребенки ковша, и потому полости между спицами остаются неочищенными. Кроме того, из-за малого веса и свободной подвески ковш при движении, перескакивая через большие скопления мусора, оставляет их на решетке.

В качестве аварийно-ремонтного предусмотрен плоский скользящий затвор. Как правило, при опускании он не садится на порог, так как дно аванкамеры заиливается наносами. Необходима предварительная очистка порога. Верхнее и боковые уплотнения на затворе выполнены из резины специального профиля, а донное, ножевое,-из полосовой резины. После посадки затвора на порог наблюдается значительная фильтрация через стыки донного и боковых уплотнений вследствие того, что прижим резины к закладным частям происходит в разных плоскостях.

Производство ремонтных работ под таким прикрытием со значительной фильтрацией затруднено и требует постоянной откачки воды за затвором.

Для нижнего бьефа Джизакской головной насосной станции (ДГНС), имеющей I8 заглубленных пролетов по 4 м каждый с напором I2 м, разработана принципиально новая схема компоновки механического оборудования, исключающая все вышеперечисленные недостатки.

Схема, предоставленная на рис.I, включает вертикальные сороудерживающие решетки I, установленные в пазы 2 (пазы решеток и затворов унифицированы), которые снабжены устройством

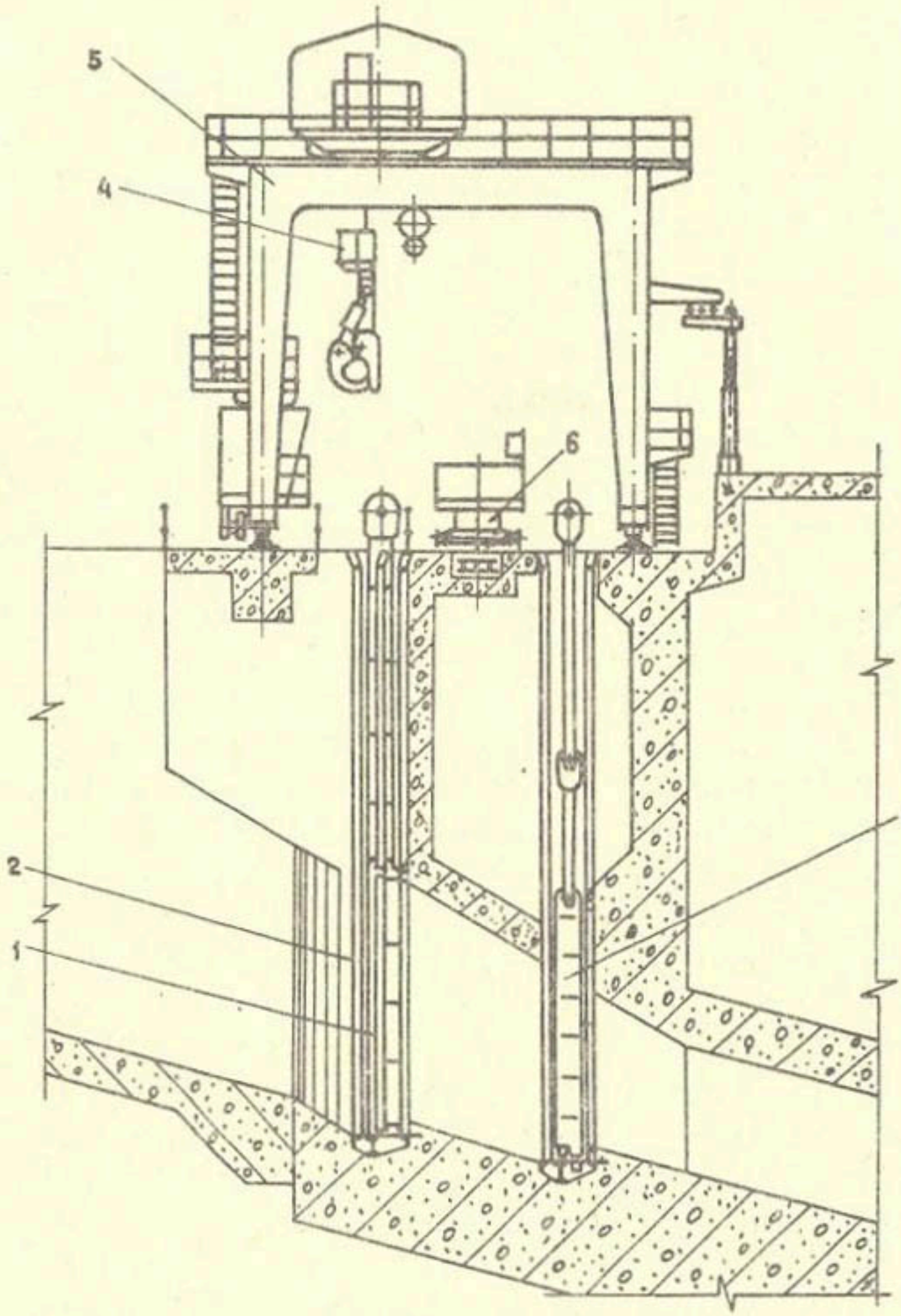


Рис.I. Компоновка механического оборудования нижнего бьефа насосной станции

для продувки и промывки порогов, плоский скользящий затвор 3 с контурным уплотнением, плоскочелюстной грейфер 4, подвешенный на козловой кран 5, который используется при ремонте решеток и затворов. Для вывоза мусора с территории аванкамеры предусмотрен соровоз 6.

Очистка сороудерживающих решеток осуществляется принудительно по всему пролету за один проход плоскочелюстного грейфера. Кран, перемещаясь вдоль фронта решеток, периодически, по мере необходимости, опускает грейфер в засоренный пролет. Движение грейфера по всей высоте решетки строго зафиксировано в специальных направляющих.

Грейфер (рис.2) состоит из рамы с неподвижной челюстью I, двух шарнирно прикрепленных к ней поворотных створок 2, четырех направляющих колес 3, маслопровода с двумя гидроцилиндрами 4 и маслонапорной установки 5.

Решетки и околорешеточное пространство очищаются при движении грейфера вниз; поворотные створки его открыты. Неподвижная челюсть, снабженная специальной гребенкой и металлической метлой, перемещается вдоль спиц решетки и сгребает мусор. При движении грейфера вверх поворотные створки запираются.

Каждая из створок шарнирно соединена со штоком одного из гидроцилиндров, т.е. имеет индивидуальный привод. Поэтому остановка одной из створок при упоре не препятствует движению другой. Давление масла в маслопроводе создается маслонапорной установкой, расположенной в герметическом корпусе на раме грейфера. Питание электродвигателя маслонапорной установки осуществляется с помощью гибкого кабеля, который перемещается совместно с грейфером и в зависимости от направления движения разматывается или наматывается на кабельный барабан, установленный на кране. Управление грейфером осуществляется из кабины крана.

Аварийно-ремонтный затвор (рис.3) плоский, скользящий, с контурным уплотнением со стороны нижнего бьефа. Контурное уплотнение I выполнено из специального резинового Р-образного профиля, расположенного в одной плоскости. Это позволяет избежать стыков между боковым и донным уплотнениями в разных плоскостях, упрощает конструкцию, исключает фильтрацию воды, повышает надежность в работе. При повышении давления на затвор плотность прилегания резины к закладным частям увеличивается. Подъем затвора производится при выравненных давлениях воды со стороны верхнего и нижнего бьефов, создаваемых специальным перепускным отверстием, предусмотренным в здании станции.

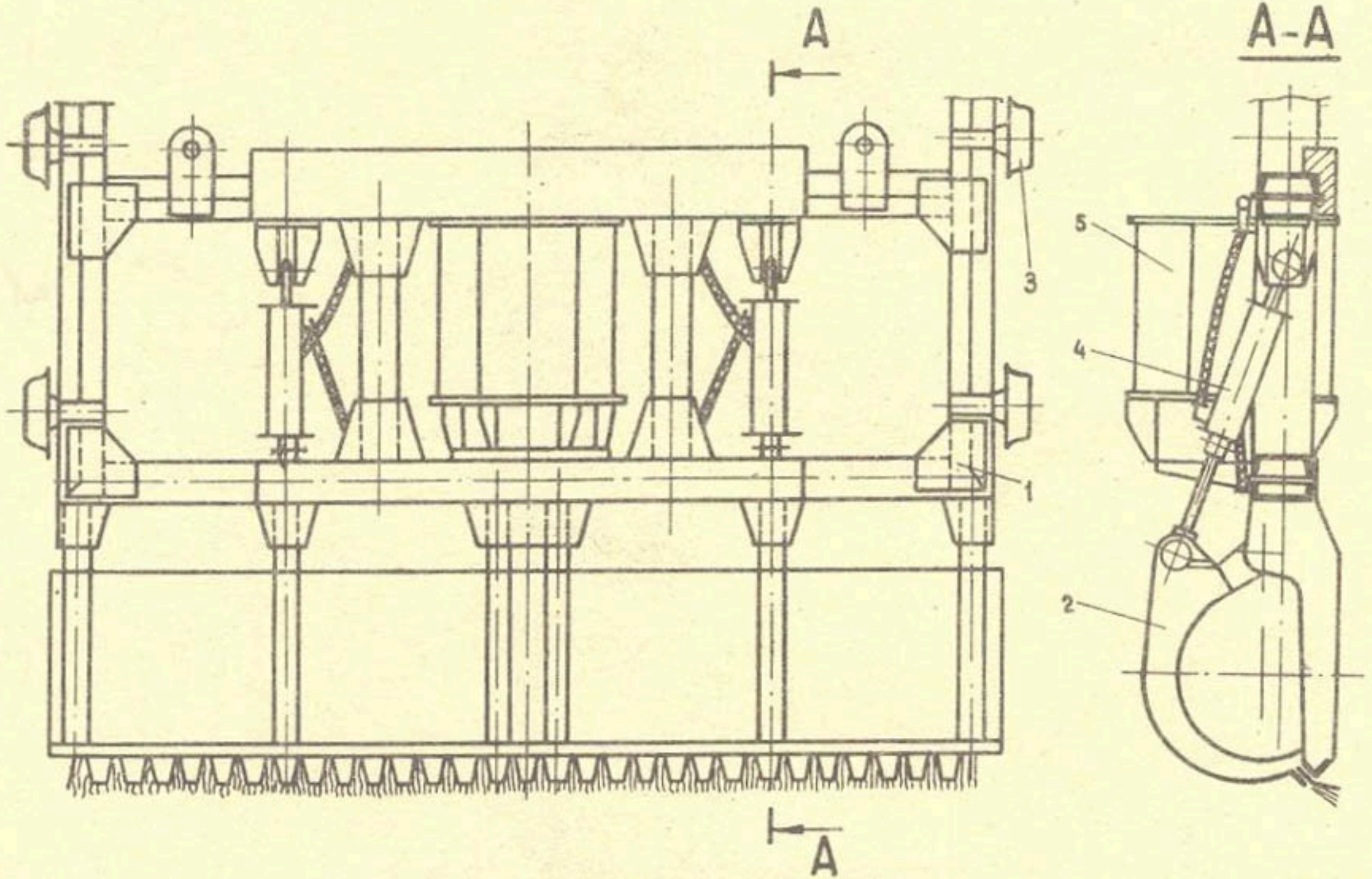


Рис.2. Плоскочелюстной грейфер

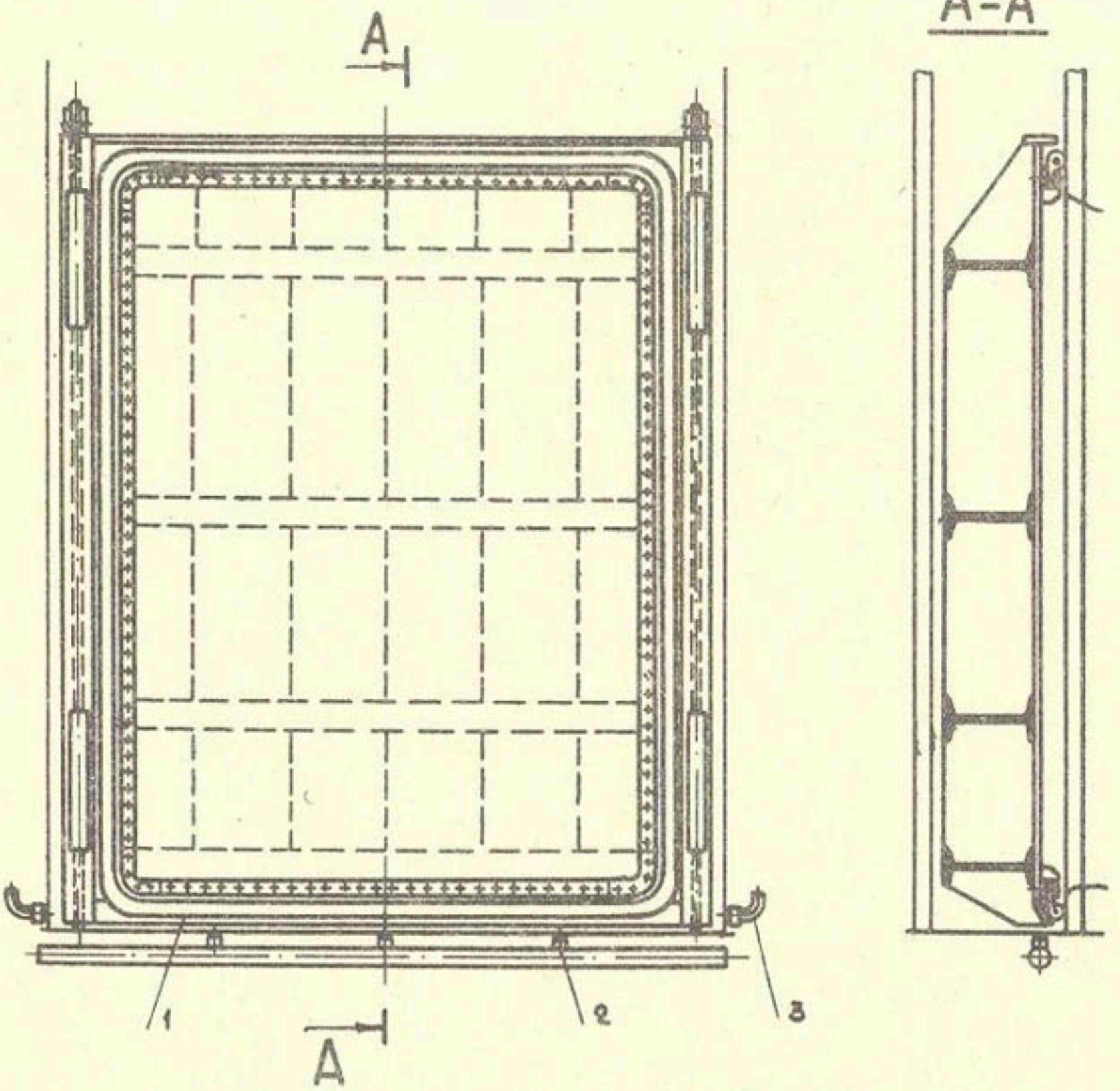


Рис.3. Затвор с контурным уплотнением

При выравнивании давлений воды в верхнем и нижнем бьефах затвор отходит от закладных частей и свободно, без трения, извлекается из пазов. Приямок, образованный на пороге донной марки, становится дополнительной емкостью для скопления наносов, и так в достаточной степени оседающих на этом участке закладных частей и мешающих посадке затвора на порог. Очистка порога от наносов в зоне закладных частей решена двумя методами: I) подача сжатого воздуха, 2) смыв наносов струей воды под давлением. В конструкции донной марки закладных частей стационарно заложен трубчатый воздуховод со специальными форсунками 2, а в пазовых стойках, на уровне порога, с двух сторон, на-

встречу друг другу установлены сопла 3 для подачи воды под давлением.

Перед опусканием затвора по воздуховоду от компрессорной станции в форсунки подается сжатый воздух, который взмучивает, разрыхляет наносы и частично поднимает их; затем включается насос, подающий струю воды под давлением через боковые сопла. Происходит мгновенный смыв наносов с порога, обеспечивающий беспрепятственную посадку затвора и плотное прилегание контурного резинового уплотнения к плоскости закладных частей.

В лаборатории гидравлических исследований института „Средазгипроводхлопок" были проведены испытания по смыву наносов с порога, положительные результаты которых позволили рекомендовать этот метод при проектировании механического оборудования Джизакской головной насосной станции.

Подача сжатого воздуха через специальные форсунки используется еще и для создания акватории, свободной ото льда в районе пазов закладных частей решеток и затворов, путем поднятия донных теплых слоев воды пузырьками воздуха в осенне-зимний период эксплуатации насосной станции, не прибегая к обогреву закладных частей.

За два года эксплуатации ДГНС было установлено в пазы три аварийно-ремонтных затвора с контурным уплотнением, что позволило проверить в натурных условиях все проектные решения. Работа контурного уплотнения практически исключила фильтрацию воды.

Аналогичная схема компоновки механического оборудования приемных камер была заложена в проекты Талимарджанской насосной станции № 7, насосной станции МШ и МШ-2 в Каршинской степи.

Компоновка механического оборудования приемных камер Джизакской головной насосной станции с вертикальными сооружающими решетками, принудительной очисткой их при помощи плоскочелюстного грейфера, ремонтными затворами с контурным уплотнением и промывкой порогов от наносов эффективней ранее применявшихся и может быть рекомендована при проектировании насосных станций как наиболее современная, отвечающая всем требованиям эксплуатации.

УДК 626/627

А.Д. Дробот, руковод.
группы
(Средазгипроводхлопок)

СТРОИТЕЛЬСТВО ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ТЕХНИКИ ОРОШЕНИЯ В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ

Усовершенствование оросительно-дренажных систем и сокращение ручного труда на поливе хлопчатника по бороздам - актуальные проблемы аридной зоны. Исследуемые в этом плане варианты техники орошения должны пройти производственные испытания на работоспособность и надежность. Полигоном для строительства экспериментальных моделей стал опытно-производственный участок (ОПУ) в совхозе № 10 Каршинской степи. Опытные образцы: ороситель двустороннего действия, поливные лотки, поливные трубопроводы - строятся подразделениями территориального управления "Каршистрой". По ходу строительства выявляются возможности индустриализации их производства без принципиальной перестройки имеющейся промышленной базы, возможности применения нетрадиционных материалов и конструкций.

Ороситель двустороннего действия предоставляет собой трубопровод, совмещающий функции и оросителя, и дрены-собирателя. Трубопровод строится из железобетонных раструбных труб на резиновых уплотнительных кольцах. Обычные водопроводные магистрали для водоснабжения из железобетонных труб закладываются на незначительную глубину (верх трубы располагается в 0,7-1,2 м от поверхности земли), равную глубине промерзания почвогрунтов [1]. Монтаж железобетонных труб на такую глубину прост. Усилия сопротивления резинового уплотнительного кольца, возникающие при вводе гладкого конца трубы в раструб, преодолеваются с помощью подталкивания монтируемой трубы бульдозером.

Монтаж рекомендуемого оросителя двустороннего действия довольно сложен. Глубина котлована под трубопровод 4,5-5 м. Дно плывунное. Грунтовые воды обильно выклиниваются со дна и откосов котлована, поэтому пуск бульдозера по дну котлована

невозможен. Кроме того, опускание на дно железобетонных труб весом 3 т на стропах трудоемко и опасно. Преодолеть эти трудности помог большой строительный опыт начальника УМР-IO треста "Дренажстрой" В.А. Тадеева. По предложенным им вариантам и разработанным институтом "Средазгипроводхлопок" рабочим чертежам в мастерских УМР-IO были изготовлены специальные приспособления: траверс и устройство для монтажа труб.

Металлический траверс (рис.I) представляет собой раму I с двумя захватами ножничного типа 2, соединяемыми тягами захватов 3. Каждый захват состоит из двух полуколец, соединенных шарнирно. Шарнир 4 соединяет полукольца так, что они образуют разные плечи: короткие 5 - подъемные и длинные 6, зажимающие трубу в обхват. Траверс такой конструкции прост и надежен в работе. Главное же его преимущество в том, что он исключает трудоемкие усилия по пропуску строп под тело трубы при каждой ее строповке и высвобождение трубы из захватов при ее подъеме, перемещении, монтаже.

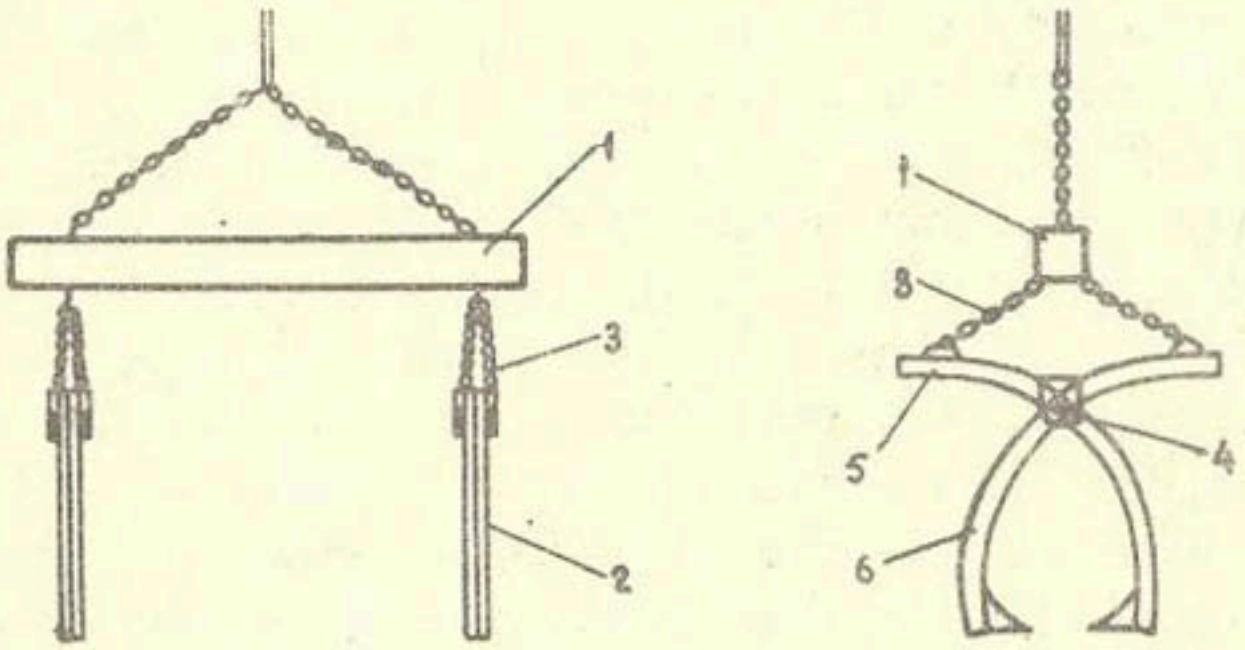


Рис.I. Траверс

Монтируемая труба, опущенная на траверсе в котлован, центрируется по оси магистрали. Для заталкивания ее гладкого конца в раструб уже уложенной трубы применено приспособление, изображенное на рис.2. На смонтированную трубу надевается хомут I, дуги которого стягиваются болтом 2. По обе стороны хомута крепится трос. Тяговый трос 3 охватывает монтируемую трубу вместе с упорной крестовиной 4 и гидроцилиндром 5, приводимым в действие гидравликой от трактора через шланги 6.

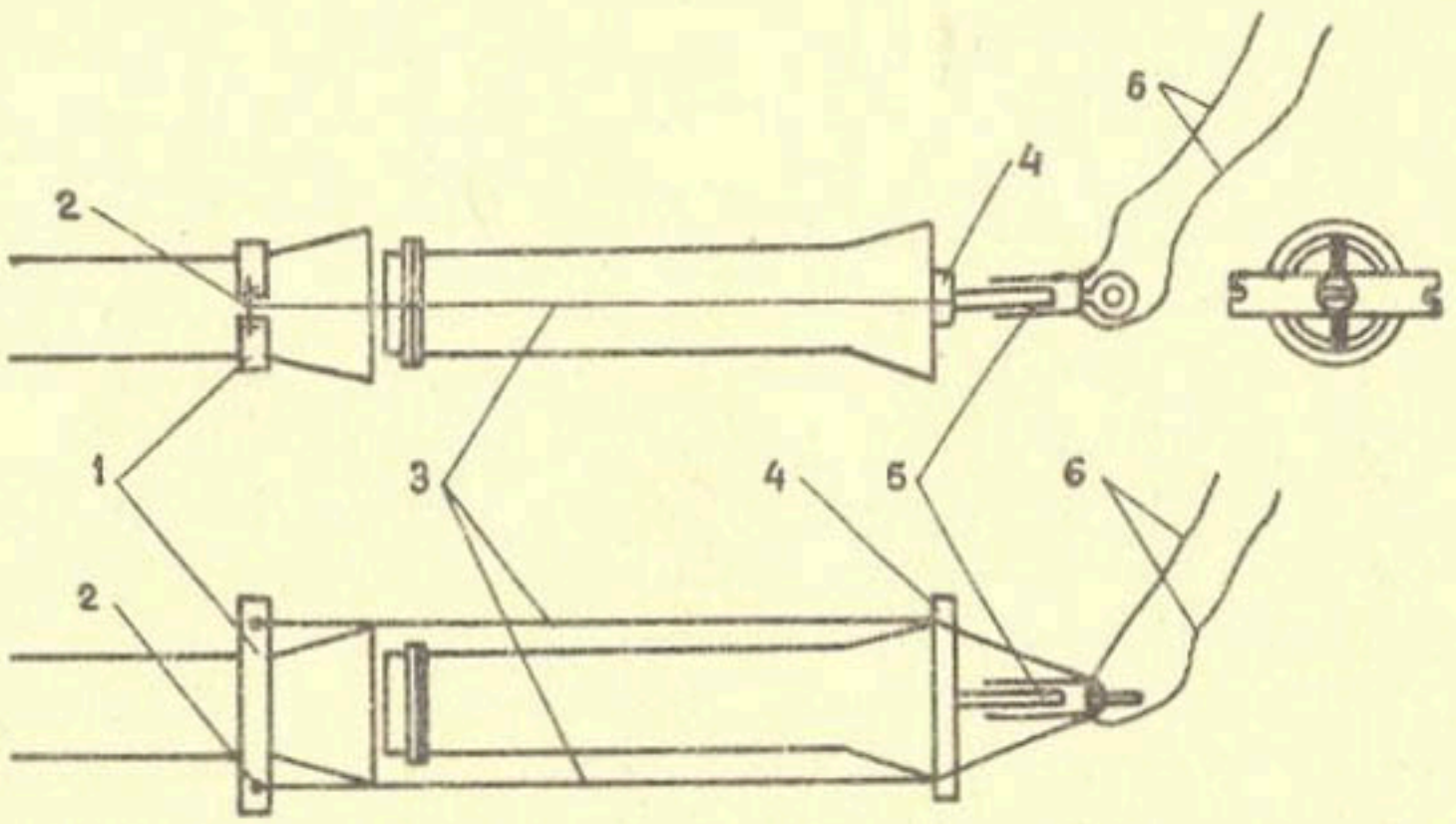


Рис.2. Приспособление для стыковки раструбных труб на резиновых уплотнительных кольцах

Под действием гидроцилиндра крестовина упирается в торец монтируемой трубы, трос натягивается, и монтируемая труба заталкивается в раструб смонтированной.

При строительстве опытного оросителя двустороннего действия были использованы нетрадиционные для закрытых трубчатых оросителей материалы и конструкции. С целью максимального сокращения металлоемкости арматуры применены полимерометаллические стояки I и вентили 2 гидрантов-водовыпусков (рис.3). Конструкции из полимерометаллических труб легки, не поддаются коррозии, долговечны, дешевле металлических. Фасонная часть арматуры (фланцы 3 и подъемник гидранта-водовыпуска 4) металлическая, изготовлена так, чтобы обеспечить взаимозаменяемость деталей типовыми, выпускаемыми серийно.

В обычной трубчатой оросительной сети водоснабжения применяются чугунные задвижки, рассчитанные на значительные статические напоры - 200-250 м. Они металлоемки и дороги. Для оросителя двустороннего действия, где статический напор менее I0 м, были разработаны, изготовлены и установлены облегченные дроссельные затворы (ДЗ) с горизонтальной осью вращения.

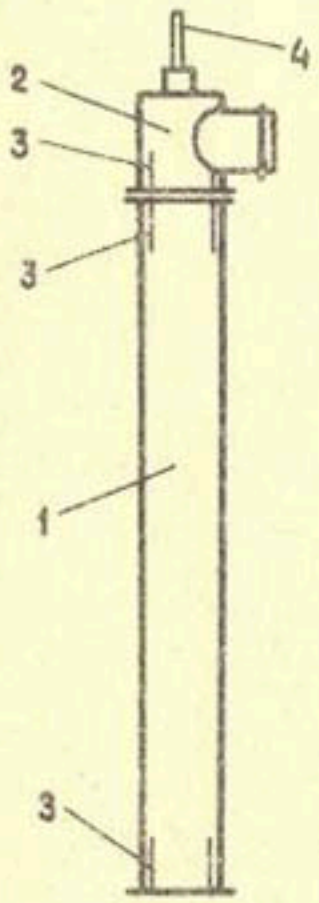


Рис.3. Полимерометаллический гидрант-водовыпуск

Для существующих способов соединения магистрального водовода с водовыпусками или ответвлениями магистрального водовода характерно введение неоднородных звеньев в линейные элементы трубопровода (рис.4). В предлагаемом оросителе двустороннего действия применена железобетонная труба-водовыпуск I, выполненная из того же материала, что и все звенья магистрали, но отличающаяся от существующих вариантов конструктивно. В теле трубы-водовыпуска предусматривается металлическая вставка - закладная часть 2, приваренная к каркасу арматуры трубы. Патрубок водовыпуска с фланцем 3 или ответвления от магистрали привариваются к закладной части после распалубки железобетонной трубы на заводе железобетонных изделий.

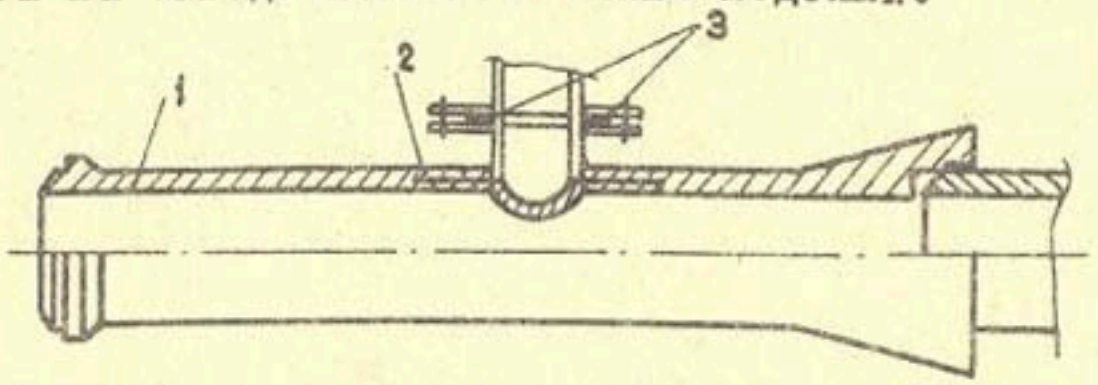


Рис.4. Схема соединения напорного трубопровода с водовыпуском или ответвлением

Труба-водовыпуск запроектирована по образцу типовых параболических железобетонных лотков-водовыпусков (ЛВЗ-65 и КЛ-65) института "Средазгипроводхлопок".

Опытные образцы железобетонных труб-водовыпусков изготовлены Каршинским комбинатом строительных материалов и конструкций из раструбных безнапорных усиленных труб РКТ-8у ГОСТ 6482-7I (диаметр трубы-водовыпуска 800 мм, водовыпуска - 345 мм). На изготовление одной трубы-водовыпуска предлагаемой конструкции израсходовано 37 кг листовой стали, а водовыпуска с металлическим тройником, применяемого в напорных водоводах, расходуется 450 кг стали. Применением железобетонных труб-водовыпусков достигается эффект одинаковой надежности всех звеньев магистрального водовода. Трубы-водовыпуски можно изготовлять для всех стандартных диаметров магистрали и водовыпусков или отводов, не меняя технологии производства труб.

Для сокращения ручного труда на поливе по бороздам предложены различные варианты поливных лотков и трубопроводов. Сложность строительства поливных лотков - в весьма высокой точности расположения поливных отверстий. Поливной лоток - это открытое русло, из которого через каждые 60-90 см в борозду должна подаваться струйка воды с одинаковым расходом по всей длине лотка или его секции.

Чтобы достичь такой одинаковости, оси поливных отверстий должны быть погружены на одинаковую глубину. Однако кривизна свободной поверхности жидкости с переменным расходом вдоль потока имеет весьма сложные формы. Выпуклые или вогнутые кривые спада или подпора [2] свободной поверхности воды меняются по закону

$$\frac{dh}{dl} = \frac{i_0 - i_f - \frac{2\alpha_0 Q}{g\omega^2}\cdot\frac{dQ}{dl} + \frac{\alpha_0 \theta}{g\omega}\cdot\frac{dQ}{dl}}{1 - \frac{\alpha_0 Q^2 B}{g\omega^3}},$$

где l - расстояние, м;
i_0 - уклон дна русла;
i_f - уклон трения;
α_0 - коэффициент количества движения;
Q - расход воды в лотке, $м^3/с$;

ω - площадь живого сечения воды, $м^2$;

θ - проекция скоростей отделяемых частиц жидкости по направлению скорости основной струи;

B - ширине живого сечения по поверхности, м.

Для равномерности распределения воды из поливного лотка необходимо либо закладывать в нем поливные отверстия переменного диаметра вдоль потока, либо соответственно изменению кривизны поверхности воды изменять расстояние от дна лотка до осей отверстий, либо создавать переменный уклон дна лотка на участке поливной секции. Первые два условия неприемлемы ввиду невозможности решения вопроса индустриализации изготовления звеньев таких систем из-за неодинаковости диаметров отверстий или расстояний осей отверстий до дна лотка вдоль поливной секции. Третье условие невыполнимо из-за трудности вписывания в рельеф сугубо индивидуального профиля лотка при типовом проектировании, а также из-за необходимости высокой точности строительства дна поливного лотка, практически не осуществимой строительными организациями.

Институт САИМЭ выполнил свой вариант поливного лотка, пробив вручную отверстия в сплошном лотке участкового распределителя. Примененный метод далек от индустриализации строительства поливных систем. Институт ВНИИМиТП ВНТО "Радуга" установил регулируемые водовыпуски, расположенные по оси лотка. В этом плане удобен способ с регулируемыми водовыпусками в каждом поливном отверстии. Регулируемые водовыпуски приемлемы также во всех вариантах поливных трубопроводов. Вариант поливных лотков ВНИИМиТП позволяет их индустриальное изготовление.

Вопрос экономики регулируемых водовыпусков еще не исследован. Комплексное исследование работы орорителя двустороннего действия и поливных лотков, а также способов усовершенствования и индустриализации их строительства продолжается.

Литература

1. Золиков Г.М. Закрытые оросительные системы. М., "Колос", 1966.
2. Большаков В.А. Справочник по гидравлике. Киев. "Вища школа", 1977.

УДК 626.131

О.А. Арутюнов, канд.техн.наук,
управляющий
трестом
Р.З. Камалян, нач. лаб.
А.Г. Пьянков, гл. инж.
(Трест "Средазспецстрой")

ЭНЕРГИЯ ВЗРЫВА НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В СРЕДНЕЙ АЗИИ

Трест "Средазспецстрой" ведет интенсивные взрывные работы на строительстве каналов и коллекторов на осваиваемых целинных землях в Узбекистане и Туркмении.

Многообразие геологических и гидрогеологических условий производства работ, различие в геометрических параметрах и чрезвычайно сжатые сроки строительства способствовали разработке и внедрению трестом "Средазспецстрой" ряда новых технологических схем проходки зарядных выработок и производства взрывов на выброс. К ним относятся:

1) скважинные заряды выброса диаметром 350 мм, примененные на строительстве коллекторов и каналов в Каршинской степи [1];

2) скважины большого диаметра (900 мм) для получения взрывным способом зарядных полостей, примененные на строительстве Караулбазарского магистрального канала в Бухарской области в породах УI-УП категории крепости по СНиП при проектных глубинах выемки более 12 м [2].

Несомненный интерес представляют и так называемые траншейные заряды выброса [3], которые широко применялись подразделениями треста при строительстве коллекторов и каналов

в Голодной и Джизакской степях, а также в Туркмении в грунтах П-IУ категории крепости по СНиП.

Основные преимущества траншейных зарядов выброса - высокая механизация подготовительных работ, лучшее качество образующихся выемок, а при применении игданита - и более низкая стоимость взрывных работ [4].

Однако, несмотря на очевидные преимущества взрывных схем, себестоимость взрывных работ из-за недостаточной технической отработанности технологий, их несовершенства, связанного с отсутствием специализированных машин и механизмов, а также из-за высокой стоимости штатных взрывчатых веществ существенно выше стоимости земляных работ, выполняемых наиболее эффективными землеройными машинами. В дополнение к этому, коэффициент использования энергии взрыва по выбросу грунта невелик и равен примерно, по данным различных исследований, IO-I5%.

Такой невысокий КПД взрыва принято объяснять большими необратимыми потерями энергии ВВ на камуфлетной стадии выброса [5], [6] и неполным использованием энергии продуктов детонации на более поздних стадиях в результате прорыва газов в атмосферу [7].

Кроме того, при производстве взрывов на выброс траншейными зарядами забойку траншеи, как правило, осуществляют до уровня дневной поверхности. Так как забойка по своим механическим свойствам уступает ненарушенному массиву грунта, а линия наименьшего сопротивления (ЛНС) при плоской свободной поверхности направлена вертикально вверх по оси траншеи, то начальный выброс происходит строго по ЛНС и взрывные газы частично бесполезно выбрасываются в атмосферу, что еще более уменьшает КПД взрыва [8]. В связи с этим официальные инструкции [9] рекомендуют увеличить массу заряда на IO-20%.

Таким образом, перспективы применения взрывов на выброс в строительстве гидромелиоративных объектов непосредственно связаны с совершенствованием технологии (высокая механизация, увеличение полезного использования энергии ВВ по выбросу грунта) и снижением стоимости.

За последнее время разработано много различных технологических схем производства взрывов на выброс, целью которых яв-

ляется повышение полезной работы взрыва по выбросу грунта. Наиболее известные из них - воздушные оболочки [10] и дополнительные заряды [11]-[13]. Несмотря на хорошие результаты, получаемые при использовании указанных способов, широкое внедрение их в производство сдерживается из-за возникающих при их применении технологических и расчетных сложностей.

В связи с этим определенный интерес представляет новый метод производства взрывов на выброс - в условиях спокойного рельефа дневной поверхности [14], разработанный трестом "Средазспецстрой" и прошедший проверку на строительстве коллекторов в Голодной степи.

Сущность метода заключается в следующем. Над центральным (основным) зарядом создается криволинейная свободная поверхность за счет предварительного подрыва вспомогательных зарядов (рис.I).

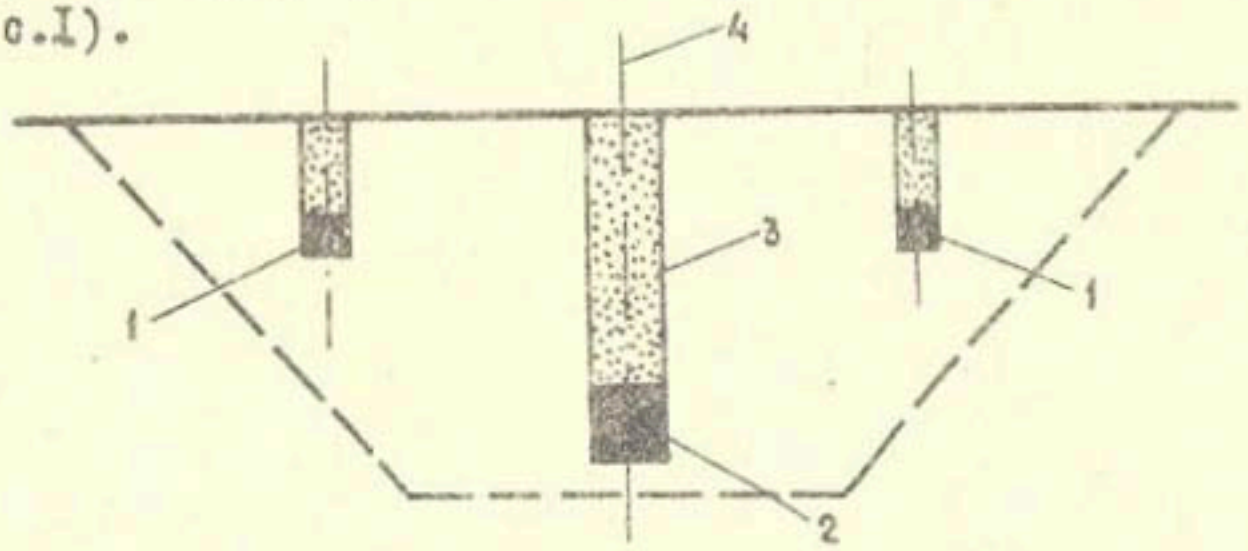


Рис.I. Схема расположения траншейных зарядов:
I - вспомогательные заряды; 2 - основной заряд;
3 - забойка; 4 - ось выемки

Величины вспомогательных зарядов определяются таким образом, чтобы внешние границы образующейся криволинейной поверхности пересекались (или были бы близки к этому) с откосами будущей выемки (рис.2). Подрывом центрального заряда удаляется основная масса грунта за контуры выемки.

Искусственное искривление свободной поверхности приводит к образованию поверхности равных сопротивлений, что, в свою очередь, способствует задержанию процесса выброса грунта в направлении ЛНС [15]. Это приводит к увеличению времени действия взрыва в среде. За счет продления камуфлетной стадии раз-

меры газовой полости также увеличиваются и, следовательно, растет видимая глубина и ширина по дну выемки.

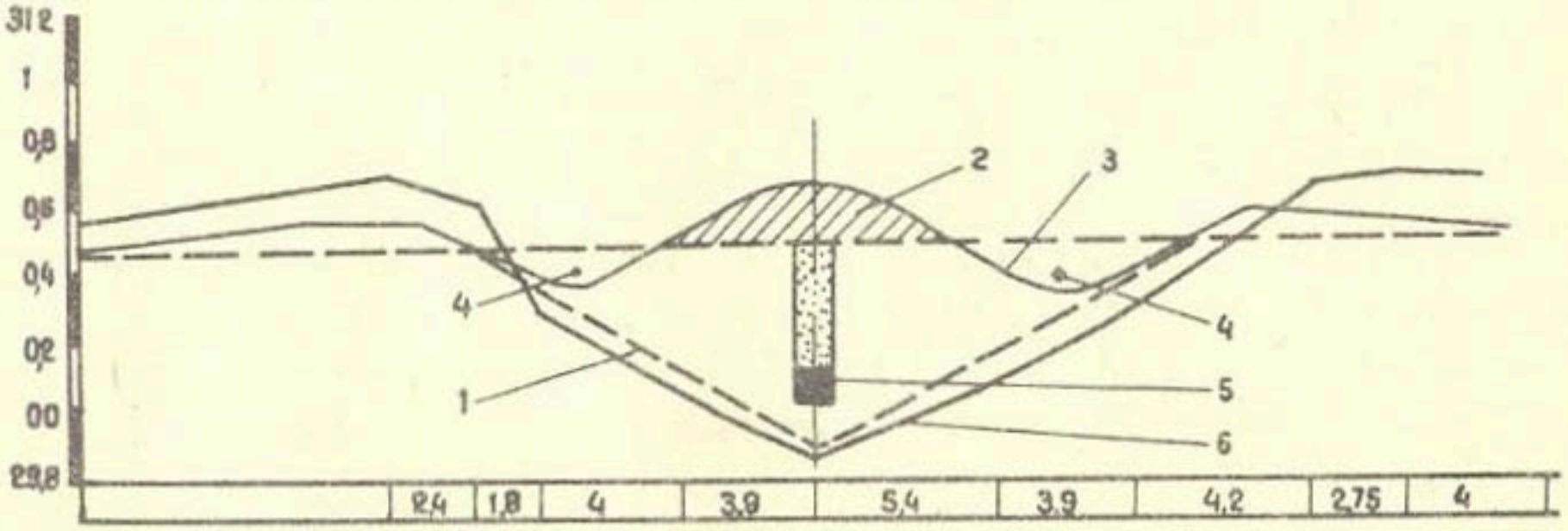


Рис.2. Результат маркшейдерской съемки поперечного сечения выемки, полученной взрывом на выброс траншейным зарядом при криволинейной свободной поверхности:

I - проектный профиль; 2 - навал грунта над центральным зарядом; 3 - контур криволинейной поверхности, образованной при подрыве вспомогательных зарядов; 4 - центры расположения вспомогательных зарядов; 5 - основной (центральный) заряд; 6 - контур полученной выемки после подрыва основного заряда

Первые опытные взрывы по данной технологии были проведены на участке коллектора 2К-7. Для получения криволинейной свободной поверхности одновременно с центральной траншеей были пройдены вспомогательные траншейные выработки глубиной H=I,3 м с помощью траншеекопателя ЭТЦ-I65 на расстоянии 7 м от оси будущей выемки. После взрыва вспомогательных зарядов в течение 30-40 мин производили маркшейдерскую съемку образованной поверхности, затем подрывали основной заряд.

Масса основного заряда составила I68 кг/м, вспомогательных - 40 кг/м, по принятой же методике /I6/ для схемы однорядного траншейного заряда выброса при плоской свободной поверхности она составляет 280-300 кг/м. В дальнейшем величины зарядов (вспомогательных и центральных) корректировались. В результате удельный расход взрывчатого вещества на фактически выброшенный объем уменьшился почти в I,5 раза.

Уменьшение общей массы заряда при наличии криволинейной поверхности обусловлено не только более полным использованием энергии ВВ за счет задержки выброса грунта по ЛНС, но и снижением потерь энергии заряда в самой среде [17].

Действительно, нетрудно заметить, что в случае криволинейной свободной поверхности затраты энергии внутри среды идут в основном на растяжение материала, в то время как при взрыве около плоской свободной поверхности энергия расходуется на преодоление как растягивающих, так и сдвиговых напряжений. Если учесть, что последние сказываются намного больше растягивающих, то эффективность криволинейной поверхности становится очевидной.

Создание криволинейной поверхности может быть осуществлено и перемещением грунта бульдозерами. Однако преимущества взрывного способа и здесь неоспоримы. Взрыв, уплотняя грунт, улучшает качество забойки. В дополнение к этому, образующаяся поверхность по форме близка к цилиндрической.

Необходимо отметить, что изложенная выше технология может быть успешно применена и при строительстве более крупных каналов [14].

Литература

1. Овчаров В.В., Арутюнов О.А., Швецов В.Я. Экономическая эффективность строительства коллекторов взрывами на выброс скважинными зарядами (на примере освоения Каршинской степи). Тезисы докладов на IУ Всесоюзной межвузовской научной конференции "Экономические проблемы повышения эффективности капитальных вложений в мелиорацию земель в свете решения июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС". Ташкент, 1979.

2. Арутюнов О.А., Арсланбекова М.У., Камалян Р.З. Строительство магистрального канала с помощью взрыва. - "Гидротехника и мелиорация", 1980, № 6.

3. Кушнарев Д.М., Беликов М.П. Взрывные работы в гидромелиоративном и сельском строительстве. М., Стройиздат, 1972.

4. Вовк А.А. Применение взрыва в строительстве типовых мелиоративных систем. - В кн.: "Использование энергии взрыва на объектах ирригационного и мелиоративного строительства в грунтах". Киев, "Наукова думка", 1976.

5. Родионов В.Н. и др. Механический эффект подземного взрыва. М., "Недра", 1970.

6. Ромашов А.Н., Евменов В.Ф. Работа продуктов детонации при взрывах на выброс. - ФГВ, 1971, № 4.

7. Докучаев М.М., Родионов В.Н., Ромашов А.Н. Взрыв на выброс. М., изд-во АН СССР, 1963.

8. Куликов В.Н., Ромашов А.Н., Чубаров В.М. Изучение процесса передачи энергии от продуктов детонации в среду при камуфлетном взрыве.-ФГВ, 1975, № 2.

9. Барон В.Л. К определению рациональных параметров траншейных зарядов выброса.- "Горный журнал", 1978, № 7.

10. Мельников В.Н. и др. Заряды с воздушными полостями при взрывах на выброс. - В кн.: "Взрывное дело", № 71/28. М., "Недра", 1972.

11. Арутюнов О.А., Баранов Е.Г., Морозов В.Д. Организация и проведение взрывов "на выброс" при строительстве каналов в Средней Азии. Ташкент, УзИНТИ, 1972.

12. Садовский М.А., Родионов В.Н. Проблемы управления взрывом. - "Наука и жизнь", 1973, № 1.

13. Коротков П.Ф., Судаков Д.А. О возможности управления взрывом на выброс в процессе его развития. - ФГВ, 1977, № 6.

14. Арутюнов О.А., Камалян Р.З. Способ экскавации грунта взрывом на выброс. Ташкент, УзНИИНТИ, 1979.

15. Арутюнов О.А. и др. Возможности увеличения времени действия взрыва горизонтального заряда в грунтах. - Указатель неопубликованных и ведомственных материалов, серия "Строительство и эксплуатация водохозяйственных объектов". 1979, № 3.

I6. Проектирование взрывных работ. Под ред. Б.Н. Кутузова. М., "Недра", I974.

I7. Ромашов А.Н. Оценка затрат энергии при взрыве на выброс и некоторые вопросы подобия воронок. - В кн.: "Взрывное дело", 64/9I. М., "Недра", I968.

Р Е Ф Е Р А Т Ы

УДК 626.87:631.445(575)

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ. Морозов А.Н., Решетов Г.Г. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

Освоение засоленных земель представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных мелиоративных и агротехнических мероприятий, составляющими которого являются промывка и возделывание сельскохозяйственных культур в межпромывной и послепромывной периоды.

Предлагаются технически простые и мелиоративно эффективные приемы улучшения состояния засоленных почв.

При этом земли, требующие промывок нормой до 10 тыс.м^3/га, промываются за один осенне-зимний сезон. Сильнозасоленные земли, требующие промывок нормой 15-20 тыс.м^3/га и более, промываются за два осенне-зимних сезона.

Таблиц 1, библиографий 6.

УДК 631.43:626.84:633.511

ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ПОЧВ ЛЕГКОГО МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА. Трунова Т.А., Волкова Г.Г. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

В работе приведены результаты трехлетних исследований водно-физических свойств почв и режима орошения в производственных условиях на территории совхоза № 14а Голодной степи.

Дан анализ фактически складывающегося режима орошения и рекомендованы размеры поливных и оросительных норм для аналогичных почвенных и гидрогеологических условий Голодной степи.

Таблиц 6, библиографий 6.

УДК 626.87:631.445.52

ОПЫТ ОСВОЕНИЯ ЗАСОЛЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЗ КАПИТАЛЬНЫХ ПРОМЫВОК НА ФОНЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА. Калюжный В.И. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

В результате исследования солевого режима почвогрунтов в процессе их хозяйственного освоения установлено, что на засоленных землях, обеспеченных дренажем, достигнуто рассоление почвогрунтов вегетационными поливами без капитальной промывки. Промывной эффект при оросительной норме 8000-9000 $м^3$/га при трех-четырех поливах сохраняется в течение всего года.

Иллюстраций 2.

УДК 532.546:631.6

РАСЧЕТ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗ ЧЕКА ПРИ ПРОМЫВКЕ НА ФОНЕ ДРЕНАЖА. Серебренников Ф.В. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

На основе решения соответствующей фильтрационной задачи показано отсутствие выравнивания входных скоростей фильтрации по мере удаления промывного чека (полосы) от дрены. Сделан вывод о недостаточной эффективности способа "полосовой" промывки с точки зрения равномерного опреснения расчетного слоя почвы на междренье.

Иллюстраций 3, библиографий 3.

УДК 556.324:631.67

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ ПОЛИВЕ НАД КРУГЛОЙ ПЛОЩАДКОЙ. Лопушанский В.И., Хабиров А.С. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

В работе рассматривается изменение уровня грунтовых вод при поливе над круглой площадкой. Приводятся расчетные формулы для определения уровня грунтовых вод при поливе, полученные с помощью приближенного метода преобразования Лапласа.

Таблиц I, иллюстраций 2, библиографий 3.

УДК 626.82.004.I

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ ЮЖНО-СУРХАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. Ракитин К.А., Джураев Р.Х. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

В работе изложены основные принципы и рассмотрена одна из возможных методик решения задачи оптимизации режима работы Южно-Сурханского водохранилища, позволяющая обеспечить значительный водохозяйственный эффект в условиях бассейна Сурхандарьи. Внедрение оптимизационных правил использования водных ресурсов водохранилищ является одной из основных действенных мер повышения водообеспеченности.

Таблиц 4, библиографий 3.

УДК 551.482.215.7

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАРЕГУЛИРОВАННОСТЬ СТОКА РЕК МНР И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ. Иванов Ю.Н., Овчинников А.М., Сампилноров Н. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

Рассмотрен вопрос естественной зарегулированности речного стока рек МНР и влияния на нее ведущих (наиболее хорошо изученных в гидрологическом и физико-географическом отношении) природных факторов отдельных речных водосборов.

Выявлена и исследована многофакторная связь между коэффициентом естественной зарегулированности и природными факторами для отдельных гидрологических районов горной Монголии, а также установлены ведущие факторы, влияющие на внутригодовое распределение стока в каждом из них.

Полученные результаты имеют расчетное и познавательное значение; они могут быть использованы при гидрологическом районировании территории МНР.

Таблиц 5, библиографий 9.

УДК 631.61:633.511

КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ КРУПНЫХ ЦЕЛИННЫХ МАССИВОВ УЗБЕКИСТАНА - ОСНОВА ШИРОКОГО РАЗВИТИЯ ХЛОПКОВОДСТВА. Халиков И.Х. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

Работа посвящена одной из наиболее актуальных проблем - развитию орошения и комплексного освоения целинных массивов Узбекской ССР. Рассматриваются успехи, достигнутые трудящимися Узбекистана в орошении и освоении крупных земельных массивов в годы УШ-Х пятилеток, в решении задач, поставленных нашей партией и правительством, по интенсивному развитию сельского хозяйства в целом и хлопководства - в частности.

Показан вклад трудящихся республики в освоение Каршинской, Джизакской, Шерабадской степей и других целинных массивов, способствовавшее резкому увеличению производства хлопка в Узбекистане.

УДК 556.324:628.II

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕСНЫХ ЛИНЗ ГРУНТОВЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ КАНАЛОВ В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ. Нейман Б.Я., Жуманов Б.Ж. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, I980.

В работе освещены условия формирования пресных линз грунтовых вод в зоне влияния магистральных каналов, установлена скорость опреснения соленых грунтовых вод в естественных условиях при эксплуатации каналов.

Таблиц 2, иллюстраций 3, библиографий 2.

УДК 622.233:008:627.8

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В БУРЕНИИ СКВАЖИН ПО БЕТОНУ ПЛОТИНЫ АНДИЖАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. Давидьянц Р.А., Боровинский В.А., Думаревский Л.А. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, I980.

Рассматривается технический прогресс в условиях бурения скважин по бетону плотины Андижанского водохранилища, сделан обзор проведения буровых работ с I972 по I979 г., приводятся данные о применяемой технике, буровых наконечниках и технологии буровых работ.

Таблиц 2, иллюстраций I, библиографий 5.

УДК 627.8:666.9:534-8

КОМПЛЕКСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАССИВНЫХ БЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ УЛЬТРАЗВУКОМ И ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА. Кулешов Г.Н. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, I980.

Рассмотрены особенности испытаний массивных бетонных сооружений ультразвуком на примере Андижанской плотины. Дана методика обработки результатов ультразвукового продольного профилирования поверхности строительных блоков и ультразвукового каротажа скважин. Произведена оценка прочности бетона.

Таблиц 3, иллюстраций 2, библиографий 8.

УДК 627.8.07

О РАБОТЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ МЕЖСЕКЦИОННЫХ ШВОВ БЕТОННЫХ ПЛОТИН ПРИ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДКАХ СЕКЦИЙ. Кудинов В.А., Назаренко С.Н. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

Приводятся результаты исследований фрагмента межсекционного уплотнения бетонной плотины в виде металлического листа при неравномерных осадках секций. Описан наиболее вероятный тип разрушения таких уплотнений. Указаны величины относительного смещения соседних секций, при которых работа уплотнения будет надежной.

Иллюстраций 6.

УДК 626.823.3:532.5.001.24

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СОПРЯГАЮЩЕГО СООРУЖЕНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ ОБЩЕГО ПОНИЖЕНИЯ РЕЧНОГО РУСЛА. Попов В.С., Шеховцева Л.В. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

Дается описание конструкции перепадных сооружений, рекомендуемых для использования в условиях интенсивного общего понижения русла за сооружением. Приводится порядок и числовой пример расчета таких сооружений.

Иллюстраций 4, библиографий 15.

УДК 621.643.51:627.83:532.5

ПРИМЕНЕНИЕ КЛАПАНОВ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ В КАЧЕСТВЕ ВОДОВЫПУСКНОЙ АРМАТУРЫ. Туманов А.А., Мирецкий С.Е. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, I980.

В работе приводится описание конструкции, принципа действия и методики расчета водовыпуска для напорной сети, выполненного в виде клапана непрямого действия, осуществляющего гашение избыточного напора до требуемого и автоматическое поддержание заданного выходного напора вне зависимости от колебания напоров в сети. Приведены методика расчета и основные параметры опытного образца.

Таблиц I, иллюстраций I, библиографий 3.

УДК 626.83:624.014

КОМПОНОВКА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НИЖНЕГО БЬЕФА ДЖИЗАКСКОЙ ГОЛОВНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ. Ибрагимов Ю.А. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, I980.

Рассматривается разработанная Средазгипроводхлопком и внедренная на Джизакской головной насосной станции прогрессивная схема компоновки механического оборудования нижнего бъефа с вертикальными сороудерживающими решетками, очисткой их при помощи плоскочелюстного грейфера, ремонтными затворами с контурным уплотнением и промывкой порогов от наносов, позволяющая эффективно производить очистку решеток от мусора и гарантировать посадку ремонтных затворов на очищенный от ила порог, исключив фильтрацию воды.

Иллюстраций 3.

УДК 626/627

СТРОИТЕЛЬСТВО ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ТЕХНИКИ ОРОШЕНИЯ В КАРШИНСКОЙ СТЕПИ. Дробот А.Д. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

В работе рассмотрены функции оросителя двустороннего действия, поливных лотков и поливных трубопроводов, их конструктивные элементы, основные трудности строительства.

Приведено описание разработанных и примененных устройств для надежного захвата монтируемых труб и их стыковки в раструб на резиновых уплотнительных кольцах.

Разработаны, изготовлены и применены облегченные дроссельные затворы с горизонтальной осью вращения, необходимые для образования в трубопроводе оросителя двустороннего действия дополнительных секций.

Металлическая магистральная часть тройников гидрантов-водовыпусков заменена железобетонными трубами-водовыпусками, благодаря чему сокращена металлоемкость арматуры.

Применены нетрадиционные полимерометаллические трубы для стояков и вентилей гидрантов взамен металлических.

Иллюстраций 4, библиографий 2.

УДК 626.131

ЭНЕРГИЯ ВЗРЫВА НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ В СРЕДНЕЙ АЗИИ. Арутюнов О.А., Камалян Р.З., Пьянков А.Г. - Вопросы проектирования и исследования эффективности работы гидромелиоративных систем и сооружений. Ташкент, Средазгипроводхлопок, 1980.

Предлагается технологическая схема производства взрывов на выброс при строительстве гидромелиоративных систем. Схема проста в исполнении. При ее использовании достигается экономия взрывчатого вещества, повышается качество образующихся выемок.

Иллюстраций 2, библиографий 17.

СОДЕРЖАНИЕ

Морозов А.Н., Решетов Г.Г. Основные положения по освоению засоленных земель 3

Трунова Т.А., Волкова Г.Г. Водно-физические свойства и режим орошения почв легкого механического состава 12

Калюжный В.И. Опыт освоения засоленных земель без капитальных промывок на фоне горизонтального дренажа 24

Серебренников Ф.В. Расчет фильтрации из чека при промывке на фоне дренажа 27

Лопушанский В.И., Хабиров А.С. Изменение уровня грунтовых вод при поливе над круглой площадкой 32

Ракитин К.А., Джураев Р.Х. К вопросу оптимизации режима работы Южно-Сурханского водохранилища 37

Иванов Ю.Н., Овчинников А.М., Сампилноров Н. Естественная зарегулированность стока рек МНР и определяющие ее природные факторы 47

Халиков И.Х. Комплексное освоение крупных целинных массивов Узбекистана - основа широкого развития хлопководства 60

Нейман Б.Я., Жуманов Б.Ж. Исследование возможности формирования пресных линз грунтовых вод в зоне влияния магистральных каналов в Каршинской степи 66

Давидьянц Р.А., Боровинский В.А., Думаревский Л.А. Технический прогресс в бурении скважин по бетону плотины Андижанского водохранилища 72

Кулешов Г.Н. Комплексные испытания массивных бетонных сооружений ультразвуком и оценка прочности бетона 82

Кудинов В.А., Назаренко С.Н. О работе металлических уплотнений межсекционных швов бетонных плотин при неравномерных осадках секций . 98

Попов В.С., Шеховцева Л.В. Гидравлический расчет сопрягающего сооружения для условий общего понижения речного русла 107

Туманов А.А., Мирецкий С.Е. Применение клапанов непрямого действия в качестве водовыпускной арматуры 116

Ибрагимов Ю.А. Компоновка механического оборудования нижнего бьефа Джизакской головной насосной станции 123

Дробот А.Д. Строительство опытных образцов техники орошения в Каршинской степи 130

Арутюнов О.А., Камалян Р.З., Пьянков А.Г. Энергия взрыва на строительстве гидромелиоративных объектов в Средней Азии 136

Рефераты 143

В О П Р О С Ы

ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ
И СООРУЖЕНИЙ

Сборник научных трудов

Редактор Е.Н. Макушенко

Р05374Подписано в печать 25/XII-80г. Формат бумаги 60x90 1/16 Усл.-печ.л. 7,6 Уч.-изд. л.7,0 Тираж 450 экз.
Заказ 1001 Цена 90 коп.

Картфабрика института "Узгипрозем". Ташкент, Мукими,176